ASSOCIAÇÃO CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-66608-02-1
9 788566 608021

XIII Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul
III Seminário Mercosul da Cadeia Madeira
1º Congresso Florestal Júnior

Anais

Volume 2

24 a 27 de setembro de 2018

Nova Prata – RS

Editores

Doádi Antônio Brena

João Augusto Bagatini

Nova Prata – RS

2018

Congresso Florestal

MINISTÉRIO DA CULTURA APRESENTA:

XIII CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL E

III SEMINÁRIO MERCOSUL DA CADEIA DA MADEIRA

1º CONGRESSO FLORESTAL JÚNIOR

24, 25, 26 E 27 DE SETEMBRO DE 2018

50 anos

Local: Auditório do Centro Empresarial
Vicencio Paludo e Sede principal do Grêmio Pratense.
NOVA PRATA . RS

apoio

LEI DE INCENTIVO À CULTURA

PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA PRATA

EMATER/RS ASCAR AGEFLOR CIC UCS UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL SINDIMADEIRA UFSM

Embrapa VOOPE @dyNET Telecom GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL

patrocinadores

VIPAL BORRACHAS

P&C ArteMobili

ap auto pratense Distribuidora de autopeças

Sicredi Gente que coopera cresce

Reciclagem Serrana

SETA

PROJECONSULT Engenharia Ltda.

Supermercados PORTA

assessoria

PLENA gestão de eventos

realização

ASSOCIAÇÃO CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

MINISTÉRIO DA CULTURA

GOVERNO FEDERAL

XIII CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL E
III SEMINÁRIO MERCOSUL DA CADEIA DA MADEIRA
1º CONGRESSO FLORESTAL JÚNIOR
24, 25, 26 E 27 DE SETEMBRO DE 2018
50 anos
tema
FLORESTA E A AMAZÔNIA

APRESENTAÇÃO

O Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul completou 50 anos de história durante a realização da sua 13ª edição. E com grande satisfação a Associação Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul e a Municipalidade de Nova Prata apresentam o **Volume 2** dos **Anais do XIII Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul,** a edição do seu Jubileu de Ouro.

O XIII Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul, realizado de 24 a 27 de setembro de 2018, na cidade de Nova Prata, RS, juntamente com o **III Seminário Mercosul da Cadeia Madeira,** foi especial e marcante como seria de esperar de um evento na comemoração de seus 50 anos de existência. Mas foi além, porque abordou um tema inédito – FLORESTA E A AMAZÔNIA, e porque realizou, em parceria com a Escola Nossa Senhora Aparecida, com a Escola Estadual de Ensino Médio Onze de Agosto, e com o Instituto Estadual de Educação Tiradentes, o **1º Congresso Florestal Júnior**.

O conteúdo dos Anais do **XIII Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul**, **III Seminário Mercosul da Cadeia Madeira, 1º Congresso Florestal Júnior** foi dividido em dois volumes.

O **Volume 1** contém as informações relacionadas com a organização do congresso, incluindo a Comissão Organizadora, histórico, objetivos, tema, programa com palestras, painéis e minicursos, sessão solena comemorativa aos 50 anos do Congresso Florestal de Nova Prata, as Homenagens e Distinções, e as conclusões dos eventos.

O **Volume 2** é composto dos trabalhos científicos submetidos e aprovados pelo Comitê Técnico-Científico para publicação nesses **Anais do XIII Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul**.

Prof. Dr. Doádi Antônio Brena
Presidente

Prof. Dr. Rafaelo Balbinot
Comitê Técnico-Científico

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	-
SUMÁRIO.....	i
COMISSÃO ORGANIZADORA	vii
9. **TRABALHOS CIENTÍFICOS**	101
9.1 TRABALHOS DE ARBORIZAÇÃO E SISTEMAS AGROFLORESTAIS	102
- **Avaliação qualitativa de mudas para arborização urbana** - Janine Kervald Likoski; Lauri Amândio Schorn	103
- **Diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização urbana no setor D, Alta Floresta, MT** - Joelson Lima Ferreira; Débora Caline de Mello; Ari William Pires	111
- **Flora arbórea cultivada em praças de duas cidades do sul do Espírito Santo, Brasil** - Rafael Marian Callegaro; Camila Andrzejewski; Lucas Duarte Caldas da Silva	117
- **Identificação de indivíduos arbóreos existentes nas praças de municípios pertencentes à Região do Médio Alto Uruguai** - Vinicius Richter; Ana Carolina Ditadi; Cabrieli Aline Jaeger; Édina Regina Dal Molin; Eduardo Rieder; Guilherme Moura Farias; Jéssica Rigo; Larissa Venturini Della Flora; Edison Bisognin Cantarelli; Guilherme Bordignon Ceolin	127
- **Situação da arborização na rua do comércio - município de Frederico Westphalen – RS** - Guilherme Valcorte; Éricklis Edson Boito de Souza; Antônio Marcos Zuliani Lunkes; Mateus Boldrin; Nilton Mantovani	133
- **Arranjos dos sistemas agroflorestais da Amazônia implantados nos últimos cinco anos no Projeto RECA em Rondônia** - Jéssica Puhl Croda; Djoney Procknow; Betina Camargo; Gicarlos Souza de Lima; Matheus Degrandi Gazzola; Ana Paula Moreira Rovedder	143
9.2 TRABALHOS DE BIOMASSA, POLÍTICA E ECONOMIA	150
- **Biomassa aérea de acácia-negra (Acacia mearnsii de wild.) em diferentes locais de plantio** - Kauana Engel; Alexandre Behling; Henrique Soares Koehler; Franciele Alba da Silva	151
- **Biomassa e estoque de carbono orgânico em serapilheira acumulada em um povoamento de *Pinus elliottii* Engelm** - Luéli Fabrine Stroher Ritter; Alexsandra Cezimbra Quevedo; Angélica Costa Malheiros; Mateus Alves Saldanha; Monique Pimentel Lagemann Gian Carlos Poleto; Vanessa Alba da Silva; Mauro Valdir Schumacher	159
- **Propriedades energéticas da madeira de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) de ocorrência em Curitibanos, SC** - Saila Lisboa Schimidt; Karina Soares Modes; José Eduardo Niles; Magnos Alan Vivian	165
- **Viabilidade econômica de uma obra de estabilização fluvial realizada com técnicas de Engenharia Natural** - Rita dos Santos Sousa; Junior Joel Dewes; Fabrício Jaques Sutili	172
- **Aspectos sociais e satisfação dos trabalhadores florestais na empresa Âmbar Florestal em São José do Norte/RS** - Samara Lazarotto; Rafaelo Balbinot; Maria Inez Azevedo Velho	183
- **Contribuição da certificação florestal no atendimento da legislação ambiental no estado do Rio Grande do Sul** - Déborah Victória Medici	192

Meijueiro; Carolina de Souza Lopes; Matheus D'angelo Medici Meijueiro; Bruna Denardin da Silveira; Cibele Rosa Gracioli; Ricardo Ribeiro Alves	
9.3 TRABALHOS DE ECOLOGIA	199
- **Análise temporal da dinâmica da cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Marombas, SC** - Matheus Flesch Soligo; Alexandre ten Caten; José Lucas Safanelli	200
- **Atividade Alelopática do Óleo Essencial de *Nectandra grandiflora* Nees & Mart. ex Nees** - Nadia Helena Bianchini; Carlos Garrido Pinheiro; Bibiana Fontana Batista; Alana Silveira Pavlack; Bruno Silva de Oliveira; Berta Maria Heinzmann	208
- **Efeitos dos níveis de luminosidade no desenvolvimento inicial de mudas de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin** - Jessica Tainá Guczak; Lauri Amândio Schorn; Samara Welter Duarte	216
- **Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa em fitomassa de *Acacia mearnsii* De Wild** - Tainara dos Santos Piecha; Elder Eloy; Rômulo Trevisan; Dionatan Lázaro de Oliveira Brum; Eduarda Bandera; Tauana de Souza Mangini	224
- **Estudo preliminar da toxidez do extrato aquoso de *Ruta graveolens*** - Alessandra Simon Hüller; Élio José Santini; Amanda Grassmann da Silveira; Maiara Talgatti; Guilherme Valcorte; Milene Goulart Estigarribia; Laura Hoffmann de Oliveira; Luciane Gorski	232
- **Fauna edáfica: caracterização dos organismos em diferentes sistemas de uso do solo** - Marieli Konig Grancke; Taís Peruzzo Capeletti; Eliara Marin Piazza; Tainan Basso Balestrin; Renata Chiuza Pietrobelli	237
- **Viabilidade de aplicação do Método GUT para classificação de áreas sob erosão em reservatórios de usinas hidrelétricas** - Junior Joel Dewes; Rita dos Santos Sousa; Fabrício Jaques Sutili	244
9.4 TRABALHOS DE FITOSSOCIOLOGIA	253
- **Análise de risco e conflitos da vegetação sob linhas de transmissão de energia elétrica como subsídio para manutenção** - Leandro Blunk; Samara Welter Duarte; Tatiele Anete Bergamo Fenilli; Julio Cesar Refosco; Moacir Marcolin; Diogo Soliman Medeiros	254
- **Avaliação do efeito de borda e cobertura do dossel sobre as espécies de *Ilex paraguariensis* A.St.–Hil. e *Cedrella fissilis* Vell. em diferentes fragmentos florestais na Floresta Nacional de Três Barras – SC** - Bruna Hellen Ricardo; Karine Petter da Silva; Maurício Sedrez dos Reis; Alexandre Siminski	261
- **Composição florística e grupos ecológicos da regeneração natural de espécies arbóreas em uma floresta ribeirinha do Bioma Pampa, Brasil** - Ana Claudia Bentancor Araujo; Helio Junior Bentancor Araujo; Edenir Luis Grimm; Camila Andrzejewski; Francieli de Fátima Missio; Solon Jonas Longhi	270
- **Influência das características do solo na composição florística do estrato arbóreo no entorno de uma linha de transmissão de energia elétrica, Rio Grande do Sul, Brasil** - Samara Welter Duarte; Leandro Blunk; Tatiele Anete Bergamo Fenilli; Lauri Amândio Schorn; Julio Cesar Refosco; Moacir Marcolin; Diogo Soliman Medeiros	280
- **Levantamento florístico da praça General Daltro Filho, São Leopoldo/RS** - Roberta Aparecida Fantinel; Fernanda Dias dos Santos;	291

Elenice Broetto Weiler; Táscilla Magalhães Loiola; Camila Andrzejewski	
- **Levantamento florístico e fitossociológico do componente arbóreo em Floresta Estacional Decidual, RS** - Roberta Aparecida Fantinel; Francieli de Fátima Missio; Ronaldo Kanopf de Araújo; Delmira Beatriz Wolff	298
- **Ocorrência de espécies florestais exóticas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages – SC: um estudo de caso** - Larissa Bittencourt; Douglas Trautmann e Silva; Adelar Mantovani	306
- **Quantificação e estrutura ecológica de espécies exóticas amostradas em um trecho de vegetação secundária de Floresta Estacional Decidual, RS** - Francieli de Fátima Missio; Solon Jonas Longhi; Camila Andrzejewski; Ana Claudia Bentancor Araujo	315
- **Reconhecimento e diversidade de plantas nativas – Estudo de caso** - Valdirene Camatti Sartori; Vagner Kriger; Felipe Friske de Vargas; Pietro Santi; Iashoda Mai Devi Dase Caro Hessel; Iolanda Favero Panazzolo; Daniel Reolon; Marcia Regina Pansera Lemos	324
- **Valor potencial das espécies mais abundantes de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, Nova Prata, RS** - Camila Andrzejewski; Solon Jonas Longhi; Rafael Marian Callegaro; Ana Claudia Bentancor Araujo; Francieli de Fátima Missio; Fernanda Dias dos Santos; Roberta Aparecida Fantinel	331
9.5 TRABALHOS DE MANEJO FLORESTAL	340
- **Avaliação de modelos matemáticos para determinação dos anéis de crescimento** - Douglas Rufino Vaz; Saimom Poczapski Noro Ribeiro; Crysttian Arantes Paixão; Heloisa Maria de Oliveira; Mário Dobner Junior	341
- **Coeficiente de repetibilidade para características biométricas de sementes de *Mimosa scabrella* Benth** - Daniceli Barcellos; Vanessa Giseli Dambros; Tifani Castanha Crepaldi; Igor Bastos Gomes; Paulo César Flôres Júnior; Andressa Vasconcelos Flôres	347
- **Crescimento em diâmetro e altura de *Pinus taeda* L. em função da idade** - José Eduardo Hanauer; Magda Lea Bolzan Zanon; Fernanda Dias dos Santos; Luis Paulo Baldissera Schorr	354
- **Padrões morfométricos da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuantze no Sul do Brasil** - Roberta Abatti; Diego Vinchiguerra dos Santos; André Felipe Hess; Gabriel Teixeira da Rosa	361
9.6 TRABALHOS DE MAPEAMENTO E DE GEOPROCESSAMENTO	372
- **Análise do fenômeno de ilhas de calor em um município da Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul** - Leonardo Teixeira Fagundes; Sandro Luciano Barreto Fensterseifer; Vanusa Maria Gatteli	373
- **Análise do fenômeno de ilhas de calor no município de Faxinal do Soturno/RS** - Vanusa Maria Gatteli; Sandro Luciano Barreto Fensterseifer; Leonardo Teixeira Fagundes; Tailana Milene Duarte Seccon	380
- **Análise temporal da vegetação do município de Porto Alegre - RS, Brasil** - Geovane Sestari; Sandro Luciano Barreto Fensterseifer	387
- **Avaliação da conversão do uso e cobertura do solo na unidade Corede Campos de Cima da Serra** - Geise Macedo dos Santos; Gisele Cemin; Vania Elisabete Schneider	394
- **Avaliação da qualidade da água em diferentes escalas durante um evento pluvial em bacia com sensível alteração de uso do solo** -	401

Franciele de Bastos; José Miguel Reichert; Jean Paolo Gomes Minella	
- **Caracterização de pomares de oliveiras em um recorte espacial no Rio Grande do Sul utilizando ferramentas de Geoprocessamento** - Letiéri da Rosa Freitas; Aline Biasoli Trentin	409
- **Identificação de mudanças no crescimento florestal a partir de dados espectrais** - Elisiane Alba; Juliana Marchesan; Bruna Andriéli Simões de Oliveira; Roberta Aparecida Fantinel; Rudiney Soares Pereira	417
- **Mapeamento do uso e cobertura da terra e do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), no município de Faxinal do Soturno, RS** - Roberta Aparecida Fantinel; Lillian Maini Almeida Tambara; Táscilla Magalhães Loiola; Elenice Broetto Weiler; Fernanda Dias dos Santos; Ana Caroline Paim Benedetti	422
- **Mudanças do uso e cobertura do solo na região do Parque Estadual Rio Canoas nos últimos 40 anos** - Bruna Hellen Ricardo; Alexandre Siminski; Maurício Sedrez dos Reis	430
- **Uso de sensoriamento remoto na análise de remanescentes do bioma Mata Atlântica na cidade de Porto Alegre** - Pâmela Suélen Käfer; Franciel Eduardo Rex; Renato Souza Santos	438
9.7 TRABALHOS DE SILVICULTURA	445
- **Análise dos efeitos da aplicação de pó de rocha na retenção de umidade e agregados minerais em substrato** - Renato Santos; Samantha Lamperti; Geovane Sestari; Maitê Luana Weber; Vanusa Gatteli; Nathalia Alves; Edison B. Cantarelli	446
- **Avaliação da eficiência da máquina sopradora de sementes no beneficiamento de** *Mimosa scabrella* **(Benth.) e seu efeito na qualidade fisiológica das sementes** - Tifani Castanha Crepaldi; Diego Souza; Igor Bastos Gomes; Vanessa Gisele Dambros; Daniceli Barcellos; Paulo César Flôres Júnior; Andressa Vasconcelos Flores	452
- **Avaliação da emergência de sementes de** *Quercus acutissima* **Carruth. com diferentes tratamentos germinativos** - Igor Bastos Gomes; Mauricio Mariot de Mello; Tifani Castanha Crepaldi; Vanessa Gisele Dambros; Daniceli Barcellos; Paulo César Flores Júnior; Andressa Vasconcelos Flores	458
- **Avaliação dos métodos de quebra de dormência em sementes de** *Jacaranda mimosifolia* **(Jacaranda-mimoso)** - Geovane Sestari; Alcir Vianei Klauck; Fábio Augusto Torchetto; Edison Bisognin Cantarelli	463
- **Efeito da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) no desenvolvimento de *Handroanthus albus*** - Natalia Maria Martinazzo Angelo; Rafael Fernandes dos Santos; Yanka Rocha Kondo; Sonia Purin da Cruz	469
- **Efeito de diferentes concentrações de sacarose sobre a indução da calogênese em discos foliares de *Eugenia involucrata* DC.** - Larissa Bittencourt; Douglas Trautmann e Silva; Ana Cristina da Fonseca Ziegler; Leandro Dutra da Silva; Lia Rejane Silveira Reiniger	475
- **Efeito de diferentes concentrações de AIB no enraizamento de miniestacas de *Olea europaea* L.** - Larissa Bittencourt; Douglas Trautmann e Silva; Régis André Uebel; Nilton César Mantovani	488
- **Efeito do AIB sobre o enraizamento de miniestacas de** *Handroanthus chrysotrichus* **(MART. ex DC.) J. MATTOS** - Tatiane Lais Pires Andreolla;	499

Silvia Machado dos Santos Rabaiolli; Lia Rejane Silveira Reiniger; Ana Cristina da Fonseca Ziegler; Cláudia Carabajal de Azeredo; Leandro Dutra da Silva	
- **Extração de DNA genômico total de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil: comparação de protocolos e idade do tecido foliar** - Douglas Trautmann e Silva; Larissa Bittencourt; Adelar Mantovani	505
- **Germinação de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. submetidas a diferentes métodos de quebra de dormência** - João Antônio Paraginski; Gabriel Toso; Guilherme Palm; Jaqueline Letícia Rosa; Edison Bisognin Cantarelli	513
- **Indução da calogênese em discos foliares de *Eugenia involucrata* DC. em diferentes concentrações e combinações de TDZ e 2,4-D** - Larissa Bittencourt; Douglas Trautmann e Silva; Ana Cristina da Fonseca Ziegler; Leandro Dutra da Silva; Lia Rejane Silveira Reiniger	518
- **Influência das estações do ano no enraizamento de miniestacas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart. & Zucc.)** - Ana Cristina da Fonseca Ziegler; Karol Buuron da Silva; Lia Rejane Silveira Reiniger; Tatiane Lais Pires Andreolla; Cláudia Carabajal de Azeredo; Leandro Dutra da Silva	529
- **Métodos para superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum*** - Willian Bizaro Pertile; Eduardo Luis Ceolin; Ezequiel Zibetti Fornari; Mateus Trevisan; Lucas Gaviraghi; Edison Bisognin Cantarelli	539
- **Necessidade de correção da acidez do solo no cultivo de cedro australiano e mogno africano** - Gutiérri Lourenço Campos; Clovis Orlando Da Ros; Geovane Sestari; Cabrieli Aline Jaeger; Maitê Luana Weber; Emerson Henrique de Oliveira Furtado	546
- **Superação de dormência em sementes de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth)** - Álvaro André Alba da Silva; Axel Bruno Mariotto; Adriele Storck; Diéssica Leticia Junges; Fernanda Devens; Edison Bisognin Cantarelli	552
- **Índice de crescimento em altura, diâmetro do coleto e emissão de folíolos em mogno (*Swietenia macrophylla*) em condições de viveiro** - José Fábio Ferreira de Souza; Carlos Adolfo Bantel; Givanildo Pereira Ortega; Rosilene Soares Façanha; Francileia Ferreira de Souza; Antônio Fagner Ferreira De Souza; Jameson Oliveira da Silva; Willian de Souza Cavalcante	558
9.8 TRABALHOS DE TECNOLOGIA	566
- **Avaliação da qualidade da madeira de *Eucalyptus viminalis* visando a produção de celulose e papel** - Caroline Ferreira Ceia Ramos; Gabriela Reche Leiria; Francine Mesquita Leite; Andressa Viater; Magnos Alan Vivian	567
- **Avaliação das características anatômicas da madeira de *Mimosa scabrella* visando a produção de papel** - Marina Sbardella; Natalia Maria Martinazzo Angelo; Talita Gatner de Souza Schwinden; Matheus Giovanni dos Santos Righez; Magnos Alan Vivian; Karina Soares Modes	574
- **Avaliação das propriedades mecânicas da madeira de *Dipteryx alata, Astronium graveolens, Bowdichia virgilioides* e *Eucalyptus grandis*** - Augusto Jorge Latreille; Joel Telles de Souza; Maiara Talgatti; Amanda Grassmann da Silveira; Laura Hoffmann de Oliveira; Guilherme Valcorte; Danrlei Gabriel Wünsch	579

- **Avaliação dos parâmetros colorimétricos de quatro espécies florestais após processo de tratamento térmico** - Laíse Guerreiro; Nidria Dias Cruz; Ezequiel Gallio; Andrey Pereira Acosta; Darci Alberto Gatto	588
- **Caracterização física da madeira de** *Cryptomeria japonica* **(Thunb. ex L.f.) D. Don aos 13 anos** - Évelyn Janaina Grosskopf; Karina Soares Modes; Gláucia Cota Nunes; Magnos Alan Vivian; Gustavo Faggiani Tomio	599
- **Caracterização morfológica fibras da madeira de** *Ocotea puberula* (Rich.) Nees **visando a produção de polpa celulósica** - Débora Caline de Mello; Ari William Pires; Joelson Lima Ferreira; Rafael Rodrigues Fernandes; Magnos Alan Vivian	606
- **Caracterização morfológica fibras da madeira de** *Sapium glandulosum* (L.) Morong **visando a produção de polpa celulósica** - Débora Caline de Mello; Ari William Pires; Joelson Lima Ferreira; Magnos Alan Vivian	612
- **Caracterização morfológica de fibras da madeira de** *Solanum mauritianum* **Scop. visando a produção de polpa celulósica** - Débora Caline de Mello; Ari William Pires; Joelson Lima Ferreira; Magnos Alan Vivian	619
- **Caracterização morfológica fibras da madeira de** *Zanthoxylum rhoifolium Lam.* **visando a produção de polpa celulósica** - Débora Caline de Mello; Ari William Pires; Joelson Lima Ferreira; Magnos Alan Vivian	625
- **Comparação entre três tipos de cola em madeira de clones de** *Eucalyptus grandis* - Luciane Gorski; Maiara Talgatti; Amanda Grassmann da Silveira; Laura Hoffmann de Oliveira; Guilherme Valcorte; Alessandra Simon Huller	632
- **Efeito da idade e do espaçamento de plantio nas propriedades energéticas da *Ateleia glazioviana* Baill** - Dionatan Lázaro de Oliveira Brum; Elder Eloy; Romulo Trevisan; Alcir Vianei Klauck; Eduarda Bandeira; Luana Candaten; Tauana de Souza Mangini; Tainara dos santos Piecha; Édina Regina Dal Molin	639
- **Influência de dois princípios ativos na estabilidade térmica do *Eucalyptus dunnii*** - Ezequiel Gallio; Nidria Dias Cruz; Rafael Beltrame; Darci Alberto Gatto	648
- **Influência de métodos de empilhamento na taxa de secagem e qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden ao ar** - Gustavo Faggiani Tomio; Karina Soares Modes	655
- **Planejamento experimental para extração de compostos fenólicos de *Eucalyptus dunnii*** - Nidria Dias Cruz; Ezequiel Gallio; Ivandra Ignês de Santi; Darci Alberto Gatto	663
- **Produtividade energética da madeira e da casca de acácia-negra em diferentes espaçamentos** - Édina Regina Dal Molin; Elder Eloy; Rômulo Trevisan; Dionatan Lázaro de Oliveira Brum	670
- **Propriedade físico-mecânicas de painéis compensados com madeira de** *Schizolobium amazonicum* **de proveniência distinta** - Karina Soares Modes; Geraldo Bortoletto Júnior; Lourdes Maria Hilgert Santos; Magnos Alan Vivian	677
- **Relação e variação longitudinal da massa específica e teor de umidade da madeira de** *Parapiptadenia rígida* - Luana Candaten; Eduarda Bandera; Tauana de Souza Mangini; Alcir Vianei Klauck; Dionatan Lázaro de Oliveira Brum; Rômulo Trevisan; Elder Eloy; Jonathan William Trautenmüller	685

- **Secagem de Folhas de** *Astroeupatorium laetevirens (*Hook. & Arn.) R.M.King & H.Rob.**: Efeito sobre Rendimento e Composição Química do Óleo Essencial** - Bibiana Fontana Batista; Berta Maria Heizmanm; Carlos Garrido Prinheiro; Nadia Helena Bianchini; Alana Silveira Palvlack; Bruno Silva de Oliveira	692
- **Trabalho produtivo e rendimento no desdobro de** *Eucalyptus* spp. **em uma serraria em Curitibanos, SC** - Ana Cristina Moura Jorge; Karina Soares Modes; Fernando Carniel França; Magnos Alan Vivian; Marina Sbardella	700

COMISSÃO ORGANIZADORA

DIRETORIA EXECUTIVA

Presidente: Doádi Antônio Brena
Primeiro Vice – Presidente: João Carlos Reginato
Segundo Vice – Presidente: Joel Telles de Souza
Primeira Secretária: Odila Gema Perin Fonseca
Segundo Secretário: João Augusto Bagatini
Primeiro Tesoureiro: Luiz Carlos Zanella
Segundo Tesoureiro: Edison Carlos Ferreira
Secretária Executiva: Aline Brena

Conselho Fiscal:

Titulares: Gilmar Capellari; Carlos Antônio Costella; Ilvandro Barreto de Melo
Suplentes: Rosa Maria Ghidini Gotardo; Carlos Alberto Zancan; Sônia Reginato

Conselho Deliberativo:

José Oscar Rigon; Ilda Paludo, Myrta Maria Cherubini
Também compõe este Conselho os ex-presidentes como membros natos: Túlio de Amorim Carvalho (VII Congresso), Pedro Roberto de Azambuja Madruga (IX Congresso), Cláudio Dilda (X Congresso), Aino Victor Ávila Jacques (XI Congresso, Doádi Antônio Brena (VIII, XII e XIII Congresso).

ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO ONZE DE AGOSTO

Profa. Isabel Minozzo Balzan - Diretora
Profa. Tamara F. Faccini - Coordenação

ESCOLA NOSSA SENHORA APARECIDA

Prof. Dr. Carlos de Queiroz de Morais - Diretor
Profa. Raquel Frison - Coordenação

INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TIRADENTES

Profa Gilmara Marchiori - Diretora
Profa. Simone Duz Sbrissa - Coordenação

COMITÊ TÉCNICO-CIENTÍFICO

Coordenador: Prof. Dr. Rafaelo Balbinot - UFSM-FW
Dra. Adelaide Juvena Kegler Ramos - EMATER
Prof. Dr. Alexandre Siminski - UFSC
Profa. Dra. Aline Biasoli Trentin - UNIPAMPA
Profa. Dra. Cibele Rosa Gracioli - UNIPAMPA
Profa. Dra. Cristiane Pedrazzi - UFSM
Prof. Dr. Darci Alberto Gatto - UFSM
Prof. Dr. Doádi Antônio Brena – UFSM
Prof. Dr. Edison Bisognin Cantarelli - UFSM-FW
Prof. Dr. Edison Rogerio Perrando – UFSM-FW
Prof. Dr. Edner Baumhardt – UFSM-FW
Prof. Dr. Fabiano de Oliveira Fortes – UFSM-FW
Prof. Guilherme Bordignon Ceolin UFSM-FW

Prof. Dr. Italo Filippi Teixeira - UNIPAMPA
Biól. João Augusto Bagatini - PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA PRATA
Prof. Dr. Joel Telles de Souza - UNOESC
Prof. Dr. Jorge Antonio de Farias – UFSM
Prof. Dr. Lauri Amandio Schorn - FURB
Prof. Dr. Leonardo Oliveira - UFPEL
Prof. Dr. Magda Lea Bolzan Zanon – UFSM-FW
Prof. Dr. Magnos Alan Vivian - UFSC
Profa. Dra. Marília Lazarotto – UFRGS
Prof. Dr. Mauro Valdir Schumacher - UFSM
Prof. Dr. Nilton César Mantovani – UFSM-FW
Prof. Dr. Oscar Agustín Torres Figueredo – UFSM-FW
Prof. Dr. Renato Beppler Spohr – UFSM-FW
Prof. Dr. Rômulo Trevisan – UFSM-FW
Prof. Dr. Rudiney Soares Pereira - UFSM
Prof. Dr. Solon Jonas Longhi – UFSM
Profa. Dra. Sonia Purin da Cruz - UFSC

COMISSÕES SETORIAIS

Comissão de Organização
Doádi Antônio Brena
João Carlos Reginato
João Augusto Bagatini
Odila Gema Perin Fonseca
Luiz Carlos Zanella
Edison Carlos Ferreira
Carlos Antônio Costella

Comissão de Inscrições
João Carlos Reginato
Aline Brena
Tania Manfredi Brena
João Augusto Bagatini
Nanci Carmen Bagatini

Comissão de Protocolo
Gustavo Bodanese Prates
Odila Gema Perin Fonseca

Comissão de Recepção e Ornamentação
Myrta Maria Cherubini
Naira Goretti Lenzi
Rosa Maria Ghidini Gotardo

Recepcionistas:
Annelize Leal
Alessandra Flávia Andretta
Camile Frata Vitória
Débora Romanoski
Eduarda Flávia Marchesini
Emanuely Ziolkowski

Flaviane dos Santos
Fernanda de Nardi
Isadora S.Bortolon
Isadora Annes Correa
Ivana Pereira Moro
Jéssica Bolzan
Karen Dahyana Ruiz
Ketlen Claudino
Laisa Albara
Laura Defendi
Mariáh Limberger
Taynara Gemniczak

Comissão de Hospedagem
Delmo Bernardo Cherubini
José Oscar Rigon
João Augusto Bagatini

9. TRABALHOS CIENTÍFICOS

O XIII Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul recebeu a inscrição de 83 trabalhos científicos que foram analisado pelo Comitê Técnico-Científico. Dos trabalhos inscritos, 78 preencheram os requisitos exigidos pelas normas de submissão e foram aprovados para a publicação nos Anais do evento.

Os trabalhos foram classificados por área temática, resultando a seguinte distribuição dos trabalhos por tema, na sequência em que são apresentados neste segundo volume:

i) **Arborização e Sistemas Agroflorestais** – 6 trabalhos;

ii) **Biomassa, Política e Economia Florestal** – 6;

iii) **Ecologia Florestal** – 7;

iv) **Fitossociologia** – 10;

v) **Manejo Florestal** – 4;

vi) **Mapeamento e Geoprocessamento** – 10;

vii) **Silvicultura** – 16; e

viii) **Tecnologia de Produtos Florestais** – 19 trabalhos.

A organização dos trabalhos científicos componentes do Volume 2 foi realizada pelo Coordenador do Comitê Técnico-Científico – Prof. Dr. Rafaelo Balbinot – da Universidade Federal de Santa Maria, Campus Frederico Westphalen, juntamente com um grupo de alunos seus orientados de pós graduação, à quem agradecemos a valiosa contribuição para a publicação destes Anais.

9.1 TRABALHOS DE ARBORIZAÇÃO E SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Avaliação qualitativa de mudas para arborização urbana

Qualitative evaluation of seedlings for urban afforestation

Janine Kervald Likoski[1]
Lauri Amândio Schorn[2]

[1] Engenheira Florestal, Universidade Regional de Blumenau – FURB. Laboratório de Silvicultura. Rua São Paulo, 3250, bairro Itoupava Seca, Blumenau, SC
jlikoski@ furb.br

[2] Professor da Universidade Regional de Blumenau – FURB. Laboratório de Silvicultura. Rua São Paulo, 3250, bairro Itoupava Seca, Blumenau, SC
lschorn@furb.br

Resumo: O estudo foi realizado no Horto Florestal Municipal de Indaial–SC e objetivou avaliar a qualidade das mudas das principais espécies produzidas e destinadas à arborização urbana local. Para a determinação qualitativa avaliaram-se 10 mudas de cada uma das espécies produzidas no local, com idades entre 05 e 06 meses, selecionadas de forma sistemática nos canteiros. As variáveis analisadas foram: altura aérea; diâmetro de colo; relação altura e diâmetro do colo; diâmetro médio de copa; comprimento de copa; relação comprimento de copa e altura aérea; comprimento radicular; relação biomassa fresca e seca, aéreas e radicial; biomassa total, fresca e seca; tamanho do recipiente. Foram avaliados ainda os seguintes atributos: plantas indesejáveis junto ao recipiente; perpendicularidade; raízes expostas; tortuosidade do caule; injúrias mecânicas; sintomas de ataque de pragas; sintomas de doenças; sintomas de deficiência nutricional. Os resultados indicaram elevadas porcentagens de mudas com defeitos, grandes desvios-padrão e heterogeneidade entre estas. Os parâmetros que mais contribuíram para a baixa qualidade das mudas foram altura, diâmetro de colo, presença de plantas indesejáveis junto ao recipiente, tortuosidade do caule e a perpendicularidade fora do padrão desejado. A análise química do substrato utilizado no viveiro apresentou níveis adequados para a maioria das propriedades químicas analisadas.
Palavras-chave: defeitos, substrato, silvicultura, viveiro.

Abstract: This study was carried in the Municipal Forest Nursery of Indaial (Southern Brazil) and aimed to evaluate the quality of the seedlings of the main species produced and destined to local urban afforestation. For the qualitative determination, 10 seedlings of each species produced in the place, with ages between 05 and 06 months, were selected systematically in the beds. The analyzed variables were: aerial height; neck diameter; height and lap diameter; cup median diameter; crown length; relation crown length and aerial height; root length; relation between fresh and dry biomass, aerial and radicle; total biomass, fresh and dry; pot size. The following attributes were also evaluated: undesirable plants in the pot; perpendicularity; exposed roots; stem tortuosity; mechanical injuries; pest attack symptoms; disease symptoms; symptoms of nutritional deficiency. Results indicated high percentages of seedlings with defects, large standard deviations and heterogeneity between seedlings. The parameters that contributed most to the low quality of the seedlings were height, lap diameter, presence of undesirable plants in the pot, stem tortuosity and perpendicularity outside the desired standard. The chemical analysis of the substrate used in the nursery presented adequate levels for most of the chemical properties analyzed.
Key words: deformity, substrate, silviculture, forest nursery.

1. INTRODUÇÃO

Os benefícios propiciados pela arborização urbana são comumente considerados como, ecológicos, estéticos, econômicos e sociais. Para atingir esses benefícios, as mudas utilizadas devem possuir uma boa qualidade, tendo

características, tais como, sistema radicular bem desenvolvido, rusticidade, boa formação de copa, bom aspecto fitossanitário e nutricional, tronco ereto, caule perpendicular em relação ao nível do solo, volume de torrão adequado e isento de plantas indesejáveis, embalagem adequada (GONÇALVES et al., 2004).

Ainda, tratando-se dos múltiplos fatores relacionados à produção de mudas, está o substrato utilizado. Sua principal função é sustentar a muda e garantir condições para um bom desenvolvimento do sistema radicial e seu funcionamento, bem como fornecer os nutrientes imprescindíveis ao desenvolvimento desta. Diversos materiais e misturas são usados para garantir bons resultados na germinação de sementes e enraizamento. Entre as várias características que o substrato deve apresentar está a porosidade (micro e macro), isenção de nematoides e patógenos, ausência de outras sementes (competidoras), alta capacidade de troca catiônica, matéria orgânica (HARTMANN et al., 1997).

Diante do exposto, a análise qualitativa e quantitativa das mudas é um fator indispensável, pois é necessário evidenciar as variáveis que mais influenciam na qualidade da produção de mudas e a partir da sua identificação realizar adaptações no sistema de produção.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O trabalho foi realizado no Horto Florestal Municipal de Indaial–SC, com a finalidade de avaliar a qualidade das mudas de onze espécies produzidas para a arborização urbana no município.

A avaliação da qualidade das mudas foi realizada através de análises por variáveis e atributos. O levantamento foi iniciado no mês de março de 2016 e finalizado em outubro de 2016.

Para a determinação qualitativa avaliaram-se 10 mudas de cada uma das espécies produzidas no local entre 05 e 06 meses de idade. Estas foram selecionadas de forma sistemática no canteiro, a cada 10% das mudas totais da espécie se retirou uma planta para avaliação.

A avaliação das variáveis foi realizada para características que podem ser mensuradas, sendo verificadas por muda e espécie: altura da parte aérea (H); diâmetro de colo (DC); relação altura e diâmetro do colo (RHD); diâmetro médio de copa (DCp) a partir de quatro medidas conforme orientação norte-leste-sul-oeste; comprimento de copa (CC); relação comprimento de copa e altura da parte aérea (CC/H); comprimento radicular (CR); relação da biomassa fresca e seca da parte aérea (BFA e BSA) e radicial (BFR e BSR); biomassa total fresca (BTF) e seca por muda (BTS); tamanho do recipiente.

Na análise de atributos, pretendeu-se constatar se as mudas apresentavam ou não as seguintes características: plantas indesejáveis junto ao recipiente; perpendicularidade (considerou-se ideal quando a muda formou um ângulo próximo de 90° em relação ao nível do substrato); raízes expostas; tortuosidade do caule; injúrias mecânicas; sintomas de ataque de pragas; sintomas de doenças; sintomas de deficiência nutricional.

A caracterização química do substrato a base de cinza de caldeira de biomassa, solo vermelho, cama de frango e serragem curtida, utilizado para a produção das mudas, foi efetuada através de análise realizada na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural - Epagri de Santa Catarina no Laboratório de Análise

de Solo da Estação Experimental de Ituporanga. Foram analisados os seguintes parâmetros: pH, P, Ca, Mg, K, CTC, V%, m% e M.O.

Para verificar quais características contribuem para a qualidade das mudas, foi efetuada análise das variáveis através de estatísticas descritivas (média e desvio-padrão). Já a análise de atributos (presença/ausência) foi realizada graficamente.

As variáveis também foram compiladas com a finalidade de detectar os problemas e defeitos mais frequentes na produção de mudas, assim como as principais propriedades químicas do substrato utilizado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da avaliação das variáveis qualitativas das principais espécies para arborização urbana, produzidas no Horto Florestal Municipal de Indaial estão relacionados na Tabela 1.

Entre as espécies analisadas, cinco apresentaram médias e/ou desvios-padrão em altura que podem ser considerados fora dos padrões recomendados (20 a 35 cm) segundo critérios de Gonçalves e Benedetti (2000). Estas são *H. pentaphyllus, A. cunninghamiana, C. fissilis, H. umbellatus* e *E. uniflora*. Ainda, *R. mucosa* e *H. impetiginosus* exibiram alturas relativamente superiores a esses padrões, o que não implica negativamente na qualidade das mudas destinadas à arborização urbana.

Gonçalves e Benedetti (2000) consideram que o diâmetro de colo adequado para a maioria das espécies deve estar entre 5 e 10 mm. Neste contexto, é possível verificar que somente três espécies (*R. mucosa*, *A. cunninghamiana* e *H. impetiginosus*) apresentaram diâmetro mínimo indicado como ideal pela literatura.

Em relação à RHD, a maioria das espécies (7) apresentaram mudas com valores médios fora do intervalo desejável, ou seja, entre 5,4 até 8,1 (CARNEIRO, 1995). Isto pode acarretar em mudas de qualidade inferior para essas espécies, visto que a faixa de valores resultantes não representa em sua totalidade o intervalo de balanceamento entre ambas as características.

O CC verificado pode descrever a capacidade de crescimento da muda, pois apresenta, em geral, boa correlação com acumulação de reservas na planta. Este variou de 1,5 ± 3,2 em *H. impetiginosus* a 18,4 ± 7,2 cm em *R. mucosa*. Embora os valores possam refletir as características morfológicas das espécies, de forma geral, espécies com baixos valores de CC, como é o caso de *H. impetiginosus H. umbellatus, A. muricata, E. uniflora*, indicam menor vigor de crescimento,

O DCp também apresentou grande faixa de variação, com valores entre 4,0(± 6,0) e 28,0 (± 11,8) cm. A provável causa dos baixos valores encontrados e as grandes oscilações é devida a ausência de copa observada por diversas mudas das espécies durante a obtenção das medidas dos raios. Além disso, as características arquitetônicas das copas das espécies são diferentes, o que pode contribuir para as diferenças de valores encontrados.

Em relação ao comprimento das raízes, deve-se considerar que o crescimento radicular varia de acordo com a espécie e, em viveiro, com o comprimento do recipiente. As espécies que apresentaram sistema radicular mais desenvolvido foram *R. mucosa, H. impetiginosus* e *H. pentaphyllus*. Esta propriedade permite a exploração de um maior volume de solo em profundidade, o que possibilita estas espécies através da ciclagem de nutrientes, transferir grande quantidade de nutrientes absorvidos nas camadas inferiores do solo para as superiores.

Tabela 1. Média e desvio-padrão das variáveis morfológicas de mudas analisadas por espécie.

Espécie	H (cm)	DC (mm)	RHD	CC (cm)	DCp (cm)
Rollinia mucosa (Jacq.) Baill.	38,9 ± 9,4	7,4 ± 2,3	5,4 ± 1,2	18,4 ± 7,2	11,7 ± 2,5
Annona muricata L.	27,8 ± 4,6	11,3 ± 11,4	4,3 ± 2,8	5,8 ± 7,7	4,0 ± 6,0
Handroanthus pentaphyllus (L.) Mattos	17,7 ± 5,6	3,7 ± 1,6	5,0 ± 1,1	8,3 ± 4,1	10,4 ± 5,9
Euterpe edulis Mart.	27,6 ± 5,8	4,8 ± 1,8	6,2 ± 1,8	16,0 ± 3,7	28,0 ± 11,8
Archontophoenix cunninghamiana (H.Wendl.) H.Wendl. & Drude	18,2 ± 4,6	6,8 ± 1,5	2,8 ± 0,7	13,6 ± 4,0	21,6 ± 5,3
Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos	34,4 ± 8,4	8,1 ± 1,9	4,4 ± 1,0	1,5 ± 3,2	4,6 ± 9,9
Psidium cattleianum Sabine	24,2 ± 2,0	3,4 ± 0,9	7,5 ± 1,7	11,3 ± 2,8	11,0 ± 3,7
Cedrela fissilis Vell.	21,4 ± 4,6	3,5 ± 1,1	6,8 ± 3,6	12,2 ± 5,6	27,3 ± 4,9
Handroanthus umbellatus (Sond.) Mattos	15,0 ± 2,2	3,5 ± 0,9	4,6 ± 1,4	5,9 ± 2,0	23,0 ± 3,3
Eugenia uniflora L.	20,1 ± 2,7	1,9 ± 0,4	10,9 ± 2,2	6,8 ± 2,7	13,1 ± 3,2
Plinia trunciflora (O.Berg) Kausel	22,3 ± 1,8	3,3 ± 0,4	7,0 ± 1,3	15,0 ± 3,0	18,7 ± 2,3
Espécie	**CR (cm)**	**CC/H (%)**	**BFA (g)**	**BFR (g)**	**BTF (g)**
Rollinia mucosa (Jacq.) Baill.	26,0 ± 13,5	49 ± 18	11,5 ± 8,6	9,3 ± 7,8	20,8 ± 16,1
Annona muricata L.	14,2 ± 2,4	23 ± 31	6,5 ± 3,3	7,5 ± 6,7	14,1 ± 9,8
Handroanthus pentaphyllus (L.) Mattos	17,4 ± 5,6	48 ± 22	2,7 ± 1,4	2,9 ± 5,0	5,5 ± 6,3
Euterpe edulis Mart.	15,8 ± 2,9	59 ± 10	6,7 ± 4,5	3,7 ± 3,3	10,4 ± 7,3
Archontophoenix cunninghamiana (H.Wendl.) H.Wendl. & Drude	15,0 ± 1,5	74 ± 5	3,8 ± 1,2	1,8 ± 0,6	5,6 ± 1,7
Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos	22,0 ± 6,3	3 ± 7	6,5 ± 3,1	14,1 ± 8,1	20,5 ± 10,3
Psidium cattleianum Sabine	12,7 ± 0,6	47 ± 12	3,3 ± 1,1	4,6 ± 2,5	7,8 ± 2,6
Cedrela fissilis Vell.	12,6 ± 2,1	57 ± 7	4,2 ± 1,3	1,5 ± 1,0	5,7 ± 2,2
Handroanthus umbellatus (Sond.) Mattos	13,6 ± 2,9	39 ± 11	3,2 ± 0,6	3,1 ± 1,4	6,3 ± 1,6
Eugenia uniflora L.	12,5 ± 1,2	33 ± 11	2,5 ± 0,7	0,6 ± 0,1	3,0 ± 0,8
Plinia trunciflora (O.Berg) Kausel	11,9 ± 1,0	67 ± 10	3,1 ± 0,6	7,1 ± 3,2	10,2 ± 3,6
Rollinia mucosa (Jacq.) Baill.	4,0 ± 3,5	3,5 ± 3,3	7,5 ± 6,6	1,4 ± 0,4	1,3 ± 0,3
Annona muricata L.	2,3 ± 1,4	2,9 ± 2,7	5,1 ± 4,0	1,3 ± 0,6	1,1 ± 0,5
Euterpe edulis Mart.	1,9 ± 1,3	1,1 ± 1,0	3,0 ± 2,3	2,5 ± 2,1	2,0 ± 0,6
Archontophoenix cunninghamiana (H.Wendl.) H.Wendl. & Drude	1,0 ± 0,3	0,9 ± 0,2	1,5 ± 0,5	2,2 ± 0,4	2,2 ± 0,6
Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos	2,7 ± 1,4	4,0 ± 2,6	6,7 ± 3,8	0,5 ± 0,2	0,8 ± 0,3
Psidium cattleianum Sabine	1,3 ± 0,4	2,2 ± 0,8	3,6 ± 0,9	0,9 ± 0,6	0,7 ± 0,4
Cedrela fissilis Vell.	1,1 ± 0,4	0,6 ± 0,3	1,6 ± 0,7	3,7 ± 1,9	2,4 ± 1,3
Handroanthus umbellatus (Sond.) Mattos	1,3 ± 0,2	1,3 ± 0,5	2,5 ± 0,7	1,2 ± 0,4	1,2 ± 0,4
Eugenia uniflora L.	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,7 ± 0,2	4,3 ± 0,8	1,1 ± 0,1
Plinia trunciflora (O.Berg) Kausel	1,8 ± 0,3	2,5 ± 1,0	4,3 ± 1,3	0,6 ± 0,3	0,8 ± 0,3

A relação entre CC/H, isto é, a proporção de copa, variou de 3% ± 7% a 74% ± 5% entre as espécies, sendo *A. cunninghamiana, P. trunciflora* e *C. fissilis* as espécies com valores mais elevados nesta relação. Essa amplitude resultante está associada às diferentes dimensões das mudas avaliadas. Quanto maior a porcentagem, mais produtiva pode ser a árvore quando adulta (ROMAN; BRESSAN; DURLO, 2009). Valores dessa relação mais elevados indicam bom desenvolvimento

horizontal e vertical da copa, o que é resultante da disponibilidade de espaço para crescimento e ausência de competição. *H. impetiginosus* apresentou o menor valor para essa relação, indicando que as mudas no viveiro podem estar em fase de competição por espaço ou ainda, por se tratar de uma espécie decídua.

Quanto à BFA, observa-se que *R. mucosa, E. edulis* e *H. impetiginosus* apresentaram pesos que se sobressaíram em relação às demais espécies avaliadas. Já as maiores produções de BFR e mais elevadas BTF foram exibidas por *R. mucosa, H. impetiginosus* e *A. muricata*. As variáveis discutidas neste trabalho destacam a biomassa seca das mudas, pois a utilização da biomassa fresca como parâmetro para a determinação da qualidade da muda apresenta maior hipótese de erro devido ao volume de água nesta contida (MULA, 2011).

A BSA aponta a rusticidade das mudas, sendo que os valores maiores caracterizam mudas mais lignificadas e rústicas, possuindo maior aproveitamento em ambientes com condições adversas (GOMES; PAIVA, 2006). Para BSA, os valores variaram de 0,4 ± 0,1 g para *E. uniflora* a 4,0 ± 3,5 g para *R. mucosa*.

Gomes e Paiva (2004) acrescentam a importância da BSR, pois quanto mais elevado for o peso seco dela, maior será sua qualidade. Dessa forma, os resultados obtidos através da avaliação das mudas permitem evidenciar que os pesos oscilaram de 0,3 ± 0,1 g para *E. uniflora* a 4,0 ± 2,6 para *H. impetiginosus*.

A BTS compreende a soma de BSA e BSR, e quanto maior for esse valor, melhor será a qualidade das mudas produzidas (CRUZ; PAIVA; GUERRERO, 2006). Os maiores valores para BTS foram encontrados em *R. mucosa, H. impetiginosus* e *A. muricata*, e o menor para *E. uniflora*.

O índice de qualidade dado pela relação BSA/BSR, conforme Caldeira et al. (2008), deve ser 2 ou menor. Uma relação muito alta pode restringir a sobrevivência da muda em campo, uma vez que as raízes não conseguiriam nutrir a parte aérea. Conforme a proporção defendida pelos autores, as espécies que possuem médias e variações inadequadas são *H. pentaphyllus, E. edulis, A. cunninghamiana* e *C. fissilis.* Ainda, considerando este mesmo padrão e observando a relação BFA/BFR, constata-se que as mesmas espécies apresentaram índice inapropriado, além de *E. uniflora.*

Diante deste contexto, é possível afirmar que há ocorrência de mudas com as variáveis abaixo e acima dos limites recomendados. Além disso, também se evidencia que os desvios-padrão determinados são demasiadamente altos, o que denota ausência de homogeneidade nas mudas. Entretanto, julga-se interessante realizar uma avaliação qualitativa das mudas com maior número de repetições e análise dos resultados de acordo com as características morfológicas para cada espécie.

A qualidade das mudas também está relacionada ao tipo de recipiente empregado na produção destas, visto que este determina a limitação para o crescimento das raízes. Todas as espécies avaliadas foram produzidas em sacos plásticos de polietileno, com os volumes (cm^3): *P. trunciflora* - 473; *E. edulis* e *A. cunninghamiana* - 492; *H. umbellatus* - 520; *C. fissilis* - 526; *P. cattleianum* e *E. uniflora* - 541; *R. mucosa* e *H. pentaphyllus* - 551 e; *A. muricata* e *H. impetiginosus* - 699.

Desta forma é possível constatar que os tamanhos de recipientes podem promover crescimentos radiculares diferentes. Em geral, nos recipientes mais volumosos existe maior disponibilidade de espaço, de nutrientes e água. Neste estudo espécies como *H. impetiginosus e R. mucosa* exibiram maiores

comprimentos e biomassa de raiz. Já o menor sistema radicular correspondeu ao menor recipiente utilizado (*P. trunciflora).*

Os problemas encontrados na avaliação por atributos foram priorizados em nível de importância, ou seja, relacionados por frequência. Na sequência são apresentados os defeitos encontrados nas principais espécies produzidas e avaliadas no Horto Florestal Municipal de Indaial (Figura 1).

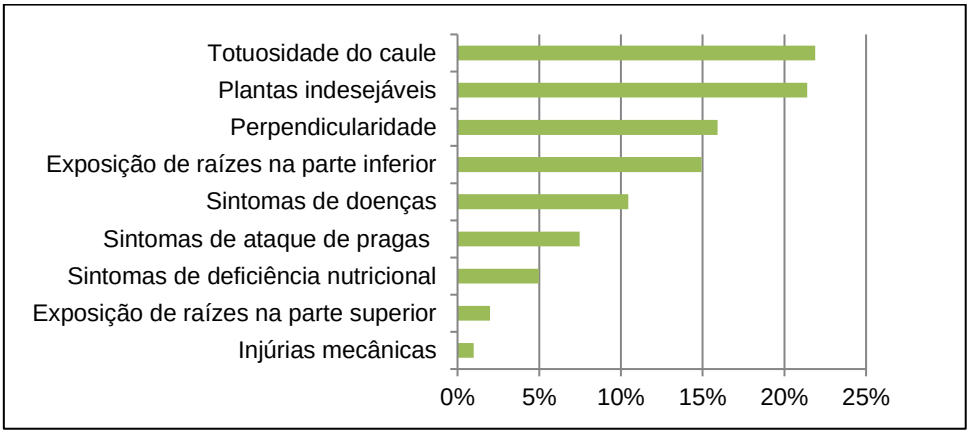


Figura 1. Frequência dos defeitos encontrados na avaliação das mudas no Horto Municipal de Indaial–SC.

Observa-se que os defeitos que mais contribuíram para a diminuição da qualidade das mudas foram tortuosidade do caule, presença de plantas indesejáveis junto ao recipiente e a perpendicularidade fora do padrão, que correspondem às três primeiras características, contribuindo com 59%. A prioridade das correções deve ser na sequência em que os defeitos são apresentados na Figura 1.

As características químicas do substrato para produção das mudas avaliadas são exibidas na Tabela 2.

O pH em solução recomendado para um substrato com a finalidade de produção de mudas nativas varia entre 5,5 e 6,5 (GONÇALVES; POGGIANI, 1996). Porém, para Kämpf (2000) quando o substrato for a base de solo mineral, a faixa de pH indicada é de 6,0 a 6,5. O pH do substrato analisado em questão, ficou somente na faixa ideal descrita por Gonçalves e Poggiani (1996). Esses autores também recomendam que os níveis de P devam estar entre 400 e 800 mg/dm³, os níveis de Ca entre 100 e 200 mmolc/dm³, os níveis de Mg entre 50 e 100 mmolc/dm³, e os níveis de K entre 30 e 100 mmolc/dm³. Assim, o substrato utilizado possui teores de P, Ca e Mg em concentrações adequadas, enquanto K possui nível inferior que o recomendado.

Valores de CTC acima de 200 mmolc/dm³ são classificados adequados para um substrato (GONÇALVES; POGGIANI, 1996), portanto, o CTC obtido neste trabalho apresentou níveis adequados.

A saturação por bases, segundo Ronquim (2010), é um ótimo indicativo das condições gerais de fertilidade do solo. De acordo com a análise efetuada o substrato apresentou boa fertilidade (V% ≥ 50%), e quanto à toxidez por alumínio não manifestou nenhum nível de saturação por Al^{3+}.

Desta forma, o substrato utilizado no Horto Florestal Municipal de Indaial apresentou níveis adequados para a maioria das propriedades químicas analisadas.

Tabela 2. Parâmetros avaliados na análise química do substrato utilizado no Horto Florestal Municipal de Indaial.

Propriedade química	Unidade		Nível	Recomendação	Autor(es)
Argila	%	26		-	-
pH	H2O	5,6	Médio	5,5 a 6,5 6,0 a 6,5	a b
Índice SMP	-	5,9	Médio	-	-
Fósforo	mg/dm³	561,8	Muito alto	400 a 800	a
Potássio	mmolc/dm³	19,03	Muito Alto	30 a 100	a
Matéria Orgânica	%	11,3		~ 40	c
Alumínio	cmolc/dm³	0,0		-	-
Cálcio	mmolc/dm³	140	Alto	100 a 200	a
Magnésio	mmolc/dm³	77	Alto	50 a 100	a
Hidrogênio + Alumínio	cmolc/dm³	4,7		-	-
CTC pH 7.0	mmolc/dm³	282,8		> 200	a
Saturação na CTC Al	%	0,00		-	-
Saturação na CTC V	%	83,38		-	-
Soma Bases S	-	23,58		≥ 50	d
Relação Ca/Mg	-	1,82		-	-
Relação Ca/K	-	7,36		-	-
Relação Mg/K	-	4,03		-	-

a) Gonçalves e Poggiani (1996); b) Kämpf (2000); c) David et al. (2008); d) Ronquim (2010).
Fonte: Resultado de análise de solo realizado pela EPAGRI, Estação Experimental de Ituporanga, SC.

4. CONCLUSÕES

As mudas avaliadas no presente estudo apresentaram elevada quantidade de defeitos, amplos desvios-padrão e heterogeneidade dos parâmetros.

Os parâmetros que mais contribuíram para a menor qualidade das mudas foram altura, diâmetro de colo, tortuosidade do caule, presença de plantas indesejáveis junto ao recipiente e a perpendicularidade fora do padrão desejado.

A avaliação apontou que, de forma geral, as técnicas de manejo e tratos culturais realizados nas mudas para arborização urbana no local do estudo, não estão adequadas. No entanto, o substrato utilizado na produção das mudas apresentou as principais propriedades químicas dentro dos níveis recomendados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALDEIRA, Marcos Vinicius Winckler et al. Composto orgânico na produção de mudas de Aroeira-Vermelha. **Scientia Agraria,** Curitiba, v. 9, n. 1, p.27-33, 2008.

CARNEIRO, José Geraldo de Araujo. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF: Editora Folha de Viçosa, 1995. 451 p.

CRUZ, Cezar Augusto Fonseca; PAIVA, Haroldo Nogueira de; GUERRERO, Cláudio Renato Amadio. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (Samanea inopinata (Harms) Ducke). **Revista Árvore,** Viçosa, v. 30, n. 4, p.537-546, 2006.

DAVID, Marco Antonio et al. Efeito de doses de superfosfato simples e de matéria orgânica sobre o crescimento de mudas de maracujazeiro 'amarelo'. **Pesquisa Agropecuária Tropical,** Goiânia, v. 38, n. 3, p.147-152, 2008.

GOMES, José Mauro; PAIVA, Haroldo Nogueira de. **Viveiros florestais:** propagação sexuada. Viçosa: UFV, 2004. 116 p.

GOMES, José Mauro; PAIVA, Haroldo Nogueira de. **Viveiros florestais:** propagação sexuada. Viçosa: UFV. 2006. 116 p.

GONÇALVES, Elzimar de Oliveira et al. Avaliação qualitativa de mudas destinadas à arborização urbana no Estado de Minas Gerais. **Revista Árvore,** Viçosa, v. 28, n. 4, p.479-486, 2004.

GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; BENEDETTI, Vanderlei. **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2000. 427 p.

GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; POGGIANI, Fábio. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13. Águas de Lindóia, 1996. **Resumos**. Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, CD-ROM, 1996.

HARTMANN, Hudson Thomas et al. **Plant propagation:** Principles and practices. 6. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997. 770 p.

KÄMPF, Atelene Normann. **Produção comercial de plantas ornamentais.** Guaíba: Agropecuária, 2000. 254 p.

KRATZ, Dagma. **Substratos renováveis na produção de mudas de Eucalyptus benthamii Maiden et Cambage e Mimosa scabrella Benth.** 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

MULA, Horácia Celina Armando. **Avaliação de diferentes substratos na produção de mudas de Sebastiania commersoniana (Baillon) L. B. Smith & R. J. Downs.** 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

ROMAN, Maína; BRESSAN, Delmar Antonio; DURLO, Miguel Antão. Variáveis morfométricas e relações interdimensionais para *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. **Ciência Florestal,** Santa Maria, v. 4, n. 19, p.473-480, 2009.

RONQUIM, Carlos Cesar. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais.** Campinas: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2010. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 8. 27 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400 p

Diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização urbana no setor D, Alta Floresta, MT.

Qualitative and quantitative diagnosis of the urban afforestation in the sector D, Alta Floresta, MT.

Joelson Lima Ferreira [1]
Débora Caline de Mello[1]
Ari William Pires[1]

[1]Universidade do Estado de Santa Catarina UDESC, Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro, Lages – SC, 88523-000
joelsonlimaf@hotmail.com

[1]Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, Rodovia Ulysses Gaboardi, 3000 - Km 3, Curitibanos - SC, 89520-000
debbora.kalynne1@gmail.com

[1]Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, Rodovia Ulysses Gaboardi, 3000 - Km 3, Curitibanos - SC, 89520-000
a.williampires@gmail.com

Resumo: Objetivou-se diagnosticar a arborização urbana qualitativa e quantitativa do Setor D, na cidade de Alta Floresta-MT. Foi realizada uma amostragem, sorteando aleatoriamente três ruas, nas quais foram feitas um censo. Os dados foram coletados em um formulário padronizado, que continham informações sobre data de coleta, nome das ruas, nome do setor, nome vulgar das espécies, problemas com a raiz, afastamento predial, altura total, altura da primeira bifurcação, diâmetro e situação das copas. Nas três ruas inventariadas foram encontradas 99 plantas arbóreas, pertencentes a 4 espécies, sendo uma delas (*Oiti*) responsável por quase 62% dos indivíduos levantados. Das ruas estudas a D-6 e a D-7 apresentaram o maior percentual de indivíduos, 48,49% e 37,37% respectivamente. Já a D-2 demonstrou o menor percentual (14,14%). Outras análises demonstraram ainda que a situação das copas em relação às fiações, ruas e casas não é preocupante, pois a maioria dos indivíduos não apresenta qualquer tipo de avanço que possa interferir nesses locais.
*Palavras-chave***:** passeio 1, Oití 2, árvore 3, rua 4

Abstract. The objective was to diagnose the qualitative and quantitative urban afforestation of Sector D, in the city of Alta Floresta-MT. Sampling was carried out, randomly raffling three streets, in which a census was taken. The data were collected in a standardized form, which contained information about date of collection, name of streets, name of the sector, common name of the species, problems with root, land clearance, total height, height of first bifurcation, diameter and glasses In the three inventoried streets were found 99 tree plants, belonging to 4 species, one of them (Oiti) responsible for almost 62% of the individuals surveyed. From the streets studied, D-6 and D-7 had the highest percentage of individuals, 48.49% and 37.37%, respectively. D-2, on the other hand, showed the lowest percentage (14.14%). Other analyzes have also shown that the situation of canopies in relation to wirings, streets and houses is not worrisome, since most individuals do not present any type of advance that may interfere in these places.
Key words: tour2, Oiti 2, tree 3, street 4

1. INTRODUÇÃO

A arborização urbana é o conjunto de áreas públicas e privadas com vegetação predominantemente arbórea ou em estado natural que uma cidade apresenta,

incluindo árvores de ruas e avenidas, parques públicos e demais áreas verdes**.** (MILLLANO, 1988).

Segundo Lombardo (1990), a arborização ajuda na caracterização da paisagem de ruas e parques, além de contribuir para dar noção de espaço ao ser humano e realçar o ambiente físico da cidade.

SILVA et al.(2006) ressalta que as características e parâmetros a serem avaliados, devem abordar alguns pontos, como a localização da árvore (nome da rua, bairro), características da árvore (espécie, porte, fitossanidade) e características do meio (largura de ruas e passeios, espaçamento do plantio, pavimentação dos passeios, presença de redes de serviços).

Conforme Silva (2008), o principal fator que historicamente contribui para a implantação da arborização em cidades, é o embelezamento que esta proporciona, entretanto pelo dinamismo que a utilização de plantas proporciona a paisagem construída, está acaba promovendo também o bem-estar aos seres humanos.

Paula e Melo (2010), destacam que um plantio mal planejado é um procedimento muito comum, causando prejuízos como: rompimento de fios de alta tensão, interrupção no fornecimento de energia elétrica, entupimento de redes de esgoto e calhas, rachaduras em calçadas, obstáculos para circulação e acidentes envolvendo pedestres, veículos ou edificação.

Segundo SATAMOUR JUNIOR (1970, Apud Fadia 2007), para que as ruas sejam bem arborizadas se faz necessárias manutenções periódicas nesses locais, para que as árvores não alcancem a fiação elétrica, o que causaria sérios transtornos, além de apresentar perigos às pessoas que circulam neste local. É preciso ter prévio conhecimento sobre a espécie plantada para que não ocorra problemas com raízes quebrando calçadas, meios fios ou guias e muros ou mesmo quebrando galhos que podem cair sobre carros e pessoas oferecendo riscos.

Porém com o crescimento desorganizado da maioria das cidades brasileiras é comum encontrar ausência de planejamento na arborização urbana. Por isso a necessidade de um plano de arborização bem executado, devendo haver uma organização conjunta entre os elementos físicos e ambientais, como por exemplo: largura dos passeios e canteiros; presença de fiação aérea entre outros (SANTOS, 2001).

O trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização urbana do Setor D, na cidade de Alta Floresta-MT.

2. METODOLOGIA

2.1 **Área de Estudo**

O estudo foi realizado no Setor D na cidade de Alta Floreta. A cidade de Alta Floresta está situada ao Norte da região Centro-Oeste brasileira, no estado de Mato Grosso a cerca de 830 km da capital, Cuiabá. Apresenta as coordenadas 09º 52' 32" S 56º 05' 10" W, 283m de altitude. A temperatura média anual é de 26°C. A pluviosidade média é de 2281mm/ano, apresentando duas estações bem definidas: verão chuvoso e inverno seco (CPTEC/INPE, 2016).

2.2 **Inventário**

O método de inventário utilizado no levantamento foi em forma de amostragem. Para isso, foram sorteadas aleatoriamente seis ruas (D-6, D-7 e D-2). Em cada rua foi realizado um inventario total, onde os dados coletados apresentam caráter quali-quantitativo.

Os dados foram coletados em junho de 2016, com o auxílio de um formulário munido de informações das ruas e das árvores (espécie, altura total, altura da bifurcação, CAP, problemas com a raíz e situação das copas).

2.3 **Avaliações**

Para a avaliação da homogeneidade de espécies no Setor, observou-se a diversidade de espécies a partir de visitas a cada rua sorteada, anotando-se as espécies encontradas, bem como também as que não foram identificadas, sendo estas classificadas como uma única espécie.

Com relação à situação das copas das árvores, avaliou-se o avanço em direção à fiação que pode causar problemas com a rede de energia às casas que pode trazer insegurança aos moradores, além de reduzir a iluminação natural; e à rua que pode dificultar o tráfego de veículos e aumentar o risco de acidentes.

Esses parâmetros das copas das árvores foram classificados em quatro classes, da seguinte forma: classe I – não há avanço da copa; classe II – pouco avanço (<0,5m); classe III – avanço médio (0,5-1m); muito avanço (>1m).

As árvores dessas ruas também foram avaliadas com relação ao seu DAP e altura, sendo que para isso utilizou-se uma fita métrica e um aplicativo móbile (*Measure Height*), respectivamente. Esse Software calcula a altura exata de árvores a partir de relações trigonométricas entre a distância do observador até a árvore e o ângulo formado entre a base e o ápice da árvore.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que apenas a Rua D2 apresentou largura inferior a 7m, as outras duas ruas amostradas apresentaram largura igual a 7,5 m. Desta forma, de acordo com o CEMIG, as ruas D6 e D7 são classificadas como largas, por apresentarem largura superior a 7,0m. Enquanto que o passeio foi considerado largo apenas na Rua D-2 por apresentar largura superior a 2 m (Tabela 1).

Tabela 1. Ocorrência de árvores por rua amostrada e larguras das ruas e passeios.

Rua	Rua (m)	Passeio (m)	Nº de árvores	%
D2	6,9	3,4	14	14,14
D6	7,5	1,8	48	48,49
D7	7,5	1,9	37	37.37
Média	7,3	2,36	33	33,33
Total	-	-	99	100

Ainda é possível destacar que houve uma considerável variação entre os números de indivíduos existente em cada uma das ruas selecionadas. Sendo a rua D-6 a que apresentou a maior arborização, possuindo 48 árvores, ou seja, 48,49% do total. Em seguida, verificou-se a Rua D-7 com 37,37%, ou seja, 37 indivíduos. A

Rua D-2 foi a que apresentou o menor número de indivíduos, apenas 14, e consequentemente, o menor percentual (14,14%).

Nas ruas do Setor D estudadas, foram encontradas 99 plantas arbóreas, pertencentes a 4 espécies, sendo elas *Fuchisia boliviana* Carrière popularmente conhecida por Boliviana, *Ficus benjamina* conhecida como Ficus e *Licania tomentosa* vulgarmente chamada de Oiti (Tabela 2).

Tabela 2. Espécies ocorrentes no Setor D, quantidade de indivíduos encontrados e ocorrência (%).

Nome Popular	Nome científico	Nº	(%)
Boliviana	*Fuchsia boliviana - Carrière*	20	20,2
Figueira-benjamim	*Ficus benjamina*	1	1,01
NI	-	17	17,17
Oiti	*Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch)	61	61,62
Total		**99**	**100**

Diversos autores, dentre eles Grey & Deneke (1978, apud TEIXEIRA, 1999) explicam que indivíduos de uma mesma espécie não devem ultrapassar 15% dentro de uma população arbórea urbana, devido a maior facilidade de propagação de pragas e doenças. Entretanto, essa recomendação, na maioria das vezes não é seguida, devido ao maior valor estético dado a uma população mais homogênea e uniforme, principalmente nos períodos de floração.

Como pode ser observada na tabela 2, a população de Oiti correspondeu a quase 62% dos indivíduos totais. Isso pode ser explicado pelos benefícios que essa espécie apresenta tanto pelo sombreamento e valor estético devido sua copa globosa e cheia, como também por apresentar raízes profundas e não agressivas, não prejudicando o calçamento, e assim reduzindo gastos com manutenção (PATRO, 2014).

Após o Oiti, a espécie que apresentou maior número de indivíduos foi a Boliviana (20,2%), seguida pelas espécies não identificadas (17,17%) e por último o Figueira-benjamim, com apenas um representante (1,01%).

Pouco mais de 32% dos indivíduos analisados possuem DAP entre 10 e 20 cm, sendo este o percentual mais elevado, já a classe I foi a que mostrou o menor percentual de números de indivíduos (Tabela 3).

Tabela 3. Classes de DAP, números de indivíduos e ocorrência (%)

Classes	Nº	(%)
I	17	17,18
II	32	32,32
III	28	28,28
IV	22	22,22
Total	**99**	**100**

Classe I: <10cm; Classe II: 10-20cm; Classe III: 20-30 cm; Classe IV: >30cm

As diferentes condições de copa (tabela 4) nos mostram que nas três situações avaliadas (copa fiação, copa rua e copa casa) a maior concentração de indivíduos se encontra na classe I, em que não há avanço.

Tabela 4. Situação das copas quanto os avanços para a fiação, para a rua e para a casa.

Classe	Copa Fiação		Copa Rua		Copa Casa	
	N°	(%)	N°	(%)	N°	(%)
I	87	87,88	91	91,92	55	55,55
II	2	2,02	1	1,01	14	14,14
III	4	4,04	3	3,03	14	14,14
IV	6	6,06	4	4,04	16	16,17
Total	**99**	**100**	**99**	**100**	**99**	**100**

P/ avanço da copa rua: I não há avanço; II < 0,5m; III 0,5-1m; IV > 1m.
P/ avanço da copa casa: I não há avanço; II < 0,5m; III 0,5-1m; IV > 1m.
P/ avanço da copa fiação: I não há avanço; II avança pouco; III avanço médio; IV avança muito.

Quanto ao avanço da copa em relação à fiação 87,88% dos indivíduos não apresentam qualquer interferência, e apenas 6,06% avançam muito, necessitando de algum tipo de poda urgente. Analisando o avanço das copas em direção à rua, somente 4,04% interferem, enquanto que 91,92% não apresentam qualquer avanço. A última situação analisada foi o das copas em relação às casas, em que os mesmos resultados se repetem em que 55,55% dos indivíduos não avançam seguidos por 16,17% dos indivíduos que avançam mais de 1m.

Tabela 5. Classes da altura total das árvores, quantidade de indivíduos e ocorrência (%).

CLASSES	QUANTIDADE	(%)
I	69	69,7
II	27	27,27
III	3	3,03
IV	0	0
Total	**99**	**100**

Classe I: < 5m; Classe II: 5-10m; Classe III: 10-15m; Classe IV: >15m

Com relação à altura total das árvores verificou-se que o maior número de indivíduos, ou seja, 67,7% apresentaram altura inferior a 5 m, caracterizando desta forma, as plantas como jovens, podendo esta caracterização ser explicada pelo plantio recente das mesmas. Já as árvores que possuem altura entre 5 e 10 m apresentaram aproximadamente 27,27% dos indivíduos. Árvores com altura entre 10 e 15 m apresentaram um percentual muito baixo, pouco mais de 3%.

4. CONCLUSÃO

Diante das informações apresentadas, é notável destacar que a maioria dos indivíduos que compõem a arborização do Setor D não apresentaram necessidade de poda.

Levando-se em consideração as problemáticas existentes quando o assunto é arborização Urbana, como por exemplo, avanço da copa em direção à rua, avanço da copa em direção a casa e copa na fiação, os índices encontrados mostraram-se irrisórios, caracterizando desta forma, uma arborização pouco problemática.

A diversidade de espécies no bairro foi considerada baixa, visto que uma única espécie, o *Oití*, apresentou 61,62% do total das árvores inventariadas, o que é considerado negativo, uma vez que uma única praga ou doença apareça poderá comprometer toda a arborização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **CPTEC/INPE**. Disponível em:<www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo13.pdf>. Acesso em: 05. Ago. 2016.

MILANO. M. S. **Avaliação quali-quantitativo e manejo da arborização urbano**: exemplo de Maringa - PR 1988. 120 F. Tese (Doutorado em ciências florestais) Universidade federal do, Curitiba-PR

PATRO, R. **Oiti - *Licania tomentosa***. Jardineiro.net. Disponível em:< www.jardineiro .net/plantas/oiti-licania-tomentosa.html>. Acesso em: 05. Ago. 2016.

PAULA, D.S; MELO; A.G.C. **Levantamento quali-quantitativo da arborização urbana do município de Planalto**, SP. Revista Cientifica Eletrônica de engenharia Florestal,Garça,SP,2010

SANTOS, A. S. R. **Arborização Urbana: importância e aspectos jurídicos. Revista Jurídica-Bahia- novembro/ 2001; Revista Meio Ambiente Industrial- SP- nov./dez. 2001; Correio Braziliense- Direito & Justiça- 04.03.02 etc.** Disponível em:< http://www.aultimaarcadenoe.com.br/arborizacao-urbana/>. Acesso em: 08. Ago. 2016.

SATAMOUR JUNIOR, L. M. **Reflexões sobre a identidade arbórea das cidades.** Rev. SBAU, Piracicaba, v.3, n.3, set. 2007, p. 65-71 Disponível em < http://www.revsbau.esalq.usp.br/notas_tecnicas/nota07.pdf >. Acesso em 10 de agosto de 2016.

SILVA, A.G; GONÇALVES, W.; LEITE; SANTOSE**. Comparação de três métodos de obtenção de dados para avaliação quali-quantitativa da arborização, em Belo Horizonte–MG.** Revista da sociedade Brasileira de arborização Urbana, v.1, n1, 2006, p. 31-44

SILVA, L. M. **Reflexões sobre a identidade arbórea das cidades**. Rev. SBAU, Piracicaba, v.3, n.3, set. 2008, p. 65-71. Disponível em <http://www.revsbau.esalq.usp.br/notas_tecnicas/nota07.pdf >. Acesso em 10 de maio de 2016.

TEIXEIRA, I. F. **ANÁLISE QUALITATIVA DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DO CONJUNTO HABITACIONAL TANCREDO NEVES, SANTA MARIA – RS.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 9-21. Disponível em:<coral.ufsm.br/cienciaflorest al/artigos/v9n2/art2v9n2.pdf>. Acesso em: 05. Ago. 2016.

Flora arbórea cultivada em praças de duas cidades do sul do Espírito Santo, Brasil

Tree flora in squares of two cities from South Espírito Santo, Brazil

Rafael Marian Callegaro[1]
Camila Andrzejewski[2]
Lucas Duarte Caldas da Silva[1]

[1]Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências e Engenharias, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira. Jerônimo Monteiro, ES, Brasil.
rafael.callegaro@ufes.br
lukedcds@gmail.com

[2]Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Santa Maria, RS, Brasil.
camila_andrzejewski@hotmail.com

Resumo: As árvores têm sido implantadas no ambiente urbano para exercerem, geralmente, funções como amenização da temperatura e melhoria estética em diferentes ambientes. Nesse contexto, analisou-se a flora arbórea cultivada em áreas públicas de duas cidades no sul do Espírito Santo, Brasil. Foram amostradas espécies vegetais com diâmetro à altura do peito (DAP, medido a 1,3 m de altura do solo) ≥ 5 cm, nas cidades de Alegre (sete praças) e Guaçuí (quatro praças). Considerou-se como espécie nativa aquela com ocorrência no domínio fitogeográfico da Mata Atlântica. No conjunto das 11 praças pesquisadas, ocorreram 289 exemplares distribuídos em 60 espécies e 25 famílias botânicas. As espécies mais cultivadas foram *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) L.P. Queiroz (sibipiruna) e *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch (oiti). Observou-se implantação de mais espécies arbóreas exóticas (41) do que nativas (17). De maneira geral, a origem fitogeográfica deve ter maior importância como critério de seleção de espécies arbóreas para o cultivo no ambiente urbano, visando à conectividade com a flora e a fauna do entorno. Assim sendo, a arborização também poderá contribuir para a minimização dos efeitos negativos advindos da degradação dos ecossistemas naturais.
Palavras-chave: Floresta Atlântica; Silvicultura; Arborização urbana; Conservação da natureza

Abstract. Trees have been implanted in urban environment to generally perform functions such as temperature mitigation and aesthetic improvement in different places. In that context, it was analyzed the tree flora cultivated in public areas of two cities in the southern part of Espírito Santo, Brazil. Plant species with diameter at breast height (BHD, measured at 1.3 m above ground) ≥ 5 cm were sampled in the cities of Alegre (seven squares) and Guaçuí (four squares). Those ones with occurrence in the phytogeographical domain of the Atlantic Forest were taken as native species. In the set of 11 squares surveyed, there were 289 individuals distributed in 60 species and 25 botanical families. The most cultivated species were *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) L.P. Queiroz (sibipiruna) and *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch (oiti). It was observed a larger number of exotic tree species (41) than the native ones (18). In general, the phytogeographic origin should be more important as a criterion for the selection of tree species for cultivation in the urban environment, aiming at the connectivity with the flora and fauna of the surroundings. Therefore, afforestation can also contribute to minimize the negative effects of natural ecosystem degradation.
Key words: Atlantic Forest; Forestry; Urban forestry; Conservation of nature.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de árvores em ambientes urbanos é uma realidade nas cidades das diferentes regiões do Brasil. As árvores geralmente são utilizadas para ocupação de

espaços com função estética e obtenção de outros efeitos como controle de temperaturas, de poluição, do ciclo hidrológico e de ruídos das árvores, que podem melhorar a qualidade de vida da população (GONÇALVES; PAIVA, 2004). Em contraste, agrupamentos de árvores associados a outras formas de vegetação são capazes de proporcionar efeitos ecológicos dificilmente obtidos com árvores isoladas, por exemplo, modificações significativas no microclima de cidades e sombra ampla para atender a maior parte da população (BIONDI, 2015; PAIVA; GONÇALVES, 2002).

Os vários ambientes urbanos potenciais para implantação de árvores incluem áreas particulares e públicas (exemplo: arborização de ruas, jardins residenciais, praças e parques) (GONÇALVES; PAIVA, 2004; BIONDI, 2015). Áreas verdes públicas como praças podem ter objetivos sociais, ecológicos, científicos ou culturais, devendo ser estruturadas para atender às suas finalidades (GONÇALVES; PAIVA, 2004). Assim, é necessário atentar para as características das espécies arbóreas e dos espaços disponíveis para o cultivo visando evitar futuros problemas, bem como na medida do possível implantar espécies que tenham apelo conservacionista e educativo. Estas informações muitas vezes não são consideradas para a implantação de árvores, evidenciando falta de planejamento. Como consequência, a manutenção do patrimônio arbóreo urbano tende a ter custos mais elevados.

O conhecimento do patrimônio arbóreo e a identificação das necessidades de manejo ocorrem por meio do inventário, sendo recomendável a caracterização qualiquantitativa quando se objetiva o conhecimento da população arbórea e, ou diagnóstico (SILVA et al., 2017). As espécies utilizadas, a quantificação do número de exemplares por espécie e a determinação da origem geográfica são variáveis recorrentemente obtidas em inventários (*e.g* CALLEGARO et al., 2015; CHAVES; MELO E SOUZA, 2018; ZAMPRONI et al., 2018).

As informações coletadas sobre a flora arbórea de áreas verdes podem ser utilizadas para embasar o replanejamento da arborização local e o planejamento de novas áreas, com base, por exemplo, na identificação de espécies não adaptadas ao clima e na constatação da proporção elevada de alguns táxons. Uma recomendação embasada nessas análises é a necessidade de incrementar o número de espécies nativas, quando houver maior proporção de exóticas. Outra é a proporção (frequência) mais elevada de um táxon do que a recomendação indica uma possível potencialização da ocorrência de problemas fitossanitários (SILVA et al., 2017). Fica clara a importância de analisar o patrimônio arbóreo presente nos ambientes urbanos especialmente em praças que tendem a congregar pessoas.

Nesse contexto, objetivou-se analisar a flora arbórea cultivada em áreas públicas de duas cidades no sul do Espírito Santo, Brasil, visando responder aos seguintes questionamentos: i) a flora arbórea é constituída por elevada riqueza de florística? ii) quais espécies são cultivadas em maior número? iii) há predomínio da flora arbórea nativa sobre a flora arbórea exótica?

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O estudo foi realizado em sete áreas públicas na cidade de Alegre/ES e em quatro na cidade de Guaçuí/ES, sendo ambos os municípios localizados na Microrregião Caparaó, porção sul do Estado do Espírito Santo, Brasil (Figura 1).

As áreas públicas avaliadas em Alegre foram as Praças Getúlio Vargas, Pico da

Bandeira, Sebastião Monteiro da Gama, Seis de Janeiro, Campo de Aviação, Bernardino Monteiro e Antônio Carlos Monteiro. Em Guaçuí foi avaliada a área no entorno da Prefeitura e três Praças (João Acacinho, da Matriz e Vicente Camuzi).

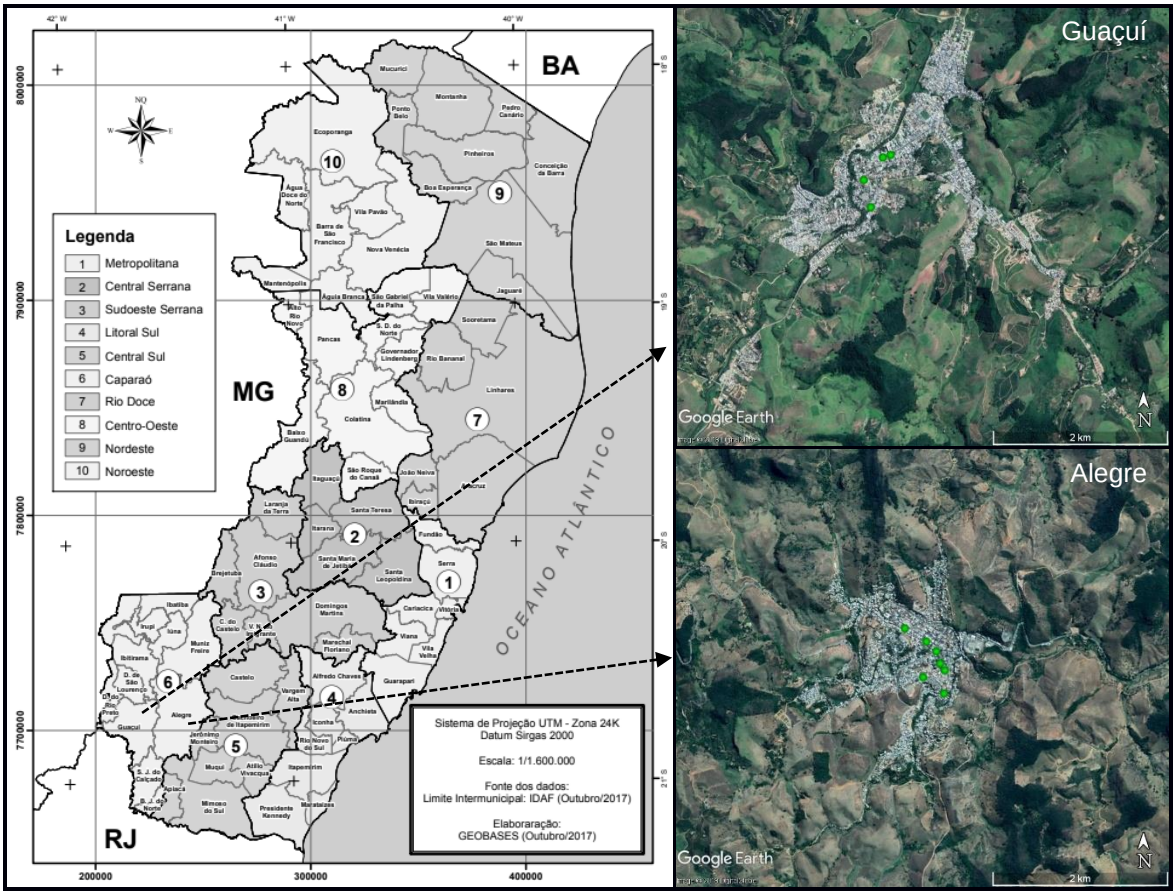


Figura 1. Localização dos municípios de Alegre e Guaçuí no Espírito Santo e imagens aéreas dos perímetros urbanos.
Fonte: adaptado de GEOBASES (2017) e Google LLC. (2018).

A sede municipal de Alegre está situada no entorno da coordenada 20º45'45" de latitude Sul e 41°31'55" de longitude Oeste, em altitudes que variam entre 140 e 410 m (GOOGLE LLC., 2018). O clima no município, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa (subtropical com inverno seco e verão quente), com temperatura média de 23,1 °C e precipitação anual de 1.341 mm (ALVARES et al., 2013; LIMA et al., 2008). A população contabilizada no censo de 2010 foi de 37.768 habitantes, com densidade demográfica de 39,85 habitantes/km^2, índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) de 0,721 e produto interno bruto per capita em 2015 (PIB per capita) de R$ 13.428 (IBGE, 2017).

O perímetro urbano de Guaçuí está localizado a 20°46′21”Sul e 41°40′36″Oeste, em altitudes que variam entre 580 e 700 m (GOOGLE LLC. 2018). O clima é do tipo Cwa (subtropical com inverno seco e verão quente) (ALVARES et al., 2013), com precipitação média anual de 1497 mm e temperatura média anual de 20°C (GOMES, 2012; SOUZA et al., 2011). O município tinha população em 2010 de 27.851 habitantes (densidade= 59,47 habitantes/km^2), IDHM de 0,703 e PIB per capita de R$ 16.386 (IBGE, 2017).

Entre agosto e outubro do ano de 2016, foram amostradas espécies vegetais

com diâmetro à altura do peito (DAP, medido a 1,3 m de altura do solo) ≥ 5 cm, nas cidades de Alegre e Guaçuí, respectivamente em sete e quatro praças. Considerou-se como espécie nativa aquela com ocorrência no domínio fitogeográfico da Mata Atlântica, sendo a determinação da origem baseada na Flora do Brasil 2020 (FORZZA et al., 2018). A Flora do Brasil 2020 também foi utilizada para a confirmação da nomenclatura de espécies da flora brasileira, enquanto para as demais foi utilizado o Tropicos® (MBG, 2018).

Elaborou-se a listagem de espécies encontradas nas áreas pesquisadas, quantificando-se a abundância (número de exemplares) e a porcentagem em relação ao total (frequência) (SILVA et al., 2017). Para fins de comparação, as praças foram consideradas unidades amostrais. Utilizou-se o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis (*H*) para comparar o número de espécies e o número de exemplares entre a flora nativa e a exótica. Foi calculado o coeficiente de Spearman para verificar a correlação do número de árvores por praça com o número de exemplares e de espécies exóticas e nativas. Estas análises foram executadas no programa Bioestat 5.3 (AYRES et al., 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados 289 exemplares no total, distribuídos em 60 espécies e 25 famílias botânicas. Desses, foram inventariados 173 exemplares pertencentes a 46 espécies e 22 famílias botânicas nas áreas pesquisadas em Alegre e 116 exemplares distribuídos em 30 espécies e 15 famílias botânicas nas áreas de Guaçuí (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies amostradas em áreas públicas urbanas, com a respectiva família botânica, origem geográfica, número de exemplares por cidade, número e porcentagem de exemplares total. Alegre e Guaçuí, Espírito Santo, Brasil.

FAMÍLIA / NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	E/N	EXEMPLARES			
			Ale	Gua	∑	%
Apocynaceae						
Nerium oleander L.	espirradeira	E	1		1	0,35
Plumeria rubra L.	jasmim-manga	E	1		1	0,35
Araucariaceae						
Araucaria columnaris (J.R. Forst.) Hook.	pinheiro-de-natal	E	2		2	0,69
Arecaceae						
Caryota urens L.	palmeira-rabo-de-peixe	E	3	1	4	1,38
Coccothrinax barbadensis (Lodd. ex Mart.) Becc.	palmeira-leque	E	1		1	0,35
Cocos nucifera L.	coqueiro	E	1	1	2	0,69
Dypsis lutescens (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf.	areca-bambu	E	9	10	19	6,57
Euterpe edulis Mart.	palmiteiro	N		2	2	0,69
Euterpe sp.*	-	-	2		2	0,69
Livistona chinensis (Jacq.) R. Br. ex Mart.	palmeira-leque-da-china	E	6	1	7	2,42
Phoenix reclinata Jacq.	tamareira-do-senegal	E	1		1	0,35
Phoenix roebelenii O'Brien	tamareira-anã	E		2	2	0,69

FAMÍLIA / NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	E/N	EXEMPLARES			
			Ale	Gua	∑	%
Roystonea borinquena O.F. Cook	palmeira-coca-cola	E	2	6	8	2,77
Roystonea regia (Kunth) O.F. Cook	palmeira-real	E	8	2	10	3,46
Roystonea sp.*	-	E	1		1	0,35
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman	jerivá	N		5	5	1,73
Arecaceae*	-	E	3		3	1,04
Asparagaceae						
Dracaena fragrans (L.) Ker Gawl.	coqueiro-de-vênus	E		3	3	1,04
Yucca guatemalensis Baker	iuca-elefante	E		1	1	0,35
Bignoniaceae						
Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-amarelo	N	1	1	2	0,69
Handroanthus sp.	ipê	N	1		1	0,35
Jacaranda mimosifolia D. Don	jacarandá-mimoso	E		3	3	1,04
Tabebuia rosea (Bertol.) DC.	ipê-rosa	E	6	2	8	2,77
Tabebuia roseoalba (Ridl.) Sandwith	ipê-branco	N	1		1	0,35
Chrysobalanaceae						
Licania tomentosa (Benth.) Fritsch	oiti	N	32	15	47	16,26
Combretaceae						
Terminalia catappa L.	castanhola	E	3		3	1,04
Cupressaceae						
Cupressus sempervirens L.	cipreste-italiano	E		2	2	0,69
Cupressus sp. 1	cipreste	E	1		1	0,35
Cycadaceae						
Cycas thouarsii R. Br.	cica	E	3	1	4	1,38
Dilleniaceae						
Dillenia indica L.	dilênia	E	2		2	0,69
Euphorbiaceae						
Hevea brasiliensis (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.	seringueira	E	1		1	0,35
Fabaceae						
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	angico	N	6		6	2,08
Bauhinia cf. *forficata* Link	pata-de-vaca	N		2	2	0,69
Bauhinia variegata L.	pata-de-vaca	E		1	1	0,35
Cassia fistula L.	cássia-imperial	E	4		4	1,38
Delonix regia (Bojer ex Hook.) Raf.	flamboiã	E	1	1	2	0,69
Fabaceae 1	-	-	1		1	0,35
Inga edulis Mart.	ingá-macarrão	N	1		1	0,35
Libidibia ferrea (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	pau-ferro	N	1		1	0,35
Paubrasilia echinata (Lam.) E. Gagnon, H.C. Lima & G. P. Lewis	pau-brasil	N	2	3	5	1,73
Peltophorum dubium (Spreng.) Taub.	canafístula	N		2	2	0,69
Poincianella pluviosa var. *peltophoroides* (Benth.) L.P.Queiroz	sibipiruna	N	21	37	58	20,07
Samanea inopinata (Harms) Barneby & J.W. Grimes	sete-cascas	E	2		2	0,69
Tipuana tipu (Benth.) Kuntze	tipuana	E		2	2	0,69
Lauraceae						
Cinnamomum camphora (L.) J. Presl	canforeira	E		1	1	0,35
Malvaceae						
Pachira aquatica Aubl.	monguba	E	2		2	0,69

FAMÍLIA / NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	E/N	EXEMPLARES			
			Ale	Gua	∑	%
Meliaceae						
Cedrela fissilis Vell.	cedro	N	3		3	1,04
Moraceae						
Ficus auriculata Lour.	figueira-de-jardim	E	1		1	0,35
Ficus benjamina L.	figueira-benjamina	E	3	3	6	2,08
Ficus elastica Roxb. ex Hornem.	seringueira	E	2		2	0,69
Ficus microcarpa L. f.	figueira-lacerdinha	E	18		18	6,23
Muntingiaceae						
Muntingia sp. 1	calabura	E		1	1	0,35
Myrtaceae						
Callistemon viminalis (Sol. ex Gaertn.) G. Don	escova-de-garrafa	E	1		1	0,35
Myrtaceae 1	-	-	1		1	0,35
Psidium guajava L.	goiabeira	E	1		1	0,35
Syzygium jambos (L.) Alston	jambo-amarelo	E		1	1	0,35
Nyctaginaceae						
Bougainvillea glabra Choisy	três-marias	N	1	1	2	0,69
Pinaceae						
Pinus sp. 1	pinheiro	E	2		2	0,69
Polygonaceae						
Triplaris americana L.	pau-formiga	N	1		1	0,35
Proteaceae						
Grevillea robusta A. Cunn. ex R. Br.	grevilha	E	1	1	2	0,69
Rutaceae						
Murraya paniculata (L.) Jack	murta	E	1	1	2	0,69
Sapindaceae						
Sapindus saponaria L.	saboeiro	N	2		2	0,69
Strelitziaceae						
Ravenala madagascariensis Sonn.	árvore-do-viajante	E	1		1	0,35
Indeterminadas	-	-	1	1	2	0,69
TOTAL		-	173	116	289	100

E/N: exótica (E) ou nativa (N); Ale: número de exemplares amostrados na cidade de Alegre - ES; G: número de exemplares amostrados na cidade de Guaçuí - ES; ∑: somatório dos exemplares amostrados; %: porcentagem de exemplares amostrados em relação ao total amostrado; *: exemplares identificados em nível de família ou gênero, não considerados como espécies diferentes das amostradas.

Outros estudos que pesquisaram praças em cidades brasileiras encontraram resultados distintos em termos de riqueza florística: *e. g* Brito et al. (2012) - 19 espécies e cinco famílias em cinco praças de Bom Jesus, PI; Freitas et al. (2015) - 36 espécies e 14 famílias botânicas em quatro praças no Bairro Tijuca, Rio de Janeiro, RJ; Moser et al. (2017) - 44 espécies e 21 famílias botânicas em 14 praças-jardim na cidade de Lages, SC; Silva et al. (2015) - 29 espécies e 13 famílias botânicas em 10 praças de Itapuranga, GO; Silva et al. (2018) - 17 espécies e oito famílias botânicas em seis praças de Paragominas, PA. Esses resultados indicam que a riqueza de espécies arbóreas encontrada em praças de Guaçuí - ES e Alegre - ES pode ser considerada de média a alta. Todavia, esta afirmação deve ser considerada com cautela, uma vez o número de estudos (cinco) utilizados na comparação foi restrito.

As famílias botânicas Arecaceae e Fabaceae tiveram o maior número de espécies e de exemplares no conjunto de todas as praças analisadas (11), bem como na análise das áreas de Alegre e de Guaçuí. A elevada riqueza florística e abundância de exemplares da família Fabaceae é uma condição comum a várias cidades do Brasil (*e. g* BARRETO et al., 2014; GOMES et al., 2016; VIEZZER et al., 2018), evidenciando o amplo uso de espécies desta família em diferentes ambientes, por exemplo, na arborização de ruas (LACERDA et al., 2013), em praças (VIEZZER et al., 2018) e parques (CALLEGARO et al., 2015). Cabe destacar a elevada riqueza de espécies da família Arecaceae em ambas as cidades da presente pesquisa, as quais, segundo Lorenzi et al. (2010), imputem o aspecto de ambiente tropical nas paisagens urbanas onde as palmeiras estão inseridas. Estes autores ressaltaram que as palmeiras são elementos importantes na composição do paisagismo nacional.

As espécies utilizadas em maior quantidade nas praças foram *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) L.P. Queiroz (Alegre: 21 árvores; Guaçuí: 37 árvores; no total: 58 árvores) e *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch (Alegre: 32 árvores; Guaçuí: 15 árvores; no total: 47 árvores). A frequência encontrada da espécie *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (31,9%) em Guaçuí e da espécie *Licania tomentosa* (18,5%) em Alegre excederam a frequência recomendada (15%) para uma espécie em uma mesma cidade, indicando potencialização da ocorrência de problemas fitossanitários (GREY; DENEKE, 1978; SILVA et al., 2017).

Além de *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* e *Licania tomentosa*, as espécies *Dypsis lutescens* (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf., *Ficus microcarpa* L. f. e *Roystonea regia* (Kunth) O.F. Cook tiveram 10 ou mais exemplares cultivados no conjunto de todas praças pesquisadas. O fato das espécies *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* e *Licania tomentosa* serem cultivadas em abundância na arborização das cidades pesquisadas, bem como a abundância das três espécies exóticas supracitadas indicam a necessidade de valorizar a flora natural da região por meio da implantação de maior número de espécies arbóreas nativas.

A afirmação de que é necessário implantar mais exemplares de espécies nativas fica mais clara quando analisada a origem geográfica de todas as espécies. Entre as 60 espécies amostradas, 41 foram consideradas exóticas (68,4%) e 17 nativas (28,3%), incluindo uma classificada em nível de família e outra em nível de gênero com origem indeterminada (3,3%). O uso de maior número de espécies exóticas pode ser explicado, por exemplo, pelo conhecimento prévio da flora arbórea exótica cultivada em outras cidades. Segundo Brito et al. (2012), outros fatores que podem explicar o uso predominante de árvores exóticas são a falta de planejamento para a arborização urbana e, ou a dificuldade na obtenção de mudas de espécies nativas.

Entre as 11 praças analisadas nas cidades de Alegre e Guaçuí foi encontrado maior número de exemplares e de espécies pertencentes à flora exótica em três e sete praças, respectivamente. Isto demonstra que na maior parte das praças as espécies nativas têm maior proporção de exemplares, condição não observada para o número de espécies. Analisando a origem fitogeográfica da arborização no Bairro Centro de Pato Branco - PR, Silva et al. (2007) associaram a predominância da flora exótica à falta de identidade do bioma local, bem como mencionaram que a falta de identidade e o uso de espécies comuns em cidades brasileiras deixam de marcar os visitantes. Assim sendo, nas cidades onde se deseja valorizar a identidade do ambiente urbano como um todo é necessário priorizar as espécies nativas regionais que não sejam amplamente utilizadas em outras cidades da região.

Na comparação geral entre a flora nativa e a exótica não foi constatada diferença significativa quanto ao número de exemplares por praça (Kruskal-Wallis (H) = 0,6760; p= 0,4110) (Exóticos: 12,9 exemplares/praça; Nativos: 12,8 exemplares/praça). Não houve diferença significativa também quanto ao número médio de espécies por praça entre a flora exótica (6,5 espécies/praça) e a nativa (3,3 espécies/praça) (H = 2,2592; p= 0,1328) (Tabela 2).

Tabela 2. Número de exemplares e de espécies por origem geográfica, amostradas em áreas públicas de Alegre e Guaçuí, Espírito Santo, Brasil.

CIDADE	PRAÇAS	EXEMPLARES				ESPÉCIES			
		Exótica	Nativa	Nd	∑	Exótica	Nativa	nd	∑
Alegre	Seis de Janeiro	15	21	0	36	10	2	0	12
	Getúlio Vargas	59	17	5	81	20	7	2	29
	Pico da Bandeira	2	7	0	9	2	3	0	5
	Sebastião Monteiro da Gama	6	12	0	18	2	2	0	4
	Campo de Aviação	3	7	0	10	2	1	0	3
	Bernardino Monteiro	2	4	0	6	2	3	0	5
	Antônio Carlos Monteiro	8	5	0	13	7	2	0	9
Guaçuí	João Acacinho	14	35	0	49	11	7	0	18
	Prefeitura	14	15	1	30	7	2	1	10
	Matriz	13	10	0	23	5	5	0	10
	Vicente Camuzi	6	8	0	14	3	2	0	5
Média		12,9	12,8	-	-	6,5	3,3	-	-

nd: origem geográfica não determinada; ∑: somatório do número de exemplares ou de espécies amostrados em cada área.

Foram constatadas correlações positivas do número de exemplares total presente em cada praça com o número de exemplares (Spearman= 0,95; p < 0,01) e o número de espécies exóticas (Spearman= 0,93; p < 0,01). Quanto à flora arbórea nativa, foi observada correlação significativa com o número de exemplares (Spearman= 0,87; p < 0,01) e não significativa com o número de espécies por praça (Spearman= 0,39; p < 0,23).

4. CONCLUSÕES

A flora arbórea cultivada nas praças das duas cidades tinha riqueza de espécies média na comparação com outros locais. No conjunto das 11 praças pesquisadas, as espécies mais abundantes eram *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (sibipiruna) e *Licania tomentosa* (oiti), sendo a espécie oiti mais frequente em áreas Alegre - ES e o sibipiruna em Guaçuí - ES.

Houve preferência pela implantação de espécies arbóreas exóticas (41) em detrimento das nativas (17), embora não tenha ocorrido diferença na comparação do número médio de árvores e o número de espécies por praça.

A intensidade de uso da flora exótica (espécies e exemplares) aumenta com o aumento do número de árvores cultivadas nas áreas verdes. Também ficou evidente que o cultivo de mais árvores nas praças não esteve associado à implantação de mais espécies nativas, priorizando-se algumas como *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* e *Licania tomentosa*.

De maneira geral, a origem fitogeográfica deve ter maior importância como critério de seleção de espécies arbóreas para o cultivo no ambiente urbano, visando à conectividade com a flora e a fauna do entorno. Assim sendo, a arborização também poderá contribuir para a minimização dos efeitos negativos advindos da degradação dos ecossistemas naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 1 - 18, 2013.

AYRES, M.; AYRES Jr., M; AYRES, D. L.; SANTOS, A. de A. S. dos. **BioEstat 5.3**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007. Disponível em: <https://www.mamiraua.org.br/pt-br/downloads/programas/bioestat-versao-53/>.

BARRETO, A. M. R.; PAULA, A. de; BARRETO, P. A. B.; BARRETO, M. das G. M. R.; Diagnóstico da arborização urbana no Bairro Dionísio Mota, município de Valente, Estado da Bahia. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 19, p. 2108 - 2119, 2014.

BIONDI, D. Floresta urbana: conceitos e terminologias. In: BIONDI, D. **Floresta Urbana**. Curitiba: O autor, 2011. p. 11 - 27.

BRITO, D. R. S.; RAABE, J.; SOUSA, W. C.; MELO, R. R.; PEDROSA, T. D. Diagnóstico da arborização das praças pública no município de Bom Jesus, Piauí. **Scientia Plena**, São Cristovão, v. 8, n. 4, p. 1 - 6, 2012.

CALLEGARO, R. M.; ANDRZEJEWSKI, C.; GRACIOLI, C. R. Arborização de uma área verde no *campus* da UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. **Biodiversidade**, Rondonópolis, v. 14, n. 2, p. 143 - 152, 2015.

CHAVES, A. M. S.; MELO E SOUZA, R. Dinâmica Fitogeográfica de Áreas Verdes Públicas da Cidade de Garanhuns, Pernambuco. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 28, n. 3, p. 531 - 551, 2018.

FORZZA, R. C.; COSTA, A. F.; WALTER, B. M. T.; BICUDO, C.; MOURA, C. W. N.; PERALTA, D. F.; COSTA, D. P. da; BARROS, F. de; LIMA, H. C. de; PRADO, J.; STEHMANN, J. R.; BAUMGRATZ, J. F. A.; PIRANI, J. R.; SYLVESTRE, L. das; MAIA, L. C.; LOHMANN, L. G.; PAGANUCCI, L.; NADRUZ, M.; MAMEDE, M. C. H.; SOARES, M. de L.; BARBOSA, M. R.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; ROQUE, N.; EVANGELISTA, P. H. L.; VIANA, P. L.; GOLDENBERG, R.; SECCO, R.; RODRIGUES, R. S.; CAVALCANTI, T. B.; MANSANO, V. **Flora do Brasil 2020**. Disponível em: <http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acesso em: 01/08/2018.

FREITAS, W. K. de; PINHEIRO, M. A. S.; ABRAHÃO, L. L. F. Análise da Arborização de Quatro Praças no Bairro da Tijuca, RJ, Brasil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 1, p. 23 - 31, 2015.
GEOBASES - Sistema integrado de bases geoespaciais do Estado do Espírito Santo. **Microrregiões do Estado do Espírito Santo**. Vitória: GEOBASES, 2017. Disponível em: <https://www2.geobases.es.gov.br/ftppublico/mapas_municipios/Microrregi%C3%B5es.pdf>.

GOMES, E. M. C.; RODRIGUES, D. M. de S.; SANTOS, J. T.; BARBOSA, E. de J. Análise quali-quantitativa da arborização de uma praça urbana do Norte do Brasil. **Nativa**, Sinop, v. 4, n. 3, p. 179 - 186, 2016.

GOMES, J. B. de O. **Morfometria e qualidade da água em microbacias do município de Guaçuí-ES**. 78 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2012.

GONÇALVES, W.; PAIVA, H. N. de. **Árvores para o ambiente urbano**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2004.

243 p.

GOOGLE LLC. **Google Earth Pro 7.3.2.5491**. Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/desktop/>. Acesso em: 01/08/2018.

GREY, G. W.; DENEKE, F. J. **Urban forestry**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 279 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/> Acesso em: 01/08/2018.

LACERDA, M. A.; SOARES, F. de S.; COSTA, J. P. M.; MEDEIROS, R. de S.; MEDEIROS, E. N. de; CARVALHO, J. A. de; SILVA, Z. L. Levantamento florístico da arborização urbana nas principais vias públicas do município de Boa Ventura - PB. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, v. 7, n. 4, p. 12 – 16, 2013.

LIMA, J. S. de S.; SILVA, S. de A.; OLIVEIRA, R. B. de; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre - ES. **Revista Ciências Agronômicas**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 327 - 332, 2008.

LORENZI, H.; NOBLICK, L. R.; KAHN, F.; FERREIRA, E. **Flora brasileira**: Arecaceae (palmeiras). Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2010. 384 p.

MBG - MISSOURI BOTANICAL GARDEN. **Tropicos®**. Disponível em: <http://www.tropicos.org>. Acesso em: 01/08/2018.

MOSER, P.; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P.; SCHMITZ, V. Inventário da arborização e distribuição de praças-jardim em bairros centrais e periféricos de um município no sul do Brasil. **Espacios**, Caracas, v. 38, n. 37, p. 21 - 30, 2017.

PAIVA, H. N. de; GONÇALVES, W. **Florestas urbanas**: planejamento para melhoria da qualidade de vida. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 180 p.

SILVA, A. G. da; PAIVA, H. N. de; GONÇALVES, W. **Avaliando a arborização urbana**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2017. 286 p.

SILVA, A. O. da; ALVES, M. L.; MIRANDA, S. do C. de. Levantamento da vegetação arbórea em praças no município de Itapuranga-GO. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 27, n. 2, p. 179 - 187, 2015.

SILVA, L. M.; HASSE, I.; MOCCELIN, R.; ZBORALSKI, A. R. Arborização de vias públicas e a utilização de espécies exóticas: o caso do Bairro Centro de Pato Branco/PR. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 47 - 53, 2007.

SILVA, S. dos R.; OLIVEIRA, A. T. de S.; SILVA, L. B. O. da; BAIA, R. S.; CORREA, T. B. C.; MARTINS, W. B. R. Diagnóstico visual e fitossociologia na arborização de praças em Paragominas, Pará. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 13, n. 1, p. 01 - 13, 2018.

SOUZA, M. A. de; SILVA, C. F. da; MACHADO, N. R. T. A.; NOLASCO, T. S. G. **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER) 2011 - 2013**: Guaçuí. Vitória: INCAPER, 2011. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Caparao/Guacui.pdf>.

VIEZZER, J.; BIONDI, D.; MARTINI, A.; GRISE, M. M. A vegetação no paisagismo das praças de Curitiba - PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 369 - 383, 2018.

ZAMPRONI, K.; BIONDI, D.; MARIA, T. R. B. de C.; LOUVEIRA, F. A. Diagnóstico quali-quantitativo da arborização viária de Bonito, Mato Grosso do Sul. **Floresta**, Curitiba, v. 48, n. 2, p. 235 - 244, 2018.

Identificação de indivíduos arbóreos existentes nas praças de municípios pertencentes à Região do Médio Alto Uruguai

Identification of the tree flora planted in urban parks and squares of cities from the Médio Alto Uruguai region (South Brazil)

Vinicius Richter[1] Ana Carolina Ditadi[1] Cabrieli Aline Jaeger[1] Édina Regina Dal Molin[1] Eduardo Rieder[1] Guilherme Moura Farias[1] Jéssica Rigo[1] Larissa Venturini Della Flora[1] Edison Bisognin Cantarelli[2] Guilherme Bordignon Ceolin[2]

[1] Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria campus Frederico Westphalen, Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386 Km 40, CEP: 98400-000, Frederico Westphalen, RS, Brasil.
vinicius00rich@gmail.com, ana.ditadi@hotmail.com, cabrieli@hotmail.com, edinadalmolin@gmail.com, eduardorieder@gmail.com, fariasguilherme.m@gmail.com, jessicarigo17@gmail.com, larissa_venturini19@hotmail.com.

[2] Professor do curso de Universidade Federal de Santa Maria, campus Frederico Westphalen, Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386 Km 40, CEP: 98400-000, Frederico Westphalen, RS, Brasil.
cantarelli@ufsm.br, ceolingb@gmail.com.

Resumo: O presente artigo visa o reconhecimento e a análise quantitativa de espécies florestais presentes em praças públicas de cidades localizadas na região do Médio Alto Uruguai. Com a realização do inventário das espécies presentes na praça Quinze de Novembro, na praça da URI, na praça Ênio Flores de Andrade, no município de Frederico Westphalen (27º 21' S e 53º 23' W); na praça da Matriz e na praça do Lago no município de Palmitinho (27º 21' S e 53º 33' W); na praça municipal Reinaldo Grespan no município de Novo Tiradentes (27º 33' S e 53º 10' W); na praça Central no município de Taquaruçu do Sul (27º 24' S e 53º 28 W); e no parque da Tirolesa no município de Iraí (27º 11' S e 53º 15' W), foi possível constatar que 52,7% das mesmas são nativas. Dos indivíduos arbóreos analisados (294 indivíduos), destacou-se a presença da espécie *Jacaranda mimosifolia* (63 indivíduos), totalizando 21,4% das espécies quantificadas. Recomenda-se a utilização de espécies nativas devido as suas características intrínsecas, tais como, adaptação às condições climáticas da região brasileira e resistência a pragas locais, visando evitar a invasão de exóticas, além de proporcionar bem-estar estético e ecológico.
Palavras-chave: arborização urbana, Frederico Westphalen, *Jacaranda mimosifolia* e inventário.

Abstract: This paper aims to the identification and quantitative analysis of planted tree species growing in urban parks and squares of cities located at Medio Alto Uruguai region, South Brazil. The survey was carried out in the parks and squares Quinze de Novembro, URI, Enio Flores de Andrade (Frederico Westphalen, 27º 21' S;53º 23' W); Matriz,and Lago (Palmitinho, 27º 21'S;53º 33' W); Reinaldo Grespan (Novo Tiradentes, 27º 33' S; 53º 10' W); Central (Taquaruçu do Sul, 27º 24' S; 53º 28 W), and Tirolesa (Iraí, 27º 11' S; 53º 15' W). The results of the survey showed that 52.7% of the trees are indigenous, being *Jacaranda mimosifolia* (63 out of 294 individuals) the most common species, totalling 21.4% of the quantified species. The use of native species in urban forestry is recommended due to intrinsic traits, such as climatic adaptation to specific regions and resistance to local diseases. Further, autochthones plants may also prevent invasion of exotic species while provide aesthetic and ecological well-being.
Key words: urban trees, Frederico Westphalen, *Jacaranda mimosifolia and survey*.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a presença da vegetação dentro dos centros urbanos vem adquirindo extrema importância, pois possui um papel primordial na melhoria da qualidade dos mesmos. Dessa forma, a arborização urbana vem se tornando, cada vez mais, um agente importante na melhoria dos espaços urbanos, tanto de maneira ecológica como de maneira estética (Bonametti, 2003).

É de extrema importância analisar o papel da arborização urbana para um melhor aproveitamento dos espaços não edificados da cidade. A questão da arborização urbana é sempre o reflexo da relação entre o homem e a natureza e pode ser vista como uma tentativa de ordenar o entorno com base em uma paisagem natural (Bonametti, 2003).

Com o aumento da área urbanizada, tem havido um maior interesse em prol da arborização das cidades, principalmente no que se refere à qualidade e preservação dos espaços de circulação dentro destas. A prática e uso corretos da arborização nos centros urbanos conduzem, de um lado, à transformação morfológica de áreas já ocupadas e, de outro, à incorporação de novas áreas, sob diferentes formas, ao espaço urbano.

Essa mesma vegetação pode vir a contribuir para a redução de níveis de poluição atmosférica e sonora, e a criação de espaços de identidade e referência na cidade. No processo de arborização devem ser considerados fatores como o ambiente de implantação das espécies florestais avaliando se o local escolhido possui pontos de estacionamento de veículos ou fluxo intenso de pessoas, se a região possui histórico de desastres naturais, levando em conta os riscos que procedimento poderia expor a população geral e as características intrínsecas das espécies que serão implantadas nos locais (Malavasi, 2001).

Por todos estes fatores, o estímulo deste trabalho se deve à necessidade de fazer o levantamento de dados de arborização das praças da região do Médio Alto Uruguai do Estado do Rio Grande do Sul, visando uma melhor possibilidade de análise destes locais e obtenção de índices que contribuam para o desenvolvimento de futuros trabalhos que necessitem de um banco de dados da arborização urbana desta região.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na praça Quinze de Novembro, na praça da URI, na praça Ênio Flores de Andrade, no município de Frederico Westphalen (27º 21’ S e 53º 23’ W);na praça da Matriz e na praça do Lago no município de Palmitinho (27º 21’ S e 53º 33’ W);na praça municipal Reinaldo Grespan no município de Novo Tiradentes (27º 33’ S e 53º 10’ W); na praça Central no município de Taquaruçu do Sul (27º 24’ S e 53º 28 W);e no parque da Tirolesa no município de Iraí (27º 11’ S e 53º 15’ W), sendo estes localizados na região do Médio Alto Uruguai do Estado do Rio Grande do Sul.

Na identificação e contagem dos indivíduos arbóreos adotou-se o método de visita *in loco*, sendo esta atividade foi efetuada pelos integrantes do Grupo PET com o auxílio do botânico Prof. Dr. Guilherme Bordignon Ceolin. Assim, para a coleta das informações fez-se uso de uma ficha e o processamento destas foi por meio do software Excel para quantificação em números e percentual.

Desta forma, nas visitas, coletou-se informações quanto ao nome comum das espécies existentes nos locais e, respectivamente a quantidade de indivíduos.

Posteriormente em pesquisa por meio da literatura buscou-se os nomes científicos e a sua origem, nativa ou exótica, tendo como referência o território brasileiro.

A confecção das placas para identificação das árvores, em parte foi realizada por uma entidade filantrópica, a Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) de Palmitinho e o restante por uma empresa de comunicação visual. Estas foram elaboradas em metal e madeira, contendo o nome comum e científico das espécies, onde foram postos adesivos e pirogravadas de modo artesanal, respectivamente, totalizando 294 placas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste levantamento, analisou-se um total de 36 espécies nativas e 17 espécies exóticas, contendo entre estas espécies, respectivamente, 155 indivíduos e 139 indivíduos. A tabela 1 demonstra a relação entre as espécies encontradas, tal como a quantidade de cada espécie e se estas são nativas ou exóticas.

Tabela 1 – Relação de espécies identificadas e quantificação nas praças dos municípios situados na região do Médio Alto Uruguai.

Local	Nome Popular	Nome Científico	Quantidade	Origem
Praça da Matriz e do Lago de Palmitinho	Angico-vermelho	*Parapiptadenia rígida*	1	N*
	Palmeira Real	*Archontophoenix cunninghamii*	4	E
	Leque Chinês	*Livistona chinensis*	1	E
	Ipê-roxo	*Handroanthus heptaphyllus*	2	N
	Canela-doce	*Cinnamomum zeylanicum*	3	E
	Quaresmeira	*Tibouchina mutabilis*	3	N
	Jacarandá	*Jacaranda mimosifolia*	1	E
	Canforeira	*Cinnamomum camphora*	2	E
	Sibipiruna	*Caesalpinia peltophoroides*	4	N
	Figueira	*Ficus luschnathiana*	4	N
Praça Central de Taquaruçu do Sul	Cipreste	*Cupressus sempervirens*	2	E
	Timbaúva	*Enterolobium contortisiliquum*	1	N
	Ipê-roxo	*Handroanthus heptaphyllus*	5	N
	Figueira	*Ficus cestrifolia*	1	N
Praça Municipal Reinaldo Grespan de Novo Tiradentes	Canforeira Praça	*Cinnamomum camphora*	4	E
	Plátano	*Platanus x acerifolia*	4	E
	Aroeira-salsa	*Schinus molle*	2	N
	Perna-de-moça	*Brachychiton populneus*	4	E
	Canela-doce	*Cinnamomum zeylanicum*	4	E
	Timbaúva	*Enterolobium contortisiliquum*	3	N
	Ingá-banana	*Inga vera*	1	N
Praça Quinze de Novembro de Frederico Westphalen	Jacarandá	*Jacaranda mimosifolia*	37	E
	Ingá-feijão	*Inga marginata*	2	N
	Falsa-tamareira	*Phoenix canariensis*	4	E
	Figueira	*Ficus luschnathiana*	3	N
	Butiá	*Butia capitata*	1	N
	Tipuana	*Tipuana tipu*	14	E
	Corticeira	*Erythrina speciosa*	1	N
	Jerivá	*Syagrus romanzoffiana*	3	N

	Ipê-roxo	*Handroanthus heptaphyllus*	1	N
	Tuia	*Thuja occidentalis*	1	E
	Tamareira-de- jardim	*Phoenix roebelinii*	2	E
Praça da URI de Frederico Westphalen	Ipê-amarelo	*Handroanthus chrysotrichus*	21	N
	Guapuruvu	*Schizolobium parahyba*	4	N
	Jacarandá	*Jacaranda mimosifolia*	5	E
	Manduirana	*Senna macranthera*	1	N
Praça Enio Flores de Andrade de Frederico Westphalen	Tipuana	*Tipuana tipu*	7	E
	Paineira	*Ceiba speciosa*	1	N
	Sibipiruna	*Caesalpinia peltophoroides*	1	N
	Guapuruvu	*Schizolobium parahyba*	1	N
	Cinamomo	*Melia azedarach*	2	E
	Ligustro	*Ligustrum lucidum*	6	E
	Manduirana	*Senna macranthera*	1	N
	Camboatá- vermelho	*Cupania vernalis*	2	N
	Rabo-de-bugio	*Dalbergia frutescens*	10	N
	Jacarandá	*Jacaranda mimosifolia*	20	E
	Cedro	*Cedrela fissilis*	2	N
	Aroeira Salso	*Schinus molle*	1	N
	Louro-pardo	*Cordia trichotoma*	15	N
	Aroeira Mansa	*Schinus terebinthifolius*	3	N
	Caroba	*Jacaranda puberula*	1	N
	Ingá-ferradura	*Inga sessilis*	2	N
	Jerivá	*Syagrus romanzoffiana*	2	N
	Tamareira-anã	*Phoenix roebelenii*	1	E
Parque da Tirolesa de Iraí	Cedro	*Cedrela fissilis*	2	N
	Guajuvira	*Cordia americana*	5	N
	Ligustro	*Ligustrum lucidum*	3	E
	Ingá-ferradura	*Inga sessilis*	1	N
	Angico-vermelho	*Parapiptadenia rígida*	5	N
	Ipê-roxo	*Handroanthus heptaphyllus*	1	N
	Chal-chal	*Allophyllus edulis*	3	N
	Canjerana	*Cabralea canjerana*	1	N
	Quebra-machado	*Achatocarpus praecox*	2	N
	Tipuana	*Tipuana tipu*	3	E
	Chá-de-bugre	*Casearia sylvestris*	1	N
	Canafístula	*Peltophorum dubium*	1	N
	Pitanga	*Eugenia uniflora*	7	N
	Aroeira Mansa	*Schinus terebinthifolius*	7	N
	Araucária	*Araucaria angustifólia*	3	N
	Guatambu	*Balfourodendron riedelianum*	1	N
	Corticeira	*Erythrina speciosa*	1	N
	Plátano	*Platanus x acerifolia*	1	E
	Guapuruvu	*Schizolobium parahyba*	3	N
	Canela-doce	*Cinnamomum zeylanicum*	1	E
	Ipê-branco	*Handroanthus albus*	1	N
	Jabuticabeira	*Plinia peruviana*	2	N
	Pau-Ferro	*Caesalpinia férrea*	1	N

Extremosa	*Lagerstroemia indica*	2	E
Guaviroveira	*Campomanesia xanthocarpa*	1	N
Canforeira	*Cinnamomum camphora*	1	E

*N: nativa e E: exótica. Fonte: Os Autores (2018).

Deste modo, constatou-se que as espécies mais encontradas nestas áreas analisadas foram: *Jacaranda mimosifolia* (Jacarandá - 63 indivíduos), *Tipuana tipu* (Tipuana-24), *Handroanthus chrysotrichus* (Ipê-amarelo - 21) e *Cordia trichotoma* (Louro-pardo - 15) sendo *Jacaranda mimosifolia* e *Tipuana tipu* exóticas e *Cordia trichtoma* e *Handroanthus chrysotrichus* nativas, perfazendo um total de 41,8% entre todas as espécies encontradas.

A presença de vegetação arbórea no paisagismo dos centros urbanos apresenta significativa importância social e ambiental, de modo que fornecem sombra, alimento e abrigo para pássaros e outros animais, auxiliam no microclima, no embelezamento dos locais e consequentemente beneficiam o bem-estar da sociedade local.

Segundo Pedrotti (2017), “no paisagismo de cidades, embora comumente também se utilizam espécies exóticas adaptadas, é sempre preferível optar por uma das inúmeras espécies nativas da flora brasileira”. Pois segundo Ziller (2000), citado por Pagliari e Dorigon (2013), “as espécies exóticas têm a capacidade de realizar invasão biológica. É um processo de introdução e adaptação de espécies que não fazem parte, naturalmente, de um dado ecossistema, mas que se naturalizam e passam a provocar mudanças em seu funcionamento”.

A figura 1 mostra o percentual de espécies quantificadas nas praças, quanto a sua origem.

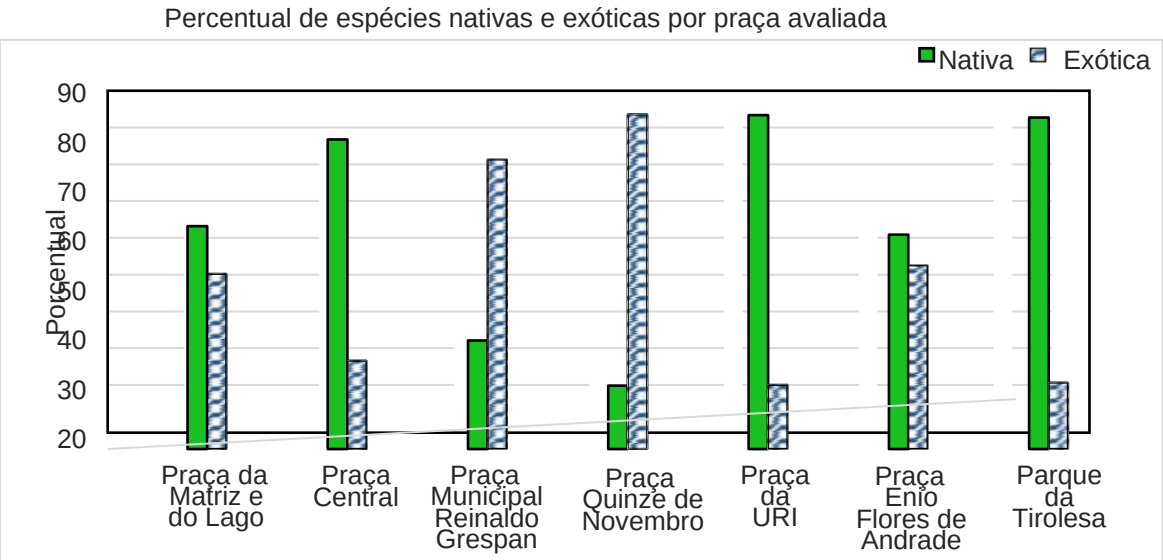


Figura 1 - Percentual de espécies quantificadas nas praças por praça avaliada.
Fonte: Os Autores (2018).

Observa-se que a Praça da URI apresenta maior porcentagem de espécies nativas (83,9%), seguida do Parque da Tirolesa (83,3%). Já a praça Quinze de Novembro apresenta a maior porcentagem de exóticas (84,1%), seguida da Praça Municipal Reinaldo Grespan (72,7%). Os dados deste levantamento demonstram que a predominância de espécies nativas sobressai, ligeiramente (16 indivíduos no total), a de exóticas.

A preferência da utilização espécies nativas na arborização urbana está

diretamente relacionada com as características destas espécies, pois estas apresentam comportamento de acordo com as condições edafoclimáticas do local e resistência às pragas e doenças presentes, além de proporcionarem um bom efeito estético e ecológico.

4. CONCLUSÃO

Com base na pesquisa desenvolvida neste trabalho conclui-se que existe predominância de espécies nativas nessa região do Rio Grande do Sul, isso torna-se uma vantagem, pois certas espécies exóticas possuem potencial de se tornar invasoras, podendo competir, com espécies nativas da região e causar danos à biodiversidade local.

Além disso, é necessário que exista profissionais qualificados, nas cidades citadas, que possuam conhecimento a respeito de técnicas de espaçamento entre espécies, a distância da árvore em relação a rede elétrica local, para que o bem-estar da população não seja prejudicado. É preciso que os cidadãos percebam a importância de escolher a espécie a ser plantada e o manejo adequado para que haja, de fato, a melhoria na qualidade de vida da população.

Diante disso, observa-se que os órgãos responsáveis pelos plantios possuem percepção da importância da arborização, já que essa traz fatores benéficos às cidades, como por exemplo, a beleza visual, além de múltiplos benefícios a saúde e a natureza. Apesar de na maioria das praças haver predominância de árvores nativas, ainda há municípios que optam pelo plantio de exóticas, podendo ocasionar complicações ambientais e estéticas devido a seu potencial invasor. Por fim, destaca-se que as práticas paisagísticas, se executadas de modo circunspecto, afetam de maneira positiva tanto o homem, como a natureza e também tornam o ambiente urbano um lugar mais agradável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONAMETTI, J. H. Arborização urbana. **Terra e Cultura,** Londrina, ano XIX, n. 36, p. 51-55, 2003.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. vol. 1. Ed 4. Nova Odessa: Plantarum, 384 p., 2008.

_____. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. vol. 2. Ed 4. Nova Odessa: Plantarum, 384 p., 2008.

_____. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. vol. 3. Ed 1. Nova Odessa: Plantarum, 384 p., 2009.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas. **Nova Odessa: Plantarum**, 368 p., 2003.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Avaliação da arborização urbana pelos residentes – estudo de caso em Marechal Cândido Rondon, Paraná. **Ciência Florestal,** Santa Maria, v. 11, n. 1. p. 189-193, 2001.

PAGLIARI, S. C.; DORIGON, E. B. Arborização urbana: importância das espécies adequadas. **Unoesc & Ciência - ACET**, Joaçaba, vol. 4, n. 2, p. 139-148. 2013.

PEDROTTI, G. **20 espécies nativas para arborização urbana**. 2017. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/880359/20-especies-nativas-para-arborizacao-urbana>. Acesso em: 14 ago. 2018.

Situação da arborização na rua do comércio - município de Frederico Westphalen – RS

Situation of arborization on the street of trade – City of Frederico Westphalen - RS

Guilherme Valcorte[1]
Éricklis Edson Boito de Souza[2]
Antônio Marcos Zuliani Lunkes[2]
Mateus Boldrin[2]
Nilton Mantovani[2]

[1]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências, Av. Roraima, 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS. E-mail: gvalcorte@yahoo.com.br.

[2]Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen – UFSM/FW, Linha 7 de Setembro, S/N, BR 386, Frederico Westphalen/RS, CEP: 98400-000. E-mails: ericklisboito@gmail.com, antoniolunkes@gmail.com, mateusboldrin@gmail.com, mantovani.nilton@gmail.com.

Resumo: A arborização de cidades realizada de forma planejada contribui para viabilizar as funções benéficas proporcionadas pelas árvores ao ser humano em seus respectivos valores paisagístico, ecológico, social e econômico. O presente trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico da arborização da Rua Do Comércio, no bairro centro do município de Frederico Westphalen - RS. No estudo foram avaliadas as árvores de acordo com os seguintes parâmetros: espécie, porte, situação em relação à fiação, sistema radicular e necessidade de tratamento. Foram observados e identificadas 99 indivíduos, totalizando 11 espécies, dentre elas 7 exóticas e 4 nativas, distribuídas em 9 famílias, sendo *Archontophoenix cunninghamiana* a espécie que ocorreu com maior frequência. Observou-se que a maioria dos indivíduos (79,0%) se apresentam na fase adulta. A maioria das espécies arbóreas é exótica (63,64%). O diagnóstico indicou má condução das árvores, especialmente quanto ao seu manejo e escolha do local de plantio, necessitando técnicas de intervenção que visam o desenvolvimento adequado da arborização urbana.
Palavas-chave: Arborização urbana, espécies arbóreas, planejamento ambiental

Abstract: The planned afforestation of cities contributes to the viability of the beneficial functions provided by trees to the human being in their respective landscape, ecological, social and economic values. The present work had the objective to make a diagnosis of the afforestation of Rua Do Comércio, in the central district of the municipality of Frederico Westphalen - RS. In the study the trees were evaluated according to the following parameters: species, size, situation in relation to spinning, root system and need for treatment. 99 individuals were observed and identified, totaling 11 species, among them 7 exotic and 4 native, distributed in 9 families, with Archontophoenix cunninghamiana being the most frequent species. It was observed that the majority of the individuals (79.0%) present in the adult phase. Most tree species are exotic (63.64%). The diagnosis indicated poor management of trees, especially regarding their management and choice of planting site, requiring intervention techniques that aim at the adequate development of urban afforestation.
Key words: Urban tree planting, tree species, environmental planning

1. INTRODUÇÃO

As cidades brasileiras em sua grande maioria destacam-se por sua composição baseada no concreto, asfalto e tantos outros materiais artificiais utilizados nas

construções das mesmas. Por esse motivo, a arborização no espaço urbano é de suma importância para manutenção da qualidade de vida da população, pois contribui com a estabilização climática, embeleza, fornece abrigo e alimento à fauna, sombra aos passeios, ruas, avenidas e lazer nas praças, além de parques e jardins de nossas cidades (LAZZARI, 2015).

O planejamento adequado da arborização urbana, desde sua implantação e manutenção é fundamental para que se possa usufruir de forma plena todos os benefícios das árvores no ambiente urbano. A escolha de espécies adequadas a serem utilizadas na arborização é de extrema importância, uma vez que o uso indevido de espécimes poderá ocasionar uma série de riscos e prejuízos tanto para os usuários como para as prefeituras, empresas prestadoras de serviços de rede elétrica, telefonia e esgotos. Em vias urbanas, em frente de residências ou de estabelecimentos comerciais, o aspecto mais importante e indispensável é em relação ao espaço disponível para as espécies arbóreas. Deve-se verificar ainda, largura da calçada e da rua, presença e/ou a ausência de rede elétrica aérea, recuo de imóveis, rede de drenagem pluvial e hidráulica (CARVALHO et al., 2016).

Na maioria dos municípios brasileiros percebem-se o negligenciamento histórico da arborização urbana dentro do planejamento e elaboração dos planos diretores, em que a mesma é apresentada de forma meramente ornamental e sem função ambiental relevante. Muitas vezes, o plano de arborização em algumas cidades é elaborado separadamente. O poder público por este fato tem sido paulatinamente cobrado pelas organizações civis, e tem se visto a reconsiderar na sua conceituação da importância da arborização dentro sistema urbano (BRUN et al., 2008).

No momento do planejamento da arborização urbana deve-se estabelecer critérios adequados na seleção, no plantio e no manejo dos indivíduos arbóreos. Neste planejamento é importante escolher as espécies e avaliar características botânicas, silviculturais e estéticas. Além de considerar fatores relevantes do ambiente, entre eles, largura da calçada e rua, rede de infraestrutura, condições de clima e solo (PAIVA, 2009).

Para o correto planejamento e manutenção, é necessário conhecer a arborização urbana já implantada, através da realização de um inventário, tendo como objetivo geral conhecer o patrimônio arbustivo e arbóreo do município. Tal levantamento é fundamental, pois fornece informações sobre a necessidade de poda, tratamentos fitossanitários ou remoção e plantios, bem como para definir prioridades de intervenções (MELO et al., 2007).

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico da arborização da Rua Do Comércio, a principal rua do município de Frederico Westphalen - RS, visando contribuir para uma subsequente intervenção planejada e racional.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Caracterização da área de estudo**

O presente estudo foi realizado na Rua Do Comércio no município de Frederico Westphalen - RS, sob coordenadas geográficas de 27º21’33’’S e 53º23’40’’W, estando a uma altitude de 535 m. O município localiza-se na região do Médio Alto Uruguai do Estado do Rio Grande do Sul, distante a 430 km da capital (Porto

Alegre). De acordo com o IBGE, o município possui área total de 264,97 km² e população estimada em 2016 de 30.699 habitantes.

A escolha da Rua Do Comércio para a realização do diagnóstico da arborização foi em função de que esta é a principal rua do município, sendo que a mesma possui 7 quadras e uma extensão total de 852 m.

2.2 **Levantamento quali-quantitativo das árvores**

O levantamento foi realizado no mês de maio de 2017 através do método de caminhamento, juntamente com observações da vegetação arbórea na área. A coleta de dados foi separada em lado direito e esquerdo e canteiro central da rua. Para o registro dos dados *in loco*, foram utilizados como instrumentos uma planilha previamente elaborada para descrever as características das árvores e do ambiente em que se encontra.

Os parâmetros levantados para a obtenção do diagnóstico da arborização foram:

- Nome da espécie;
- Porte (muda, jovem ou adulta);
- Vegetal sob fiação (sim ou não);
- Área livre/ tronco e sistema radicular (ampla, superior a 1m²; regular, até 0,5 m²; ou nenhuma);
- Sistema radicular (profundo sem danos, profundo com danos, superficial sem danos ou superficial com danos);
- Estado fitossanitário (boa, satisfatória, ruim ou morta);
- Necessidade de tratamentos (controle fitossanitário, poda leve, poda pesada, remoção sem reposição ou remoção com reposição);
- Danos físicos (vandalismo, poda, construção ou estacionamento);
- Compatibilização (compatível, medianamente compatível, pouco compatível ou incompatível);
- Posição (meio-fio, muros e postes);
- Origem (exótica ou nativa);
- Altura do primeiro galho.
-

2.3 **Identificação botânica**

O sistema utilizado na identificação das árvores (material botânico) foi através de metodologia usual taxonômica e consultas à literatura de Backes e Irgang (2009); Lorenzi, (2010; 2016). O processo de identificação resultou na análise das características morfológicas das espécies de acordo com o sistema de classificação do Angiosperm Phylogeny Group III (APG III, 2009). As espécies foram fotografadas utilizando uma máquina digital para facilitar a identificação e compreensão dos resultados do trabalho, assim como, proporcionar uma melhor visualização dos resultados por pessoas da comunidade local que não possuem conhecimento científico sobre as espécies.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Rua Do Comércio foram amostradas um total de 99 indivíduos somando-se aqueles ocorrentes nos lados esquerdo e direito e canteiro central da rua, totalizando 11 espécies, dentre elas 7 exóticas e 4 nativas, distribuídas em 9 famílias. A espécie mais abundante foi a *Archontophoenix cunninghamiana* com 50,51%, uma palmeira, seguida por *Lagerstroemia indica* com uma ocorrência de 17,17%, e também com destaque a espécie *Cinnamomum zeylanicum* com 13,13%, conforme pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1. Relação das famílias, espécies, origem, número de indivíduos e da frequência dos exemplares arbóreos encontrados na Rua Do Comércio, no Município de Frederico Westphalen – RS, 2017.

Família	Nome Cientifico	Nome Popular	Origem	N° Ind.	FR (%)
Arecaceae	*Archontophoenix cunninghamiana*	Palmeira-real	E	50	50,51
Bignoniaceae	*Handroanthus pulcherrimus*	Ipê-amarelo	N	1	1,01
Cupressaceae	*Cupressus macrocarpa*	Ciprestre-americano	E	5	5,05
Euphorbiaceae	*Codiaeum variegatum*	Cróton	E	1	1,01
Lauraceae	*Cinnamomum zeylanicum*	Canela-doce	E	13	13,13
Lythraceae	*Lagerstroemia indica*	Extremosa	E	17	17,17
Moraceae	*Ficus auriculata*	Figueira-chilena	E	1	1,01
	Ficus benjamina	Figueira-benjamim	E	5	5,05
Myrtaceae	*Eugenia involucrata*	Cerejeira-do-mato	N	1	1,01
	Eugenia uniflora	Pitanga	N	4	4,04
Nyctaginaceae	*Bougainvillea glabra*	Primavera	N	1	1,01
Total = 9	11			99	100

E = exótica / N = nativa; FR = Frequência relativa (%); Nº Ind. = número de indivíduos.
Fonte: Autores.

Considerando a prevenção de riscos à longevidade, por meio de declínio e ataque de pragas e doenças, Grey e Deneke (1978) recomendaram no planejamento da arborização urbana, frequências de 10 a 15% do total da comunidade, para cada espécie utilizada. Além desse, o fator estético da monotonia plástica de um único tipo vegetal deve ser observado com atenção. Conforme a recomendação observa-se que as frequências de *Archontophoenix cunninghamiana* (50,51%) e *Lagerstroemia indica* (17,17%) ultrapassaram o sugerido. *Cinnamomum zeylanicum* foi à única espécie que apresentou a frequência recomendada (13,13%). As outras espécies tiveram uma baixa representatividade, juntas somam apenas 19,19% dos indivíduos encontrados no levantamento.

Como pode ser visto na Figura 1, verificou-se que 63,64% das espécies encontradas são classificadas como flora exótica e 36,36% como flora nativa.

Desde o início da colonização do país foram trazidas espécies exóticas para arborizar as ruas, praças e jardins, isso resultou na quase extinção de várias espécies da avifauna urbana devido a não adaptação ao consumo dos frutos dessas plantas (LORENZI, 2016).

Estes resultados demonstram a não preferência por espécies nativas, devido provavelmente, à falta de conhecimento técnico em relação à utilização e potencialidade do uso de espécies nativas na arborização urbana. A preferência pelo uso de espécies nativas na arborização é uma recomendação nem sempre seguida

pelos municípios e, esta foi reforçada na Carta de Vitória (CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2007).

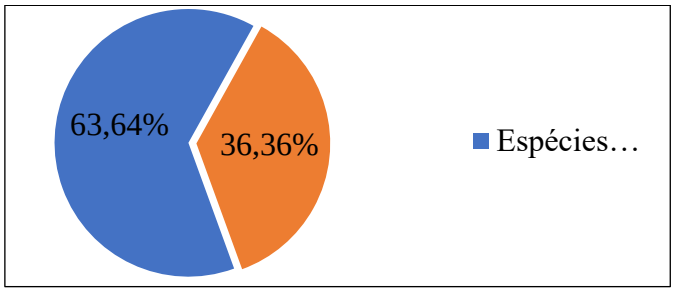


Figura 1. Percentual de espécies exóticas e nativas na arborização da Rua Do Comércio, no Município de Frederico Westphalen – RS, 2017.

Em relação ao porte das plantas (Figura 2-A), 79,0% do total de indivíduos apresentaram-se na fase adulta, 20,0% na fase jovem e apenas 1,0% na fase de muda. Estes valores mostram que a maioria das plantas da rua apresenta-se em estádio de desenvolvimento já estabilizado (Figura 2-B).

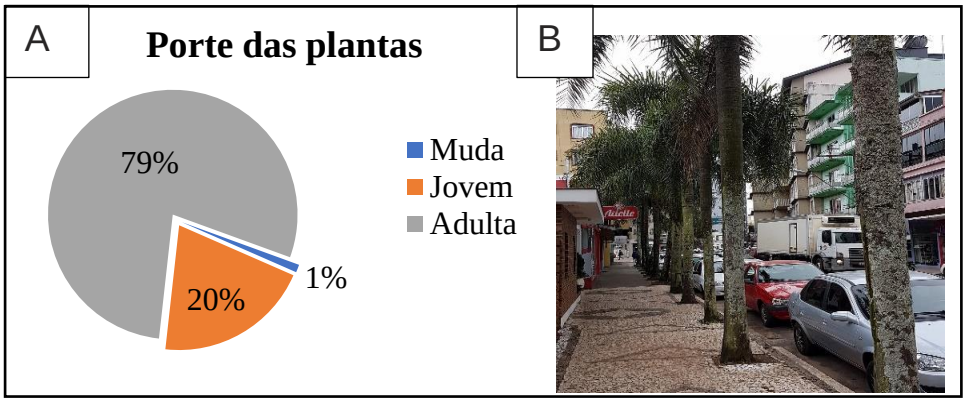


Figura 2. A) Porte das Plantas (Muda, Jovem e Adulta); B) indivíduos na fase adulta.

Quanto à disposição das árvores sob fiação da rede elétrica, observa-se (Figura 3-A), 70% dos indivíduos encontram-se sob fiação. Podendo-se deduzir através desses valores que a chance da ocorrência de problemas envolvendo a interferência dos galhos na fiação é grande, podendo aumentar consideravelmente quando associada com intempéries climáticas mais drásticas e com a falta de manutenção adequada das árvores, especialmente as de grande porte (Figura 3-B).

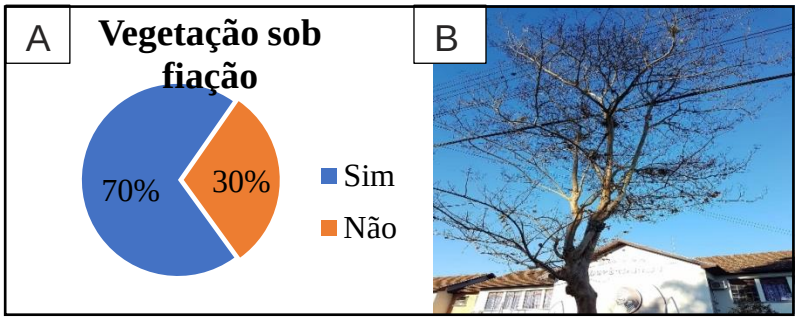


Figura 3. A) Vegetação sob fiação ou não; B) indivíduos localizados sob fiação da rede elétrica.

Quanto à área livre (Figura 4-A) para o desenvolvimento do caule e principalmente do sistema radicular das plantas, constatou-se que aproximadamente 42% dos casos não possuem nenhuma área livre ou espaço (Figura 4-A), ou seja, pavimentação ou calçada encostando ao tronco, limitando assim o desenvolvimento das plantas; em 56,0% dos casos a área foi regular, isto é, até 0,5 m2, porém para apenas 2,0% destes a área estava perfeitamente adequada, ou seja, apenas duas árvores. A área livre do tronco é um dos principais fatores que deve ser levado em consideração, quando for planejar as calçadas das ruas, pois essa área livre favorece um bom desenvolvimento das árvores e do sistema radicular, além disso, evita algum tipo de deformação de muretas, muros, meios-fios e principalmente calçadas.

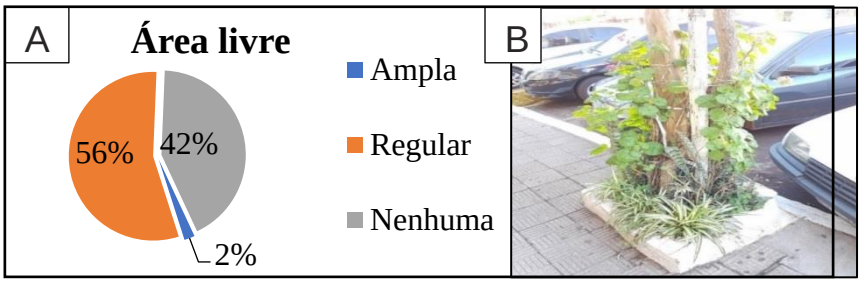


Figura 4. A) Área livre para o desenvolvimento do caule e sistema radicular (Ampla - superior a 1,0 m²; Regular - até 0,5 m² ou nenhuma - pavimentação encostando no caule); B) ausência de área livre para o desenvolvimento das plantas.

Em relação ao sistema radicular (Figura 5-A), a maior parte dos indivíduos (77,0%) apresenta-se com sistema radicular profundo sem estarem provocando danos e deformações principalmente no revestimento dos passeios em função do direcionamento das raízes. Sistema radicular superficial provocando danos foi observado em 19,0% dos indivíduos e 4,0% apresentam sistema radicular profundo com danos.

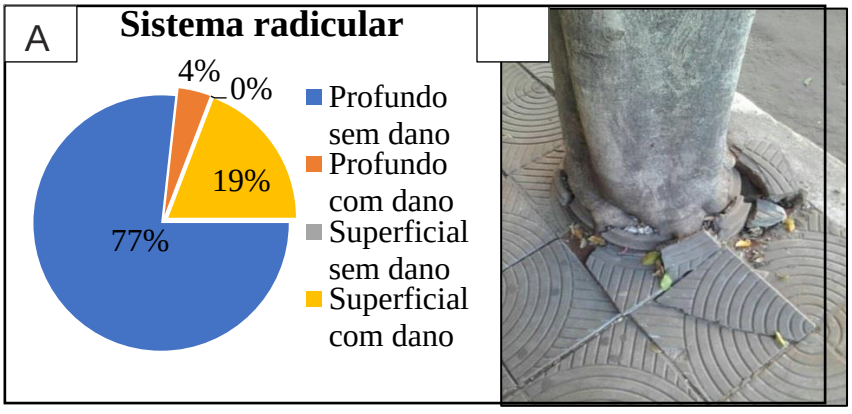


Figura 5. A) Sistema Radicular (Profundo Sem Dano, Profundo Com Dano (danos causados a calçadas, muros, ruas construções, etc), Superficial Sem Dano e Superficial Com Dano); B) Indivíduo arbóreo sem espaço livre para desenvolvimento do caule e do sistema radicular.

O sistema radicular das árvores, especialmente as de grande porte e, àquelas que apresentam raízes bastante desenvolvidas e superficiais muitas vezes provocam degraus na pavimentação dos passeios gerando inúmeros transtornos à

população, e até mesmo risco de acidentes, especialmente quando a área livre para o desenvolvimento do tronco e raízes é insuficiente. Esta situação é ainda mais agravada quando as árvores são plantadas dentro de tubos de concreto (Figura 5-B).

Quanto à sanidade das árvores, 79,0% apresentaram resultado satisfatório, em 13,0% observou-se como boa (Figura 6-A) e 8,0% dos indivíduos apresentam-se como ruins em função de apodrecimentos de caule e ramos (Figura 6-B) e ataque de insetos xilófagos, necessitando de tratamentos para contornar tais problemas. Não foi constatada a presença de árvores mortas.

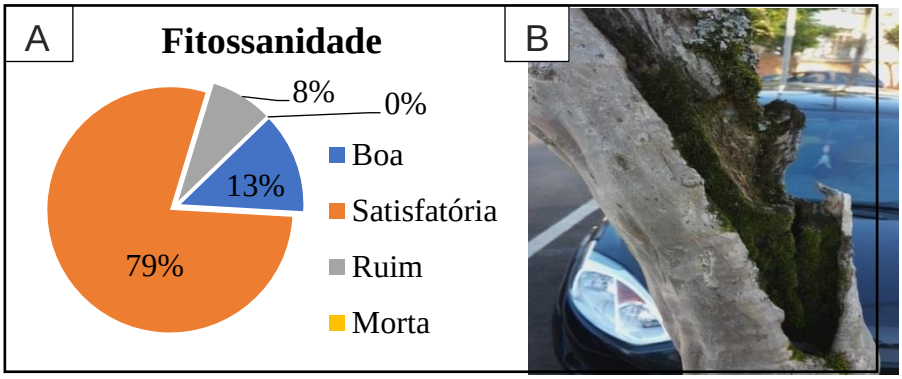


Figura 6 - A) Sanidade das árvores (Boa -isenta de sinais de pragas, doenças e injúrias mecânicas; Satisfatória - pequenos problemas de pragas, doenças ou danos físicos; Ruim - danos severos de pragas, doenças ou danos físicos e Morta); B) Indivíduo apresentando apodrecimento do caule.

Em relação à necessidade de tratamento (Figura 7-A), pode-se observar que 40,0% das plantas necessitam de remoção sem reposição por não serem indicadas para o local e estarem em conflito grave com outras plantas (Figura 7-B), com demais elementos urbanos como postes de energia elétrica, postes de sinalização, entrada de garagens, rampas de acesso a cadeirantes e esquinas.

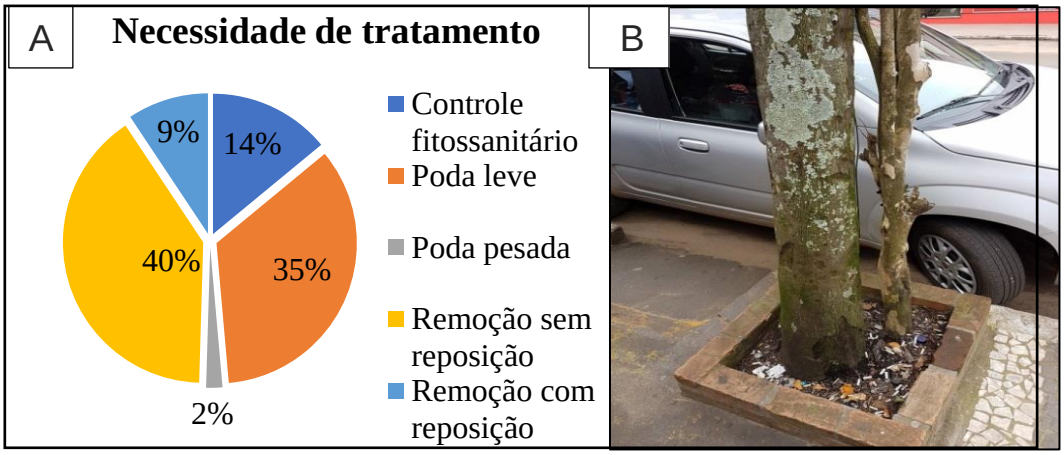


Figura 7. A) Necessidade de Tratamento (Controle Fitossanitário, Poda Leve, Poda Pesada, Remoção Sem Reposição, Remoção Com Reposição; B) Indivíduo necessitando remoção sem reposição.

Cerca de 35,0% necessitam de uma poda leve que consiste na retirada de ramos mortos e malformados, 14,0% necessitam de controle fitossanitário, 9% remoção com a possibilidade de reposição de outra planta ou espécie no local e, 2,0% necessitam de poda pesada em que retira-se grande quantidade de ramos alterando consideravelmente a forma da copa. Assim, observa-se que a maioria dos indivíduos necessita de manutenções.

Quanto aos danos físicos sofridos pelas plantas (Figura 8-A), pode-se observar que 62% dos indivíduos sofreram vandalismo, danos intencionais aos galhos e caules, 26,0% das plantas receberam algum tipo de poda mal conduzida, sem critérios técnicos adequados, 11,0% foram danificadas pelo estacionamento de veículos e 1,0% sofreram danos em função de atividades da construção civil. Sendo que em certas situações uma mesma árvore apresentou a ocorrência de mais de um tipo de dano físico (Figura 8-B).

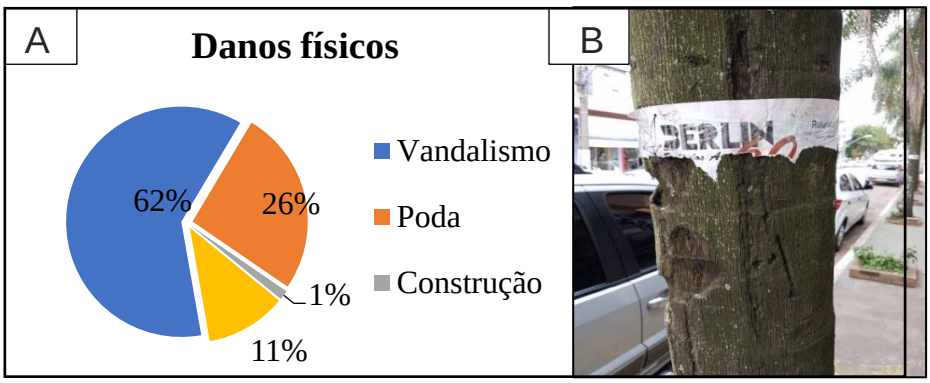


Figura 8. A) Danos Físicos (Vandalismo, Poda, Construção, Estacionamento); B) Vandalismo sofrido pelas plantas.

Os danos físicos sofridos pelas plantas proporcionam a entrada de água e a instalação de patógenos apodrecedores nos galhos e principalmente nos troncos. Estes danos evoluem para o apodrecimento interno das plantas arbóreas, provocando redução da resistência mecânica dos troncos o que pode levar ao encurtamento da vida de uma árvore. Em muitos casos, árvores de grande porte podem tombar, levando risco e danos materiais à população e à administração pública.

Quando analisa-se a compatibilização (Figura 9-A) das plantas no ambiente em que foram alocadas, observa-se que 46,0% apresentaram incompatibilidade estando às mesmas em locais inapropriados (Figura 9-B), 27% mediamente compatível necessitando de podas leves e sistemáticas, 32,0% apresentaram compatibilidade, ou seja, um espaço apropriado para o desenvolvimento satisfatório e apenas 2,0% demonstraram-se pouco compatíveis, necessitando de podas pesadas e sistemáticas.

A altura do primeiro galho das árvores localizadas nos passeios públicos deve permitir a livre circulação dos pedestres sob suas copas. Sobre este critério (Figura 10-A), observa-se que 55% das plantas apresentam os primeiros galhos com altura do solo superior a 2,1 metros, o mínimo recomendado. Cerca de 45% dos indivíduos apresentam a posição do primeiro galho abaixo do aceitável (Figura 10-B), sendo que estes devem ser removidos para o livre trânsito de pedestres no local.

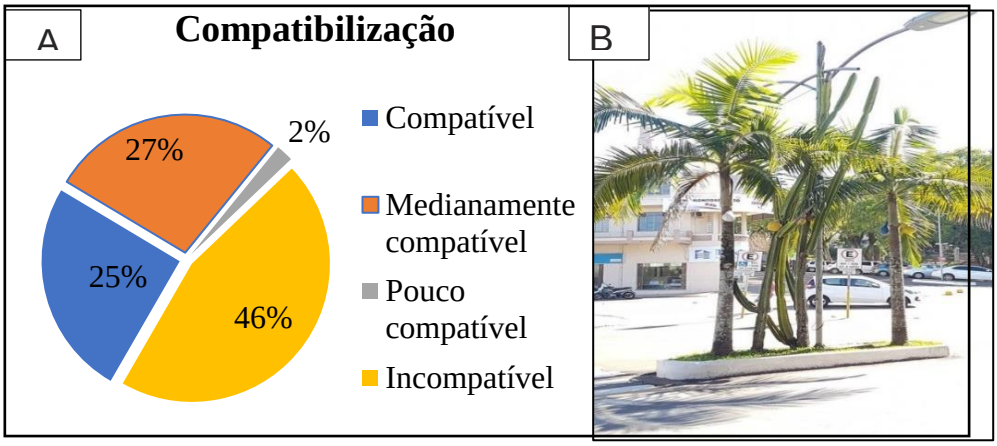


Figura 9. A) Compatibilização (Compatível - espaço apropriado; Medianamente Compatível - requer podas leves e sistemáticas; Pouco Compatível - requer podas pesadas e sistemáticas e incompatível - árvore em local inapropriado); B) Situação de incompatibilidade.

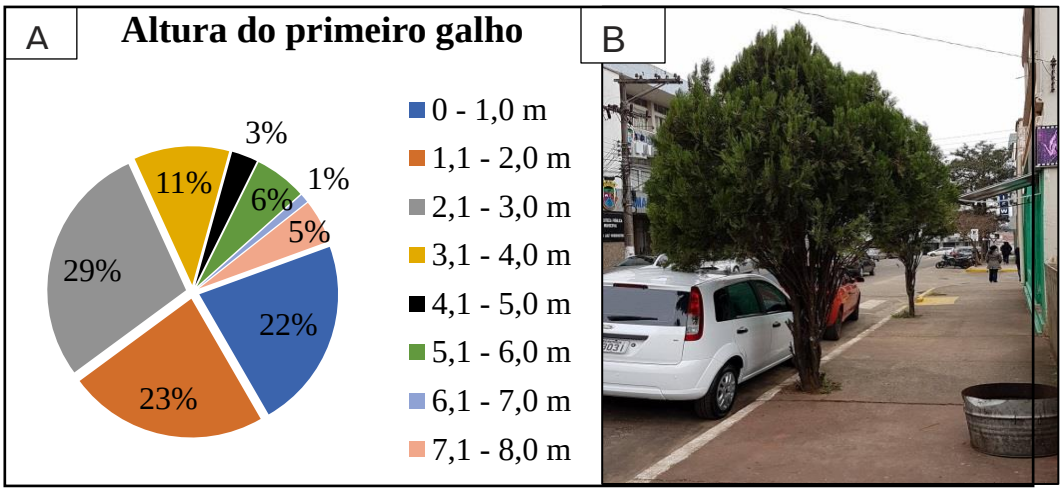


Figura 10. A) Altura do primeiro galho em relação ao chão; B) Indivíduo apresentando galhos abaixo do recomendável.

4. CONCLUSÕES

O diagnóstico da arborização da Rua Do Comércio, no Município de Frederico Westphalen mostra que há uma boa diversidade de espécies arbóreas, porém, com predominância de exóticas à flora regional. As espécies com maior frequência de ocorrência foram a *Archontophoenix cunninghamiana* (Palmeira-real), *Lagerstroemia indica* (Extremosa) e *Cinnamomum zeylanicum* (Canela-doce).

A área livre necessária para o desenvolvimento do caule e das raízes foi o parâmetro que apresentou o pior diagnóstico, indicando situação abaixo dos padrões recomendados.

A arborização também apresenta problemas em relação aos danos provocados nas plantas, à sanidade, ao manejo e à compatibilização com os demais elementos urbanos.

É possível verificar a importância do planejamento da arborização urbana, principalmente no momento da escolha das espécies, local de plantio e aplicação

sistemática e criteriosa de práticas corretas de podas para ajustar o crescimento das plantas aos locais e às necessidades dos habitantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society,** v. 161, p. 105-121, 2009.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul:** guia de identificação e interesse ecológico. 2. ed. Porto Alegre: Paisagem do Sul. 332p. 2009.

BRUN, F. G. K.; FUCHS, R. H.; BRUN, E. J.; ARAÚJO, L. E. B. Legislações municipais do Rio Grande do Sul referentes à arborização urbana – estudo de casos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v. 3, n. 3, p. 44-64, 2008.

CARVALHO, L. A, de; NOGUEIRA, J. F.; LEMOS, J. R. Inventário da arborização de um bairro da cidade de Parnaíba - Piauí, com a utilização de um sistema de informação geográfica. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral – CE, v. 18, n. 1, p. 100-117, 2016.

CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 11, Vitória. **Carta de Vitória, 2007**. Disponível em: <www.sbau.org.br>. Acesso em 05 de jul., 2017.

GREY, G. W.; DENEKE, F. J. **Urban forestry**. New York: John Wiley, 1978. 279p.

LAZZARI, L. et al. Diagnóstico da arborização urbana da rua Arthur Milani na cidade de Frederico Westphalen-RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 13-24, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/17027/pdf>. Acesso em 08 de mai., 2017. DOI: 105902/2236117017027.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 7. ed., Nova Odessa-SP: Instituto Plantarum, v. 1. 384p. 2016.

LORENZI, H. **Flora Brasileira:** Arecaceae (Palmeiras). Nova Odessa-SP: Instituto Plantarum, 384p. 2010.

MELO, R. R. de.; FILHO, J. A.; RODOLFO JÚNIOR, F. Diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização urbana no bairro Bivar Olinto, Patos, Paraíba. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana,** v. 2, n. 1, p. 64-78, 2007.

PAIVA, A. V. de. Aspectos da arborização urbana do centro de Cosmópolis - SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v. 4, n. 4, p. 17-31, 2009

Arranjos dos sistemas agroflorestais da Amazônia implantados nos últimos cinco anos no Projeto RECA em Rondônia

Arrangements of Amazonian agroforestry systems implemented in the last five years in the RECA Project in Rondônia

Jéssica Puhl Croda[1] Djoney Procknow[1] Betina Camargo[1] Gicarlos Souza de Lima[2] Matheus Degrandi Gazzola[1] Ana Paula Moreira Rovedder[3]

[1] Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Caixa postal 5082 – CEP: 97105-900 Av. Roraima nº 1000, Bairro Camobi, Santa Maria – RS, Brasil. jessica.croda@hotmail.com; djoney_procknow@gamil.com; betinacamargo93@gmail.com; matheus.d.gazzola@gmail.com

[2] Universidade Paulista - UNIP. Rua Geraldo Barbosa, 406, CEP: 69945-000, Acrelândia – AC, Brasil. gicarlosousa@outlook.com

[3]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Caixa postal 5082 – CEP: 97105-900 Av. Roraima nº 1000, Bairro Camobi, Santa Maria – RS, Brasil. anarovedder@gmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi analisar os principais arranjos e espécies implantadas nos SAF do Projeto RECA, nos últimos cinco anos (2013-2017) e os produtos gerados pela principal espécie utilizada nos sistemas localizados no Distrito de Nova Califórnia, Rondônia. A partir de entrevistas com os agricultores e agricultoras familiares e visitas nas áreas de plantio, foi possível coletar as informações referente aos arranjos dos sistemas, espécies componentes e espaçamentos. Constatou-se, então, que ao longo dos últimos cinco anos, foram implantados 315 hectares de SAF em 194 áreas (arranjos agroflorestais) de 138 agricultores familiares cooperador a associados ao RECA, com o plantio de 37 espécies florestais, entre frutíferas, madeireiras e medicinais. Nos SAF estudados, 13 espécies se destacaram em número de indivíduos introduzidos e, dessas, as espécies predominantes nos sistemas foram: 43% pupunha (*Bactris gasipaes*), 20% açaí (*Euterpe precatoria*) e 17% cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), contemplando 82% das 13 espécies mais utilizadas. A produção dos agricultores é comercializada pela Cooperativa Agropecuária e Florestal do Projeto RECA (COOPER-RECA) e o cupuaçu é espécie chave, com maior geração de subprodutos e renda para a agricultura familiar. Conclui- se que os SAF representam uma alternativa viável de geração de renda e produção sustentável para agricultura familiar.
Palavras-chave: sistemas biodiversos, agroecologia, agricultura familiar, cupuaçu.

Abstract: The objective of this work was to analyze the main arrangements and species implanted in SAF of the RECA Project in the last five years (2013-2017) and the products generated by the main species used in the systems located in the District of New California,

Rondônia. From interviews with family farmers and visits in the planting areas, it was possible to collect the information regarding the arrangements of the systems, component species and spacings. Over the last five years, 315 hectares of SAF were implanted in 194 areas (agroforestry arrangements) of 138 cooperative family farmers associated with RECA, with the planting of 37 forest species, including fruit, timber and medicinal products. In the SAF studied, 13 species were

highlighted by the amount of individuals introduced and of these, the predominant species in the systems were: 43% pupunha (*Bactris gasipaes*), 20% açaí (*Euterpe precatoria*) and 17% cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), contemplating 82 % of the 13 species most used. The production of the farmers is commercialized by the Farming and Forestry Cooperative of the RECA Project (COOPER-RECA) and the cupuaçu is a key species, with higher generation of by-products and income for family agriculture. It is concluded that SAF represents a viable alternative of income generation and sustainable production for family agriculture.
Key words: biodiversity systems, agroecology, family agriculture, cupuaçu.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o cenário brasileiro e mundial, os Sistemas Agroflorestais (SAF), ganham força como forma de produzir sem degradar. Destaca-se, a utilização dos SAF como técnica de restauração, uma vez que permitirá ao agricultor familiar um melhor aproveitamento do espaço, além de possibilitar a obtenção sustentável de produtos, respeitando a legislação e os princípios básicos de conservação da natureza (LEITE, 2014). Os SAF, como afirma Peruchi (2014), vêm sendo praticados como uma estratégia de produção que gera renda ao agricultor, associada à preservação ambiental, com maior resiliência e facilidade de adaptação às mudanças climáticas, ou seja, de fato, o que se pode chamar de agricultura sustentável.

O Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal (ICRAF), de acordo com Neto et al., (2016), sugere a seguinte definição para os SAF:

> Sistemas baseados na dinâmica, na ecologia e na gestão dos recursos naturais que, por meio da integração de árvores na propriedade e na paisagem agrícola, diversificam e sustentam a produção com maiores benefícios sociais, econômicos e ambientais para todos aqueles quem usam o solo em diversas escalas.

Canuto (2017) ressalva que ao mesmo tempo, agricultores, técnicos e cientistas vêm desenvolvendo e praticando formas de produção que buscam reverter o processo de degradação. Em muitas situações a própria natureza é capaz de recuperar áreas alteradas. Todavia, o ser humano pode acelerar a restauração destas áreas, cuidando dos solos e das águas, introduzindo e manejando espécies vegetais e animais que dificilmente se estabeleceriam sozinhas naquela situação.

Além disso, o último autor mencionado afirma que as comunidades rurais, povos indígenas e comunidades tradicionais podem obter benefícios diretos da vegetação natural, quando bem manejada, sem necessariamente gerar degradação. Assim, os SAF podem desempenhar papel fundamental na manutenção das funções ecossistêmicas dos ambientes, os chamados serviços ambientais, incluindo a regulação do ciclo de água, adaptação a mudanças climáticas, controle de erosão e ciclagem de nutrientes. Da mesma forma, áreas em processo de restauração podem desempenhar funções socioambientais importantes, como segurança e soberania alimentar e nutricional, geração de renda, aumento da qualidade de vida, manutenção dos recursos hídricos, do equilíbrio climático e da biodiversidade, entre outras.

Frente a isso, Neto et al. (2016) afirma a existência de diversos tipos de SAF, desde sistemas simplificados, com poucas espécies e baixa intensidade de manejo, até sistemas altamente complexos, com alta biodiversidade e alta intensidade de manejo, e entre esses, vários tipos intermediários. Para cada um deles existem denominações distintas que variam de acordo com os principais produtos gerados

em cada sistema.

O Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (RECA) é uma instituição fundada em 1989, por um grupo de 86 agricultores familiares oriundos de várias partes do Brasil, principalmente das regiões sul e nordeste, assentados pela demarcação de terras do INCRA no antigo seringal Santa Clara, em Rondônia. Esse grupo de agricultores fundou a Associação dos Pequenos Agrossilvicultores do Projeto RECA, e mais tarde, no ano de 2006, essa passou a ser também uma cooperativa, denominada Cooperativa Agropecuária e Florestal do Projeto RECA (COOPER-RECA), para viabilizar a comercialização dos produtos agroflorestais de acordo com a legislação vigente. A finalidade principal do projeto era e permanece sendo o desenvolvimento de um sistema de floresta produtiva que fosse capaz de gerar renda e reflorestar as áreas desmatadas ao mesmo tempo.

Sendo assim, através de uma relação de harmonia com a natureza, os agricultores assentados introduziram nas suas áreas de lavoura branca (como o feijão, arroz, café, milho, cacau) as espécies florestais nativas da Amazônia, com ênfase em três espécies principais: a Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.), o Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum (*Willd. ex Spreng.) K. Schum.) e a Castanha- do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.). O Cupuaçu foi a espécie implantada para obter renda através da sua comercialização, gerando renda para as famílias; a Pupunha para a subsistência da família e para propiciar o sombreamento e melhores condições de desenvolvimento para o cupuaçu; e a Castanha-do-Brasil com a finalidade de reflorestar e proteger o meio ambiente.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi analisar os principais arranjos e espécies implantadas nos SAF do Projeto RECA nos últimos cinco anos (2013-2017) e os produtos gerados pela principal espécie utilizada nos sistemas.

2. METODOLOGIA DO TRABALHO

O presente estudo foi realizado no Projeto RECA, localizado no Distrito de Nova Califórnia, Porto Velho, na divisa dos estados do Acre e de Rondônia. Através de visitas às propriedades e entrevistas semiestruturadas, coletou-se os dados referentes às espécies introduzidas nos sistemas agroflorestais de 138 agricultores familiares cooperados ao RECA, cujos sistemas foram implantados nos últimos cinco anos, no período de 2013 à 2017. As informações adquiridas referem-se às espécies implantadas, espaçamento de cada uma e a funcionalidade das espécies escolhidas no sistema.

Os agricultores e agricultoras familiares participantes deste estudo fazem parte dos dez grupos organizados da instituição de acordo com sua distância até a cooperativa, sendo eles: Pioneiros I, II e III, Baixa Verde, Linhas 05, 06 e 12, Cascalho, BR e Eletrônica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Projeto RECA, ao longo dos seus 28 anos de existência, implantou cerca de 1.000 hectares (ha) de sistemas agroflorestais com os mais variados arranjos e modelos, com grande diversidade de espécies amazônicas, ainda que com predomínio de espécies-chave. Os SAF representam a principal e, na maioria dos casos, a única alternativa de renda dos agricultores e agricultoras que fazem parte do RECA através da associação e cooperativa, ou seja, dependem da produção e

comercialização dos produtos obtidos pelos SAF para a subsistência da família.

Diante disso, no ano de 2013, com o objetivo de fortalecer a cadeia produtiva do cupuaçu, do açaí e de outras espécies florestais, iniciou-se a implantação de mais 315 ha de SAF entre os agricultores e agricultoras familiares do Projeto RECA, de acordo com o interesse dos mesmos. As espécies escolhidas e a diversidade existente foram determinadas por cada família com base no mercado local e a demanda dos agricultores.

Vale destacar ainda que a maior parte das famílias entrevistadas possuem lotes com tamanhos de 45 a 100 ha - menos que dois módulos fiscais no contexto da Amazônia. Em vista disso, esses agricultores familiares apostam na diversificação da produção através dos SAF como alternativa viável de geração de renda e de resistência social frente a um contexto ambiental de exploração da natureza e do ser humano por intermédio do desmatamento e da pecuária.

A implantação dos 315 ha de SAF ocorreu no período de 2013 a 2017, distribuídos em 194 áreas (arranjos agroflorestais) de 138 agricultores e agricultoras familiares. Foram introduzidas ao total 37 espécies florestais, entre frutíferas, madeireiras e medicinais. Contudo, das 37 espécies, 13 se destacaram com maior número de indivíduos implantados, as quais são apresentadas na tabela a seguir (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação das espécies com maior número de indivíduos implantados nos últimos cinco anos nos SAF do Projeto RECA, em Rondônia.

Nome da Espécie		**Grupo Sucessional**	**Estratos**	**Produtos**
Popular	***Científico***			
Pupunha	*Bactris gasipaes* (Kunth.)	Sec III	E	Palmito e sementes
Açaí	*Euterpe precatoria* Mart.	Pri	A	Polpa da fruta, geleias, licores e sorvetes
Cupuaçu	*Theobroma grandifolium* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.	Sec III	M	Polpa da fruta, geleias, licores, manteiga (cosméticos), adubo e *cupulate*
Andiroba	*Carapa guianensis* Aubl.	Pri	A/M	Óleos essenciais
Rambotã	*Nephelium lappaceum* L.		M	Frutos
Banana	*Musa x paradisíaca*	Sec III	E	Frutos e adubo
Café	*Coffea arábica* L.	Pri	B	Grãos
Copaíba	*Copaifera langsdorfii* Desf.		A	Óleos essenciais
Camaru-De-Cheiro	*Dipteryx odorata* (Aubl.)Willd.	Pri	A	Óleos essenciais e perfumes
Castanha	*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.	Pri	E/A	Frutos e óleos essenciais
Acerola	*Malpighia glabra* DC.	Sec I	A	Polpa da fruta, licores e Geleias
Graviola	*Annona muricate* L.	Sec I	A	Polpa da fruta, licores e geleias

Legenda: P: pioneiras (primeiro consórcio a dominar) – até 6 meses; Sec I: secundárias de ciclo de vida curto (segundo consórcio a dominar) – 1,5 a 3 anos; Sec II: secundárias de ciclo de vida médio (terceiro consórcio a dominar) – 3 a 20 anos; Sec III: secundárias de ciclo de vida longo (quarto consórcio a dominar) – 20 a 50 anos; Pri: primárias (último consórcio a dominar) – mais de 50 anos. Estratificação: B: baixo, M: médio, A: alto, E: emergente.
Fonte: adaptado de Peneireiro e Brilhante (s/d).

Na tabela 1 é possível visualizar três informações essenciais nos SAF, o grupo sucessional, o estrato que cada espécie ocupa no sistema e a diversidade de produtos gerados por cada espécie. Peneireiro e Brilhante (s/d), afirmam que nos sistemas agroflorestais é importante conhecer as espécies e seu comportamento em função da interação entre elas. Classificá-las em grupos sucessionais permite que se tenha uma compreensão da dinâmica do sistema no espaço e no tempo. Os consórcios se sobrepõem, sendo que um vai dando lugar ao outro quando determinado consórcio, que se apresentará dominante por determinado período, completa seu ciclo de vida.

Na figura 1 estão representados as 13 principais espécies e o número de indivíduos implantados respectivamente. Essas espécies representam 96% do total de indivíduos nos SAF dos últimos cinco anos, e os 4% restantes são representados pelas 24 espécies com menor número de indivíduos implantados.

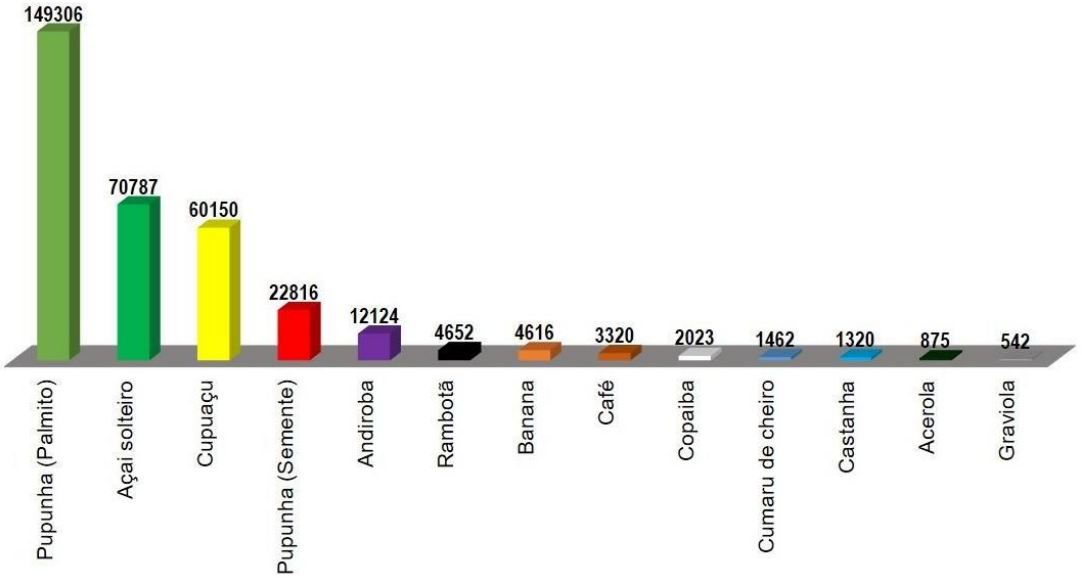


Figura 1. Número de indivíduos das principais espécies implantadas no SAF nos últimos cinco anos.

Entretanto, dessas espécies, as três predominantes em número de indivíduos implantadas foram a pupunha (43%), o açaí (21%) e o cupuaçu (18%). Essas três espécies representam 82% do total de indivíduos introduzidos nos sistemas, e as demais 34 espécies introduzidas, configuram-se nos 18% restantes. A introdução dessas espécies predominantes nos SAF se justifica por se tratar de espécies cuja cadeia produtiva vem se expandindo nos últimos anos.

Diante disso, a pupunha é a espécie mais implantada nesses últimos cinco anos devido ao seu potencial de corte do palmito com ciclo anual e alto valor agregado no mercado na época. Já o cupuaçu, apesar de neste estudo não ser a espécie predominante, representa grande importância para o Projeto RECA devido ao seu potencial de gerar subprodutos desde os primeiros plantios da instituição, como verificado por Franke et al. (2005).

Segundo o mesmo autor, a combinação da maior parte dos SAF do RECA foi de cupuaçu, seguido da pupunha e da castanha, refletindo a primeira combinação dos sistemas implantados. O mesmo resultado foi encontrado por Silva et al., (2016), em seu estudo centralizado apenas no grupo de cooperados da Baixa Verde. Cabe ressalva ainda, que o cupuaçu gera vários subprodutos, que vão desde a polpa da

fruta, geleias e licores comercializados local e regionalmente, até a manteiga vendida para a indústria de cosméticos e a torta de cupuaçu comercializada como adubo para os agricultores locais. Assim como o cupuaçu, é retirado do açaí também a polpa da fruta, geleias e licores.

As espécies predominantes estudadas nos SAF podem ser observadas na figura abaixo (Figura 2). A banana tem papel de colonizadora inicial, fornecendo o microclima que o cupuaçu e, mais precisamente, o açaí exige nos primeiros anos de plantio.

Figura 2. Sistema agroflorestal com cupuaçu, açaí e pupunha implantados no ano de 2015 no Projeto RECA. Fonte: Autores.

Toda a produção obtida através dos SAF é entregue e comercializada pela cooperativa agropecuária e florestal do Projeto RECA (COOPER-RECA), beneficiando os cooperados com o incremento na renda decorrente da agregação de valor da matéria prima agroflorestal, sobretudo dos produtos do cupuaçu. Nota-se o cupuaçu como principal espécie nos SAF do RECA (Figura 3), desde os primeiros anos de plantios (1989) até a atualidade.

Figura 3. Árvore com fruto do cupuaçu, principal espécie dos SAF do Projeto RECA. Fonte: Autores.

Vale destacar, ainda, que a produtividade de cupuaçu na última safra (2017), superou mil toneladas de frutos brutos, gerando cerca de 350 toneladas de polpa da fruta, 100 toneladas de sementes secas e fermentadas e 40 toneladas de manteiga, sendo este último o produto com maior agregação de valor gerado pelos SAF atualmente.

Os SAF são sistemas de produção sustentáveis, podendo ser ampliados em escala, na busca por uma agricultura economicamente viável e que incorpore conceitos e práticas da agroecologia (Cullen Junior et al., 2006).

4. CONCLUSÕES

As principais espécies dos SAF do Projeto RECA implantadas nos últimos cinco anos são a pupunha, o açaí e o cupuaçu. O cupuaçu é a espécie-chave para os agricultores e agricultoras, devido à variedade de subprodutos obtidos. Os SAF se constituem em uma alternativa viável de geração de renda e produção sustentável para a agricultura familiar.

AGRADECIMENTOS

Ao Núcleo de Estudos e Pesquisas em Recuperação de Áreas Degradadas – NEPRADE e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, da Universidade Federal de Santa Maria. Também ao Projeto de Residência Agroflorestal da Universidade Federal de Rondônia com apoio da Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do desenvolvimento Agrário – Sead, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e ao Projeto RECA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANUTO, J.C. Sistemas Agroflorestais: experiências e reflexões, Brasília, DF: Embrapa, 2017.

FRANKE, I.L. *et al*. Análise sócioeconômica dos agrossilvicultores do projeto de reflorestamento econômico consorciado e adensado (Reca), em Nova Califórnia, Rondônia. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, Rio Branco-AC, 2008. Anais, 2008.

LEITE, T.V.P. Sistemas Agroflorestais na Recuperação de Espaços Protegidos por Lei (App E Reserva Legal): Estudo de Caso Do Sítio Geranium, DF. 2014.

NETO, N.E.C.; MESSERSCHMIDT, N.M.; STEENBOCK, W.; MONNERAT, P.F.Agroflorestando o mundo de facão a trator: gerando práxis agroflorestal em rede. Barra do Turvo, 2016.

PENEIREIRO, F.P; BRILHANTE, M.O., Proposta de classificação em grupos sucessionais para espécies agroflorestais, s/d.

PERUCHI, F. **Sistemas agroforestales y seguridad alimentaria**: um estudio de caso en el Asentamiento Sepé Tiarajú - São Paulo, Brasil. 102 f. Tesina (Máster en Agroecología) - Universidad de Córdoba, Baeza, 2014.

SILVA, D. V. *et al*. Combinação de espécies em sistemas agroflorestais no ramal baixa verde (projeto reca-rondônia). In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, Cuiabá-MT, 2016. Anais. 2016.

9.2 TRABALHOS DE BIOMASSA, POLÍTICA E ECONOMIA

Biomassa aérea de acácia-negra (Acacia mearnsii de wild.) em diferentes locais de plantio

Biomass above the soil of acácia-negra (*Acacia mearnsii de wild*.) in different planting places

Kauana Engel[1]
Alexandre Behling[2]
Henrique Soares Koehler[3]
Franciele Alba da Silva[4]

[1]Universidade Estadual do Centro Oeste, Campus Irati – UNICENTRO, BR 156 Km 7 – Riozinho, CEP 84500-000, Brasil
kauanaeg@gmail.com
[2]Universidade Federal do Paraná - UFPR, Av. Pref. Lothário Meissner, CEP 80210-170, Brasil.
alexandre.behling@yahoo.com.br
[3]Universidade Federal do Paraná - UFPR, Rua dos Funcionários CEP 1540, 80.035-050, Brasil.
koehler@ufpr.br
[4]Universidade Federal do Paraná - UFPR, Av. Pref. Lothário Meissner, CEP 80210-170, Brasil
francielealba47@gmail.com

Resumo: O uso do teste de identidade possibilita avaliar se as fontes de variação de um povoamento florestal exercem influencia significativa nas equações desenvolvidas para estimar a biomassa. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar as estimativas de biomassa dos componentes copa, fuste e total, verificando a identidade dos modelos para dois locais de plantio de Acácia-negra. Seguindo a hipótese: "O local de plantio não exerce influencia no desenvolvimento de equações para estimar a biomassa do fuste, copa e total, viabilizando o uso de apenas uma equação para diferentes locais". Utilizou-se o teste de identidade proposto por Graybill (1976), o qual teste a hipótese de nulidade (h_0) = as equações desenvolvidas para cada local são idênticas. Para a biomassa do fuste o valor de p (probabilidade ou erro α) encontrado foi maior que 0,05 aceitando a hipótese H_0. No entanto, o mesmo não ocorre para a biomassa da copa e total, onde o valor de p foi menor que 0,05 para os dois casos rejeitando-se a hipótese h_0. Conclui-se que o fator local de plantio não influência no desenvolvimento de equações para estimar a biomassa do fuste. No entanto, para os componentes copa e total, o fator local de exerce influencia.
Palavras-chave: Teste de identidade, estratificação de dados, equações alométricas.

Abstract. The use of the identity test makes it possible to evaluate if the sources of variation of a forest stand have a significant influence on the equations generated to estimate a biomass. Therefore, the objective of this work was to evaluate the biomass estimates of the canopy, trunk and total components, verifying the identity of the models for two Acacia-negra planting sites. Following the hypothesis: " The planting site does not influence the development of equations to estimate trunk, crown and total biomass, making it possible to use only one equation for different locations". We used the identity test proposed by Graybill (1976), which tests the null hypothesis (h0) = the adjusted models for each site are identical. For trunk biomass the p value found was greater than 0.05 accepting the hypothesis H0. However, the same does not occur for crown and total biomass, where the value of p was less than 0.05 for both cases rejecting the hypothesis h0. It is concluded that the local factor of planting does not influence the development of equations to estimate trunk biomass. However, for the crown and total components, the local influence factor exerts.
Key words: Identity test, stratification of data, allometric equations.

1. INTRODUÇÃO

Os estudos sobre a quantificação de biomassa têm sido desenvolvidos com diversos fins, como por exemplo: ciclagem de nutrientes, fins energéticos, estudos de fixação de carbono e para a avaliação do crescimento da floresta (BEHLING, 2014). A quantificação do estoque de biomassa em florestas é realizada por meio de métodos diretos e indiretos. Os métodos indiretos são baseados na correlação da biomassa com alguma variável obtida por medição no campo, sem necessidade de abate da árvore (FERRAZ et al., 2014). Estas estimativas podem ser feitas a partir de modelos alométricos que utilizam a biomassa como variável dependente e outras variáveis mais facilmente mensuradas no povoamento, como o diâmetro à altura do peito como variável independente.

A identidade de modelos possibilita avaliar uma ou mais variável de interesse, verificando se as fontes de variação do povoamento têm influência significativa nas equações geradas para estimar variáveis como o volume e biomassa (MENDONÇA et al., 2015). Com isso, é possível verificar se é possível utilizar apenas uma equação estimar a biomassa para locais distintos, otimizando essa atividade dentro do planejamento florestal. Trabalhos vêm sendo realizados utilizando identidade de modelos para povoamentos florestais, como exemplo, Martins et al. (2007) compararam curvas de sítio ajustada a povoamentos de *Leucaena leucocephala* em experimentos tratados com composto orgânico e sem composto orgânico; Mendonça et al. (2015), avaliaram a identidade de um modelo linear e um modelo não linear para estimativa de volume de árvores de *Pinus caribaea* var. hondurensis e *Pinus oocarpa*. Rodrigues et al., (2017) verificaram a identidade de modelos hipsométricos e volumétricos em povoamentos de *Pinus taeda* L. com diferentes idades submetidas ao primeiro desbaste mecanizado.

Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar as estimativas de biomassa dos componentes copa, fuste e total, verificando a identidade dos modelos para dois locais de plantio de Acácia-negra. Seguindo a hipótese: “O local de plantio não exerce influência no desenvolvimento de equações para estimar a biomassa do fuste, copa e total, viabilizando o uso de apenas uma equação para diferentes locais.”

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvido deste trabalho foram utilizados dados de plantios comerciais de acácia-negra, localizados nos municípios de Cristal e Encruzilhada do Sul. Os plantios apresentam espaçamento de 3 m x 1,75 m, onde foram instaladas parcelas circulares com 78,54 m². Foram derrubadas todas as árvores de cada parcela e mediu-se o diâmetro a altura do peito (DAP), altura total(h) com o auxílio de uma fita dendrométrica e trena. Por fim, foi determinado o peso verde de cada compartimento: fuste e copa (galhos vivos, mortos, folhas, flores e frutos) para compor a biomassa total de cada árvore. Para isto, utilizou uma balança digital de precisão de 5g. As amostras coletadas em campo foram submetidas à secagem em estufa de circulação de ar a 75º C, até atingirem o peso constante. Em seguida obteve-se o peso seco por compartimento com o uso da seguinte equação:

$$Bi = \frac{MU_i * MU_{ai}}{MU_{aj}} \quad \text{.....} \qquad \text{(Eq.01)}$$

Onde: Bi = biomassa seca de um compartimento (kg); MU_i = massa verde de um compartimento (kg); MS_{ai} massa seca da amostra (kg) e; Mu_{aj}= massa verde da amostra (kg).

2.1 **Ajustes de modelos**

Contou-se com três modelos alométricos tradicionais para a predição do peso seco individual do fuste, copa e total.

Tabela 1. Modelos estatísticos testados para a estimativa da biomassa total para Acácia-negra.

Nº	Autor	Modelos
1	Spur	$MS = b_0 + b_1 .(dap^2.h) + \varepsilon i$
2	Hush	$lnMS = b_0 + b_1\ lndap + \varepsilon i$
3	Schumacher-Hall	$lnMS = b_0 + b_1\ lndap + b_2\ lnht + \varepsilon i$

Em que: b0, b1, b2, b3, b4 e b5 = coeficientes estimados por regressão; dap = diâmetro à altura do peito (cm); MS = massa seca total da árvore (Kg); ht = altura total (m); ln = logaritmo neperiano.

Para a seleção do melhor para modelo para cada componente utilizou-se os critérios estatísticos apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Estatísticas usadas para a seleção do melhor modelo.

Syx (m)	Syx (%)	R²aj.	IA
$\text{Syx} = \sqrt{\frac{(\text{Yi} - \text{Ye})^2}{\text{n} - \text{p}}}$	$\text{Syx}(\%) = \frac{\text{Syx}}{\text{Ym}}$	$\text{R}^2\text{aj.} = 1 - (1 - \text{IA}) * \frac{\text{n} - 1}{\text{n} - \text{p}}$	$\text{IA} = 1 - \left(\frac{SQ_{Resíduo}}{SQ_{total}}\right)$

Syx(m) = Erro padrão da estimativa em metros;Yi = biomassa observada; Ye = biomassa estimada; n = número de observações; p = número de coeficientes do modelo. Syx(%) = Erro padrão da estimativa em porrcetagem; Ym = biomassa média observado. R²ajust = Coeficiente de determinação ajustado e corrigido pelo Indice de Schaegel; IA = Indice de Schaegel; Qresiduos = Soma de quadrado do resíduo; SQtotal = Soma de quadrado total.

Para os modelos que trabalham na escala logarítmica fornecem o logaritmo da biomassa sendo necessário calcular o antilogaritmo deste valor para obter o resultado na sua forma real. Porém, quando se realiza essa transformação existe um erro conhecido como discrepância logarítmica. Assim para minimizar esta discrepância, o valor estimado foi multiplicado pelo Índice de Meyer (Equação 02).

Índice de Meyer (IM):

$$\text{IM} = e^{0,5*\text{QM.res}} \quad \text{.....} \quad \text{(Eq.02)}$$

Em que: e = base do logaritmo natural, 2,718281828..; QMres. = quadrado médio dos resíduos.

2.2 **Teste de Identidade**

Após a seleção do melhor modelo para estimar a biomassa do fuste, copa e total, realizou-se o teste de identidade proposto por Graybill (1976), para verificar a necessidade de estratificar os dados por local para estimar a biomassa.

Este teste consiste na avaliação da significância (teste f) da redução da soma dos quadrados das regressões ajustadas para cada local (modelo completo) em relação à regressão ajustada com os dados dos dois locais (modelo reduzido) (Tabela 3).

Tabela 3. Analise de variância para o teste de identidade dos modelos para estimativa de biomassa dos componentes e total em plantios de acácia-negra.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F_{cal}
Modelo completo (comp.)	$H * p$	$SQ_{(comp.)}$		
Modelo reduzido (red.)	p	$SQ_{(red.)}$		
Redução (redu.)	$(H-1) * p$	$SQ_{(comp.)} - SQ_{(redu.)}$	$\frac{SQ_{(redu.)}}{(G-1)p}$	$\frac{QM_{(redu.)}}{QM_{(res.)}}$
Resíduo (res.)	$N-(H*p)$	$SQ_{(tot)} - SQ_{(comp)}$	$\frac{SQ_{(res.)}}{N-(Gp)}$	
Total (tot.)	N	SQ_{tot}		

GL= grau de liberdade; SQ= soma dos quadrados; QM= quadrado médio; Fcal= de Graybill (1976); H= número de locais; p= número de parâmetros do modelo reduzido; N= número de observações do modelo reduzido.

A hipótese de nulidade (h_0) testada foi: h_0 = os modelos ajustados para cada local são idênticos. Assim, rejeita-se h_0 quando o $F_{cal} > F_{tab.}$

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Ajuste e seleção das equações alométricas

Os coeficientes das equações ajustadas para estimar a biomassa do fuste, copa e total nos dois locais de estudo estão apresentados na Tabela 4, com os respectivos Coeficientes de determinação ajustados (R^2aj.), erro padrão da estimativa em percentagem (Syx%), bem como, seus respectivos gráficos de distribuição dos resíduos na Figura 1.

Tabela 4. Coeficientes e estatísticas de ajuste dos três modelos testados para Acácia-negra.

Compartimento	Modelo	Coeficientes			R² aj.	Syx (%)
		b_0	b_1	b_2		
Fuste	1	3,5109*	0,0218**		0,9614	12,23
	2	-2,0870**	2,4458**		0,9392	15,38
	3	**-3,2447****	**1,8758****	**0,9276****	**0,9610**	**12,12**
Copa	1	-2,5605**	0,0048**		0,8624	29,12
	2	**-4,7730****	**2,7627****		**0,8762**	**27,40**
	3	-4,3337**	2,9789**	$-0,3520^{ns}$	0,8738	26,28
Total	1	$0,9503^{ns}$	0,0265**		0,9632	12,43
	2	-2,0254**	2,4804**		0,9503	14,47
	3	**-2,9559****	**2,0222****	**0,7457****	**0,9822**	**12,41**

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Para estimativa a biomassa do fuste, o modelo de Schumacher-Hall foi o que apresentou melhor desempenho de acordo com os critérios de avaliação, sendo selecionado como o melhor, e utilizado para na próxima fase do trabalho. Este ajuste apresentou o menor Syx(%) e uma distribuição gráfica de resíduos um pouco mais homogênea (Figura 1C) em comparação com o modelo de Spur (Figura 1A). Sendo

assim, o modelo de Spur também pode ser utilizado, pois apresentou estatísticas satisfatórias.

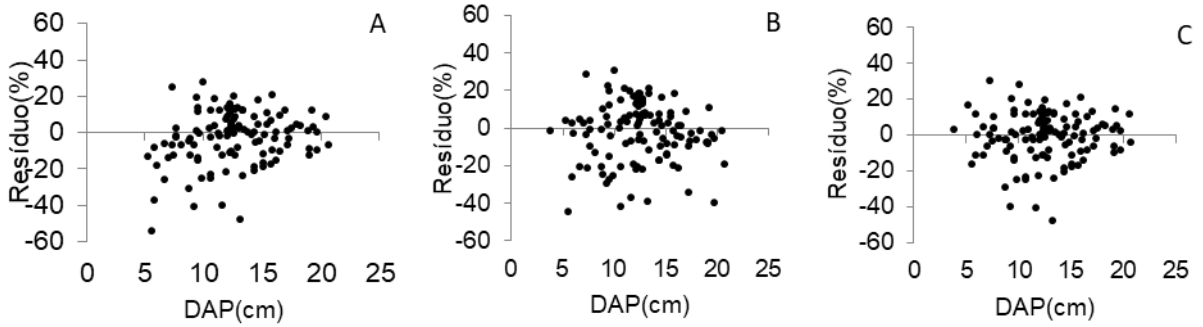


Figura 1. Distribuição gráfica dos resíduos da biomassa do fuste para o modelo de Spur (A); Hush (B) e Schumacher-Hall (C).

Para a estimativa da biomassa da copa, o modelo de Hush foi o selecionado como o melhor. Nota-se que para estimar a biomassa desse componente, a inclusão da variável altura total não contribui para a melhoria do ajuste. Pois no ajuste do modelo de Schumacher-Hall, o coeficiente associado a esta variável não foi significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste t ao nível de 95% de significância. E para o modelo de Spur, apesar do coeficiente associado com a variável ht (dap²*ht) ter sido significativo, houve um aumento do Syx%. Apesar do modelo de Husch ter sido escolhido como o melhor e selecionado para a próxima fase do trabalho, a sua distribuição gráfica dos resíduos não apresenta superioridade em relação aos outros dois modelos (Figura 2B).

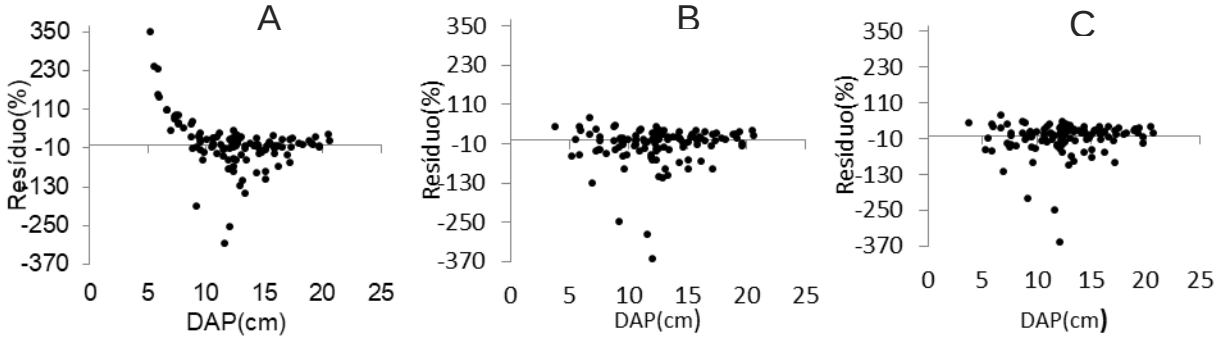


Figura 2. Distribuição gráfica dos resíduos da biomassa da copa para o modelo de Spur (A); Hush (B) e Schumacher-Hall (C).

Para a estimativa da biomassa total, o modelo de Schumacher-Hall foi o que apresentou melhor desempenho de acordo com os critérios de avaliação, sendo selecionado para a próxima fase do trabalho. Porem a superioridade foi mínima em relação ao modelo de Spur. O modelo de Spur é caracterizado como de simples entrada, utilizando apenas a variável dap.

Já no modelo de Schumacher-Hall acrescenta-se ainda a variável altura total. Entretanto, sabe-se que de na prática inserir uma variável a mais no modelo, gera custos dentro do planejamento florestal. Desta forma, recomenda-se o uso do modelo de Schumacherr-Hall quando existe a necessidade de maior exatidão nas estimativas, independente dos custos gerados. Caso contrário, o modelo de Spur é indicado para estimar a biomassa total em plantios de Acácia-negra.

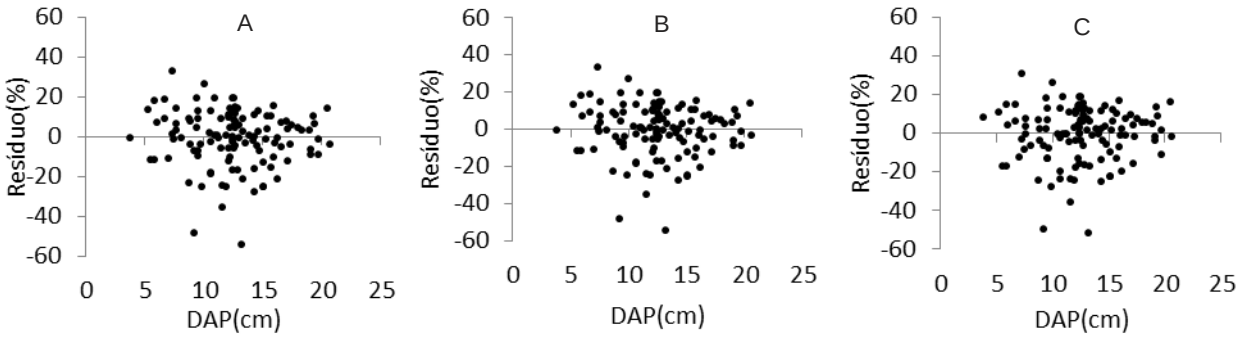


Figura 3. Distribuição gráfica dos resíduos da biomassa total para o modelo Spur (A); Hush (B) e Schumacher-Hall (C).

3.2 **Equações alométricas ajustadas por local**

Os coeficientes das equações ajustadas para estimar da biomassa do fuste, copa e total em cada local de estudo estão apresentados na Tabela 5, com os respectivos Coeficientes de determinação ajustados ($R^2aj.$), erro padrão da estimativa em percentagem (Syx%). Bem como, seus respectivos gráficos de distribuição dos resíduos na Figura 2.

Tabela 5. Coeficientes e estatísticas de ajuste da biomassa do fuste, copa e total de Acácia-negra extratificados por local.

Compartimento	**Modelo**	**Coeficientes**			**R² aj.**	**Syx (%)**
		b_0	b_1	b_2		
Fuste	3	-3,2894**	1,9723**	0,8549**	0,9885	12,51
		-3,1259**	1,7891**	0,9645**	0,9884	11,97
Copa	2	-5,3669**	2,9659**		0,9295	24,79
		-3,9964**	2,4854**		0,8024	35,11
Total	3	-3,0368**	2,1582**	0,6464**	0,9719	12,09
		-2,6852**	1,9323**	0,7351**	0,9449	13,14

Nota: L = Local; 1 = Cristal; 2 = Encruzilhada do Sul; $R^2aj.$ = Coeficiente de determinação ajustado; Syx(%) = Erro padrão da estimativa em porcentagem.

Observa-se que para as estimativas da biomassa do fuste e total os ajustes apresentaram estatísticas semelhantes entre os locais, e semelhantes ao ajuste geral. Entretanto, para a biomassa da copa, nota-se que as estatísticas de ajuste apresentaram maior distanciamento entre os locais, especificamente o Syx%.

Portanto, entende-se que este modelo apresenta diferentes desempenhos estatísticos quando utilizado no ajuste geral e no ajuste estratificado por local. Nota-se que o local 1 foi beneficiado pelo ajuste estratificado, pois apresentou $R^2aj.$ superior e o Syx% reduziu em 2,60% em relação ao ajuste geral. Porém, o local 2 apresentou resposta inversa, com $R^2aj.$ inferior e o Syx% aumentou em 8,83% em relação ao ajuste geral.

Biomassa do Fuste Biomassa da Copa Biomassa Total

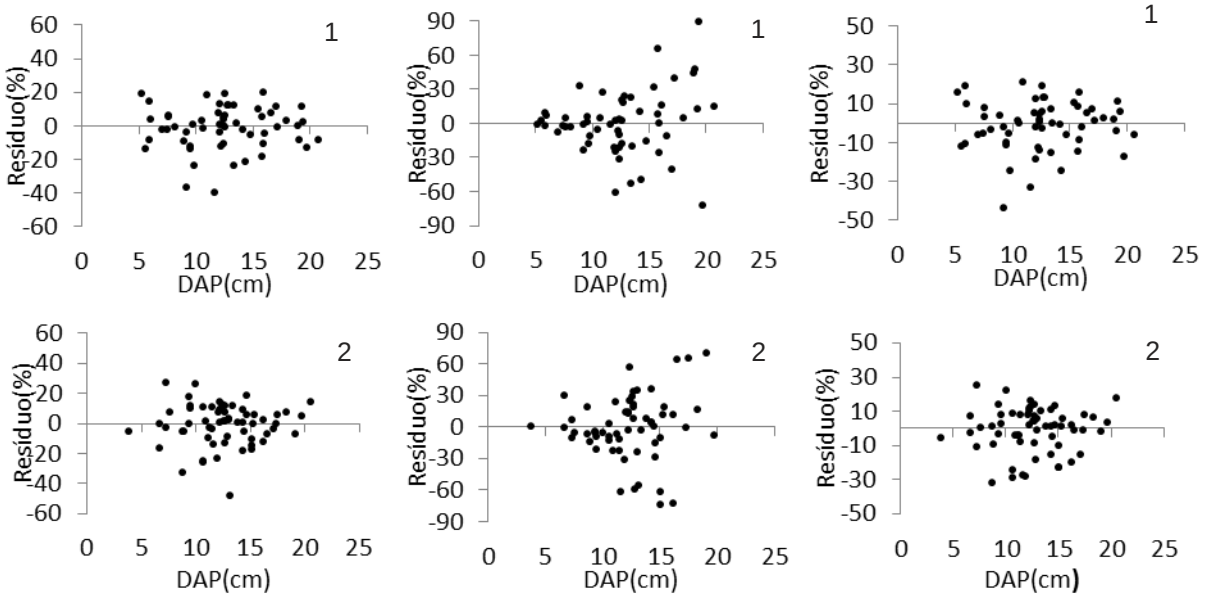


Figura 4. Distribuição gráfica dos resíduos para biomassa do fuste, copa e total, para o modelo de Schumacher-Hall, Hush e Hush, respectivamente. Sendo: Cristal (1) e Encruzilhada do Sul (2).

3.3 **Comparação dos ajustes em locais com o geral**

Os resultados do teste de identidade para a biomassa do fuste estão apresentados na Tabela 5. Observa-se que valor de p (probabilidade ou erro α) encontrado foi maior que 0,05, aceitando a hipótese da nulidade H_0. Portanto, para estimar a biomassa do fuste não são necessários estratificar os dados por local. Ou seja, a soma de quadrados da regressão da estimativa da biomassa do fuste para cada local (Cristal e Encruzilhada do Sul) não se difere à soma de quadrados encontrada para o modelo reduzido (ajuste geral).

Tabela 6. Resultado do teste de identidade das equações da biomassa do fuste, copa e total de Acácia-negra.

Componente	**QM(redução)**	**QM(resíduo)**	**F_{cal}**	**Valor p**
Fuste	0,0159	0,0169	0,94	0,4237
Copa	10,9958	0,1335	82,37	0,0000
Total	0,0637	0,0172	3,71	0,0273

No entanto, o mesmo não ocorre para as estimativas da biomassa da copa e da biomassa total, nota-se que o valor de p foi menor que 0,05 para os dois casos rejeitando-se a hipótese da nulidade h_0. Pois a soma de quadrados da regressão da estimativa da biomassa de cada local (Cristal e Encruzilhada do Sul) se difere da soma de quadrados encontrada para o modelo reduzido (ajuste geral). Sendo assim é possível inferir que a relação construída entre as variáveis dependentes (biomassa da copa) e independentes (dap e ht) diferem estatisticamente entre Cristal e Encruzilhada do Sul.

A distribuição da biomassa nos compartimentos das árvores apresenta mudanças com a idade, espécie, fertilidade do solo, densidade de plantios (BINKLEY et al. 1997). Sabendo-se que o manejo aplicado nos dois plantios era o mesmo, bem como a idade muito semelhante, então fica subentendido que as

características de cada local contribuíram para a rejeição da hipótese h_0. Silva, 2017 explica que a biomassa de uma floresta pode apresentar variações de acordo com condições edafoclimáticas: temperatura, radiação solar, disponibilidade de água e nutrientes. Por tanto, é possível inferir que as estimativas da biomassa da copa, bem como suas variáveis utilizadas nos modelos, apresentam variabilidade entre os locais de plantios.

Considerando que a biomassa copa está inserida na biomassa total. Então toda variabilidade encontrada nos ajustes para a estimativa da biomassa da copa, esta inserida nos ajustes para a biomassa total. Desta forma a rejeição da hipótese nula do teste de identidade para a biomassa total, está atrelada a variabilidade encontrada a biomassa da copa.

4. CONCLUSÃO

O fator local de plantio não influencia no desenvolvimento de equações para estimar a biomassa do fuste em plantios de Acácia-negra.

Para os componentes copa e total, o fator local de plantio influencia no desenvolvimento das equações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEHLING, A. **A produção de biomassa e o acúmulo de carbono em povoamentos de acácia negra em função de variáveis bioclimáticas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.,

BINKLEY, D.; O'CONNELL,A.M.;SANKARAN,K.V. Stand development and productivity. In: NAMBIAR,E.K.S.; BROWN,A.G.(ED). Management of soil, nutrients and water in tropical plantation forests. Canberra: 1997.p.419-442.

FERRAZ, A. S., SOARES, V. P., SOARES, C. P. B., RIBEIRO, C. N. A. S., BINOTI, D. H. B., LEITE, H. G. Estimativa do Estoque de Biomassa em um Fragmento Florestal Usando Imagens Orbitais. **Floresta e Ambiente.** jul./set.2014

MARTINS, R. M., LEITE, M. V. S., CABACINHA, C. D., ASSIS, A. L. de. Teste de identidade de modelos volumétricos para povoamentos de Eucalyptus sp. em sete municípios de minas gerais. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, , v.11 n.21; p. 2015

MENDONÇA, A. R. de., PACHECO, G. R., VIEIRA, G. C., ARAÚJO, M. da S., INTERAMNENSE, M. T. Identidade de modelos para estimativa do volume de pinus. **Nativa**, v. 03, n. 04, p. 281-286, out./dez. 2015 doi: 10.14583/2318-7670.v.03n04a10

SILVA, G,L.; **Crescimento, produção e distribuição de biomassa de espécies florestais em resposta ao método de cultivo.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Rio do Norte, MACAIBA, 2017.

RODRIGUES, C. K., LOPES, E. da S., FIGUEIREDO FILHO, A., PELISSARI, A. L. Identidade de modelos hipsométricos e volumétricos de povoamentos de pinus com diferentes idades submetidos ao desbaste mecanizado. **Biofix Scientific Jornal**. v. 2 n. 1 2017. DOI: dx.doi.org/10.5380/biofix.v2i1.51947

Biomassa e estoque de carbono orgânico em serapilheira acumulada em um povoamento de *Pinus elliottii* Engelm

Stock of organic carbon accumulated in the litter in a settlement of *Pinus elliottii* Engelm

Luéli Fabrine Stroher Ritter[1]
Alexsandra Cezimbra Quevedo[1]
Angélica Costa Malheiros[1]
Mateus Alves Saldanha[1]
Monique Pimentel Lagemann[2]
Gian Carlos Poleto[2]
Vanessa Alba da Silva[2]
Mauro Valdir Schumacher[3]

[1]Graduandos de Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria/ UFSM, Campus Santa Maria. E-mail: luuh.ritter@hotmail.com, alequevedo1997@gmail.com, angelicacostamalheiros@gmail.com, mtsmateusalves@gmail.com

[2]Engenheiros Florestais, alunos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, Campus Santa Maria. E-mail: moniquelagemann@gmail.com, gianpoleto@gmail.com vanessaalba115@gmail.com

[3] Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, Campus Santa Maria. E-mail: mvschumacher@gmail.com

Resumo: As florestas plantadas têm se expandido no Brasil, sendo o Pinus um dos gêneros mais plantados. A serapilheira é a principal formadora de material orgânico do solo pois, além de participar da ciclagem de nutrientes, é um constituinte fundamental para estabilidade e produtividade de povoamentos florestais. Desta forma, se verifica a importância de obter estimativas do estoque, tanto da biomassa, quanto do carbono sobre o solo. O presente estudo tem por objetivo quantificar a biomassa e a dinâmica do estoque de carbono orgânico na serapilheira em um povoamento florestal de *Pinus elliottii* Engelm., localizado em Santa Maria, RS. A metodologia utilizada foi alocar aleatoriamente três parcelas retangulares (15 m² cada) na área, sendo coletadas em cada uma delas, 10 amostras de serapilheira acumulada com o auxílio da moldura metálica (0,0625 m²). Em laboratório, as amostras foram acondicionadas em estufa de circulação forçada para a obtenção da massa seca. A serapilheira acumulada apresentou uma quantidade média de estoque carbono orgânico de 12,26 Mg ha^{-1} em 30,43 Mg ha^{-1} de biomassa.
Palavras-chave: matéria orgânica, produção florestal, reflorestamento, ciclagem de nutrientes.

Abstract: Planted forests have expanded in Brazil, with Pinus being one of the most planted genera. The litter is the main formant of organic soil material because, besides participating in the nutrient cycling, it is a fundamental constituent for the stability and productivity of forest stands. In this way, it is verified the importance of obtaining accurate estimates of the stock of both biomass and carbon on the soil. The present study aims to quantify the biomass and dynamics of the organic carbon stock in the litter in a forest stand of Pinus elliottii Engelm. Located in Santa Maria, RS. The methodology used was to randomly allocate three rectangular plots (15 m² each) in the area, and 10 samples of litter accumulated with the aid of the metallic frame (0.0625 m²) were collected in each of them. In the laboratory, the samples were conditioned in a forced circulation oven to obtain the dry mass. The accumulated litter presented an average amount of organic carbon stock 12.26 Mg ha-1 in 30.43 Mg ha^{-1} of biomass.
Key words: organic matter, forest production, reforestation, nutrient cycling.

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda de estudos acerca dos gases de efeito estufa, principais ocasionadores do Aquecimento Global, levou as Nações Mundiais a procurarem alternativas de controle dos níveis de emissões na atmosfera, promovendo o desenvolvimento contínuo e sustentável da economia. O estoque de carbono na biomassa, tanto das árvores, quanto da serapilheira por elas produzida, configuram uma alternativa para um possível controle do carbono (Eibel e Pinheiro, 2016).

Atualmente no Brasil, os plantios de Pinus ocupam 1,6 milhão de hectares do total de 7,84 milhões de hectares de reflorestamento e concentram-se principalmente no Paraná (42%) e em Santa Catarina (34%) (Ibá, 2017). As espécies desse gênero, conhecidas por sua baixa exigência nutricional, podem desenvolver-se em ambientes extremamente pobres em nutrientes, nos quais, apesar da produção estar abaixo do satisfatório, as plantas demonstram uma capacidade de adaptação com um bom gerenciamento dos escassos recursos nutricionais (Chaves e Corrêa, 2003).

Os povoamentos florestais apresentam grande produção de biomassa que, através da sua deposição sobre o solo, constituem a serapilheira que é formada por folhas, galhos e miscelânea, sendo esta última todo o material orgânico não identificável (Ruthner e Sevegnani, 2010). A serapilheira promove a ciclagem de nutrientes através do material senescente que se mantém sobre o solo e que, concomitantemente com sua decomposição, libera os nutrientes que serão reabsorvidos pelas raízes das plantas, tornando a ciclagem um processo dinâmico e essencial para a estabilidade dos povoamentos florestais (Brun et al., 2013).

Levando em consideração o aumento contínuo do teor de matéria orgânica em função do acúmulo de serapilheira sobre o solo, esta constitui-se um importante reservatório de carbono (Ruthner e Sevegnani, 2010), sendo que sua formação representa um equilíbrio entre a produção e decomposição no sistema (Olson, 1963), no qual o maior acúmulo condiz à menor taxa de decomposição e à maior estoque de material no sistema (Monteiro e Cama-Rodrigues, 2004).

A concepção de fixação de carbono, através do aumento das reservas de carbono, geralmente se relaciona ao armazenamento de carbono em florestas nativas, demais tipos de vegetação, solos, sistemas agroflorestais, plantações florestais e recuperação de áreas degradadas (Balbinot et al., 2003). Além disso, as florestas plantadas também auxiliarem no controle das mudanças climáticas, através da estocagem de carbono em sua biomassa e nos produtos madeireiros, funcionando como um dreno de dióxido de carbono (Barbosa et al., 2013).

Sabe-se que a contínua emissão dos gases de efeito estufa tem gerado preocupações, tanto no domínio científico, quanto no social e que os povoamentos florestais configuram uma alternativa para mitigar a degradação do meio ambiente e os efeitos das mudanças de climáticas. Desta forma, o objetivo deste estudo foi quantificar a biomassa e o estoque de carbono orgânico em serapilheira acumulada de um povoamento florestal de *Pinus elliottii* Engelm.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O estudo foi realizado em um povoamento *Pinus elliottii* com 34 anos, localizado no município de Santa Maria, RS em área pertencente a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) compreendendo as coordenadas 29°43'05.4"S e 53°43'36.7"W.

O clima da região é do tipo Cfa (subtropical úmido), de acordo com a classificação climática de Köppen, caracterizado por temperatura média anual de 19,3 °C, e precipitação bem distribuída ao longo do ano com média anual de 1688 mm (Adesm, 2018). O solo da área estudada é classificado como Alissolo Hipocrômico Argilúvico típico, de textura média, relevo suavemente ondulado e substrato siltito-arenito (Streck et al., 2018).

Para realização do trabalho, foram alocadas aleatoriamente 3 parcelas retangulares com área de 15 m² (3 m x 5 m) cada. Dentro das parcelas foram coletadas aleatoriamente 10 amostras de serapilheira acumulada até o solo mineral, com auxílio de moldura metálica de 0,25 m x 0,25 m (0,0625 m²).

Por conseguinte, o material foi acondicionado em sacos de papel devidamente identificados e encaminhados ao Laboratório de Ecologia Florestal da UFSM, onde foram separadas em frações (folhas, galhos e miscelânea) e submetidas à secagem em estufa de circulação e renovação de ar à 70°C durante 72 horas.

Após a estabilização dos pesos das amostras, todas foram pesadas em balança de precisão a fim de se obter a massa seca (g) que, posteriormente foi aplicada na fórmula de quantificação da biomassa proposta por Schumacher e Viera (2015). O teor de carbono adotado para a serapilheira acumulada foi de 40,3% (Sanquetta et al., 2014).

Para a estimativa de biomassa foi utilizado o modelo de quantificação de biomassa (Mg ha^{-1}) apresentado por Schumacher e Viera (2015), como mostra a Equação 1:

Biomassa (Mg ha^{-1}) = SAM * 10 * AM * N (Eq. 1)

Onde: SAM= Serapilheira acumulada coletada em cada moldura (Kg); AM= Área de coleta da moldura (m²); N= Número de repetições.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, verifica-se que o estoque médio de carbono na serapilheira acumulada foi de 12,26 Mg ha^{-1}, a qual é constituída de acículas, galhos e miscelânea. Esse valor é próximo ao publicado por Sanquetta et al. (2014), que foi de 24,07 Mg ha^{-1} em povoamento de *Pinus taeda* no Centro-Sul do Estado do Paraná entre 5 e 16 anos de idade.

Tabela 1. Valores referentes à biomassa e carbono orgânico (Mg ha^{-1}) em um povoamento de *Pinus elliottii* Engelm aos 34 anos de idade.

Parcela	Biomassa (Mg ha^{-1})	Carbono orgânico (Mg ha^{-1})
1	31,46	12,68
2	32,44	13,07
3	27,38	11,03
Média	30,43	12,26
Desvio Padrão	2,68	1,08
Coeficiente de Variação (%)	8,82	8,83

Conforme Caldeira et al. (2008), os valores encontrados de carbono orgânico total em uma Floresta Ombrófila Densa foram: 1,55 Mg ha^{-1}, 1,51 Mg ha^{-1} e 1,26 Mg ha^{-1}, nos estádios sucessionais II, III e I respectivamente em 5,28 Mg ha^{-1}, 5,02 Mg ha^{-1} e 4,47 Mg ha^{-1} de serapilheira acumulada nos estádios sucessionais III, II e I.

Tais valores são muito abaixo dos encontrados no presente estudo porém, conforme Brun et al. (1999), em uma Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul, o retorno de nutrientes através da serapilheira possui maior razão de proporcionalidade com a quantidade de serapilheira devolvida do que com os teores dos nutrientes na mesma.

Aos 34 anos de idade o povoamento apresentou 30,43 Mg ha^{-1} de serapilheira acumulada. Nesse mesmo povoamento, aos 21 anos de idade, Kleinpaul et al. (2005) encontraram 21,92 Mg ha^{-1} de serapilheira acumulada. De acordo com Swift et al. (1979), altos teores de lignina, polifenóis e celulose estão relacionados com a baixa taxa de decomposição, menor liberação de nutrientes e com maior acúmulo de serapilheira. Dessa forma, o maior estoque de serapilheira acumulada aos 34 anos pode ser explicado pelo fato de que as acículas apresentam decomposição lenta devido ao seu alto teor de lignina (Kleinpaul et al., 2005).

Além disso, Aragão et al. (2016), estudando a decomposição de acículas de Pinus em ambiente de floresta natural e de plantio florestal, constatou que as maiores taxas de decomposição de serapilheira são encontradas em ambiente de floresta nativa quando comparadas ao ambiente de plantios florestais. Segundo Gama-Rodrigues e Barros (2002), isso ocorre devido a interação dos fatores bióticos e abióticos que regulam a funcionalidade do ecossistema. Tendo em vista que o plantio de Pinus estudado não é consorciado, pode-se afirmar que a taxa de decomposição da serapilheira se dá de forma mais lenta e, consequentemente a isso, tem maior retenção de carbono no manto, e menor liberação de carbono para o solo.

O acúmulo de serapilheira é regulado pelo balanço entre a quantidade de material que é depositado sobre o solo florestal e pela taxa de decomposição (Haag, 1985). Por sua vez, para O'Connell e Sankaran (1997), o material acumulado sobre o solo e a decomposição da serapilheira são influenciados pela cobertura florestal, que determina a natureza do material formador da serapilheira, a população de organismos decompositores, e as condições edafoclimáticas, tais como a disponibilidade hídrica e a temperatura.

Outro fator que exerce influência sobre o estoque de serapilheira e carbono é a precipitação pois, conforme (Moreira e Silva, 2004), a redução da precipitação acarreta ao ecossistema florestal um estresse hídrico que induz a queda das folhas, a fim de diminuir seu consumo de água. Tendo em vista que o povoamento em estudo apresenta precipitação bem distribuída ao longo do ano, a deposição de serapilheira torna-se menor e, sabendo-se que a decomposição desse povoamento se dá de forma lenta, pode-se afirmar que a ciclagem de nutrientes não ocorre de forma dinâmica.

4. CONCLUSÕES

A serapilheira acumulada em um povoamento de *Pinus elliottii* Engelm aos 34 anos de idade apresentou um valor médio de 30,43 Mg ha^{-1} de biomassa e 12,26 Mg ha^{-1} de carbono orgânico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADESM. Agência de desenvolvimento de Santa Maria. **Santa Maria em Dados**. Disponível em: <http://santamariaemdados.com.br/adesm/>. Acesso em: 31/09/2018.

ARAGÃO, M. de A.; BARRETO, P. A. B.; VIRGENS, A. P.; CARVALHO, F. F. Decomposição de acículas de Pinus no ambiente de floresta natural e de plantio florestal. In: IV semana de engenharia florestal da Bahia e i mostra da pós-graduação em ciências florestais da UESB, 2016, Vitória da Conquista. **Anais do SEEFLOR-BA**, Vitória da Conquista, 2016. p. 6.

BALBINOT, R.; SCHUMACHER, M. V.; WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C. R. Inventário do carbono orgânico em um plantio de *Pinus taeda* aos 5 anos de idade no Rio Grande do Sul. **Revista Ciências Exatas e Naturais**. vol. 5, n.1, jan/jun 2003.

BARBOSA, R.R. do N.; SILVA, A. de A.; NEVES, M.G.; GALVÃO, A.R. de A.; NETO, C. F. de O. Produção e sequestro de carbono na atmosfera. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.9, n.16, p. 1783, 2013.

BRUN, E. J.; FERRAZ, M. O.; ARAÚJO, E. F. Relação entre o acúmulo de serapilheira sobre o solo e variáveis dendrométricas em povoamento híbrido de *Eucalyptusurophylla* x *E. globulus* maidenii, em Eldorado do Sul/RS. **Ecologia e Nutrição Florestal**, v.1, n.1, p. 24-31, 2013

BRUN, E. J.; SCHUMACHER, M. V.; VACCARO, S. **Produção de serapilheira e devolução de nutrientes em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no município de Santa Tereza, RS**. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZAÇÃO E NUTRIÇÃO FLORESTAL, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 1999. p. 348- 368.

CALDEIRA M. V. W. et al. **Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa**. In: SEMINA CIÊNCIAS AGRÁRIAS, Londrina, v. 29, n. 1, p. 53-68, jan./mar. 2008.

CHAVES, R. Q.; CORRÊA, G. F. Micronutrientes no sistema solo - *Pinus caribaea* Morelet em plantios apresentando amarelecimento das acículas e morte de plantas. **Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 769-778, 2003.

EIBEL, E.; PINHEIRO R, B, M. Estudo de caso: crédito de carbono. **Revista Gestão Sustentável Ambiental**. Florianópolis v. 8, n 2. pag 588 - 601. 2016.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, p. 193-2007, 2002.

HAAG, H. P. **Ciclagem de nutriente em florestas tropicais.** Campinas: Fundação Cargill, 1985. 114 p.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual 2017**. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf >. Acesso em: 08/08/2018

KLEINPAUL, I. S.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; BRUN, F. G. K.; KLEINPAUL, J. J. Suficiência amostral para coletas de serapilheira acumulada sobre o solo em *Pinus elliottii* Engelm, Eucalyptus sp. e floresta estacional decidual. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.965-972, 2005

MONTEIRO, M. T.; GAMA-RODRIGUES, E. F. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 819-826, 2004.

MOREIRA, P. R.; SILVA, O. A. Produção de serapilheira em área de reflorestada.**Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 49-59, 2004.

O'CONNELL A. M.; SANKARAN K. V. Organicmatteraccretion, decompositionandmineralisation. In: NAMBIAR, E. K. S.; BROWN, A. G. **Management of soil, nutrients and water in tropical plantations forests.** Canberra, 1997. p. 443 – 480.

OLSON, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems**. Ecology**, v.44, n. 2, p. 322-331, 1963.

RUTHNER, R. R.; SEVEGNANI, L. **Teores de Carbono Armazenado No Solo e na Serapilheira sob Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Submontana do Vale do Itajaí, SC. Centro de Ciências Tecnológicas**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, 2010.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; BARBEIRO, L. da S. S.; MAAS, G. C. B.; SANQUETTA, M. N. I. Estoques de necromassa e carbono em povoamento de *Pinus taeda* L. no Centro-Sul do estado do Paraná. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 10, n.18, p. 1595, 2014.

SCHUMACHER, M. V.; VIERA, M. Ciclagem de nutrientes em plantações de eucalipto. In: SCHUMACHER, M. V.; VIERA, M. **Silvicultura do Eucalipto no Brasil**. Santa Maria, 2015. p.273 - 307.

Streck, E. V.; et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 3 ed. Editora da UFRGS. Porto Alegre, 2018. 107 p.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. The influence of resource quality on decomposition processes. In: **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Berkeley, University of California Press, 1979. p.118 - 166.

Propriedades energéticas da madeira de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) de ocorrência em Curitibanos, SC

Energy properties of bracatinga wood (*Mimosa scabrella* Benth.) occurring in Curitibanos, SC

Saila Lisboa Schimidt[1]
Karina Soares Modes[1]
José Eduardo Niles[1]
Magnos Alan Vivian[1]

[1]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Rod. Ulysses Gaboardi, Km 3 Curitibanos – Santa Catarina. saialisboa@gmail.com karinamodes@ufsc.br, duhniles10@gmail.com, magnos.alan@ufsc.br

Resumo: O estudo teve como objetivo avaliar o potencial energético da madeira de *Mimosa scabrella* por meio da densidade básica, massa seca de madeira e casca, composição química, teor de carbono fixo, teor de voláteis e cinzas. Realizou-se o abate de 3 árvores com 7 anos de idade, procedentes do município de Curitibanos, SC das quais se retiraram discos em 6 posições longitudinais do fuste até a posição de inserção do primeiro galho vivo. A densidade básica ponderada da madeira foi de 0,51 g/cm³, já a massa seca de madeira foi de 48,25 Kg e da casca de 4,02kg. O teor de materiais volátil médio foi de 91,39%, teor de cinzas de 0,24% e carbono fixo de 8,37%. Com relação a composição química verificou-se um teor de extrativos de 2,99%, teor de lignina Klason de 23,09% e de holocelulose de 73,67%. O teor de materiais voláteis encontrado caracteriza a madeira da espécie como de carbonização rápida e intensa. O valor médio de lignina encontrada e o teor de holocelulose indica que sua madeira possui bom rendimento no processo de carbonização, cujos valores são semelhantes aos encontrados para espécies de uso consolidado como fonte energética.
*Palavras-chave***:** densidade, composição química, teor de carbono fixo, voláteis, cinzas.

Abstract: The objective of this study was to evaluate the energy potential of *Mimosa scabrella* wood by means of basic density, dry mass of wood and bark, chemical composition, fixed carbon content, volatile and ash content. Three 7-year-old trees were slaughtered, from Curitibanos, SC, from which 6 discs were removed in 6 longitudinal positions from the stem to the position of insertion of the first live branch. The weighted basic density of wood was 0.51 g / cm³, while the dry wood mass was 48.25 kg and the bark was 4.02 kg. The average volatile material content was 91.39%, ash content of 0.24% and fixed carbon of 8.37%. As regards the chemical composition, extractive content was 2.99%, Klason lignin content was 23.09% and holocellulose content was 73.67%. The content of volatile materials found characterizes the wood of the species as of rapid and intense carbonization. The average value of lignin found and the holocellulose content indicates that its wood has good yield in the carbonization process, whose values are similar to those found for species of consolidated use as an energy source.
*Key words***:** density, chemical composition, fixed carbon content, volatile, ash.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Hoeflich (2003) a bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) é uma árvore da família Leguminosae, espécie pioneira nativa de uso múltiplo, considerada uma das espécies de crescimento inicial mais rápido da região sul do Brasil, sendo encontrada desde o sul de Minas Gerais até os bordos da Serra Geral, no Rio Grande do Sul, ocorrendo em áreas de devastação dos pinhais, principalmente no Paraná e Santa Catarina. Mazuchowski (s.d) destaca ainda que esta espécie

florestal fornece lenha e carvão de ótima qualidade, apresenta um poder calorífico alto variando de 4.569 a 4.830 kcal/kg, ampliando no carvão de 7.239 a 7.554 kcal/kg. Estima-se uma rotação de quatro a sete anos em regeneração induzida, para energia e de seis a oito anos em regeneração natural, para energia e escoras, a passo que a densidade média é de 2.200 plantas/ha (CARVALHO, 2003). A queda de produção é causada pelo aumento acentuado da mortalidade das árvores, uma vez que, estudos indicam que o máximo de produção de massa das amostras tomadas ao nível do DAP ocorre dos 6 aos 8 anos, havendo após esse período, um decréscimo acentuado nesta produção (MAZUCHOWSKI, s.d).

A caracterização da qualidade da madeira estabelece o uso final que será dado à mesma e essa definição esta diretamente relacionada às suas propriedades. Para finalidade de definição de valores econômico, ecológico e uso potencial das espécies, a sua composição química, especialmente o teor de lignina é uma boa ferramenta além da densidade básica, para caracterizá-la como uma matéria-prima, disponível para a produção de energia (SANTOS, 2010).

Além da produtividade, variáveis como densidade básica, teores de carbono fixo, materiais voláteis, umidade, teor de cinzas, composição elementar e poder calorífico estão entre os principais critérios de seleção da madeira para essa atividade (SANTOS, 2010). Desta forma, a avaliação da qualidade da madeira para energia é de extrema relevância quando se objetiva uma melhor conversão energética, seja na queima direta ou na produção de carvão vegetal com alto rendimento e baixo custo (SANTOS, 2010).

As espécies florestais são fontes importantes de energia para o Brasil, com a produção de carvão e lenha. Nesse sentido a fim de ampliar a participação das mesmas na matriz energética do país é necessário o estudo do potencial de espécies de potencial já conhecido sob diversas condições de crescimento. O presente estudo teve como objetivo avaliar as propriedades energéticas da madeira de *Mimosa scabrella* aos 7 anos de idade, de ocorrência em Curitibanos, SC.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Amostragem das árvores**

Para execução do presente estudo realizou-se o abate de 3 árvores de *Mimosa scabrella* com aproximadamente 7 anos de idade, procedentes de área de regeneração natural de domínio da Universidade Federal de Santa Catarina, campus Curitibanos. As árvores possuíam uma altura total média de 13 m, altura comercial (considerada como a posição de inserção do primeiro galho vivo) de 9,5 m e diâmetro à altura do peito (DAP) de 13,5 cm.

Das árvores extraíram-se discos nas posições 0% (base), DAP, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial, totalizando 6 discos por árvore (Figura 1). Estes foram utilizados para determinação da densidade básica, seguindo metodologia descrita por Vital (1984). A massa seca de madeira e casca foi determinada a partir da determinação dessa informação da madeira e casca de cada posição de amostragem e do volume comercial de madeira e casca.

Figura 1. Discos das árvores amostradas. Fonte: Autores (2017).

2.2 **Determinação da composição química, carbono fixo, materiais voláteis e cinzas**

Para estas determinações de cada disco foram removidas duas cunhas contendo apenas madeira que foram transformadas em cavacos (Figura 2A) e picadas em moinho de facas (Figura 2B). Posteriormente este material foi classificado em um conjunto de peneiras composta por uma malha 40,60 mesh um fundo de descarte para eliminar o material muito fino (Figura 2C), sendo utilizadas para avaliação a fração de amostra que atravessou a peneira de malha 40 e ficou retido na de malha 60 mesh, segundo a norma ABNT NBR 8112/1986,obtendo-se uma amostra homogênea (serragem) (Figura 2D) das cunhas de cada posição que foi misturada gerando uma amostra composta por árvore amostrada. Os procedimentos relativos a determinação das propriedades energéticas da madeira foram conduzidos segundo a norma ABNT NBR 8112/1986 (análise imediata). Já a composição química foi conduzida segundo procedimentos da norma TAPPI (Technical Association of the Pulpand Paper Industry).

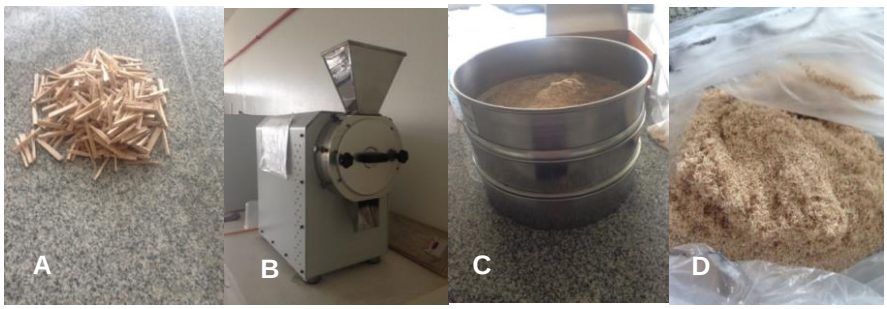


Figura 2. Cavacos confeccionados a partir das cunhas (A); Moinho de facas utilizado para picar os cavacos (B); Peneiras utilizadas para obtenção da amostra (C); Amostra homogênea (D). Fonte: Autores (2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de densidade básica da madeira não apresentaram grande variação em relação às diferentes posições do tronco (Figura 3), sendo o maior valor na posição 0% (0,53 g/cm³) com tendência de redução ao longo do fuste. Para a densidade básica da casca observam-se também valores pouco distintos com uma tendência contrária à observada para a madeira, com maiores valores em posições mais próximas a copa (75% e 100%).

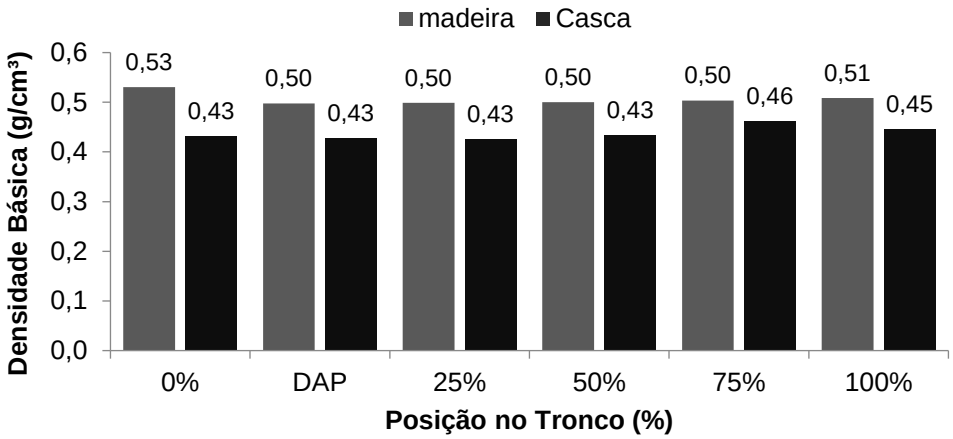


Figura 3. Variação longitudinal da densidade básica da madeira e casca de *Mimosa scabrella*. Fonte: Autores (2017).

Angeli (2003) cita faixas de valores de densidade básica para a madeira de bracatinga variando entre 0,50 e 0,60 g/cm³. Portanto os valores registrados estão dentro da faixa mencionada pelo autor.

Valores de densidade básica superiores a 0,50 g/cm³ são interessantes para a produção de carvão vegetal, uma vez que quando se degrada a madeira, cerca de 60% de sua massa é perdida. Portanto, quanto maior a densidade da madeira, maior será a massa de carvão vegetal produzido para um determinado volume (SANTOS, 2010).

A massa seca, por sua vez, foi de 48,25 kg para a madeira e 4,02 kg para a casca, resultando em massa seca total de 52,27 kg. Este cálculo é de grande valia no que tange o fornecimento de energia, considerando que quanto maior a massa seca maior será a estimativa de energia estocada.

Os valores obtidos na caracterização química da madeira de *Mimosa scabrella* podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química da madeira de *Mimosa scabrella.*

Parâmetro	**Média (%)**	**CV (%)***
Teor de voláteis	91,39	1,02
Teor de cinzas	0,24	10,95
Teor de carbono fixo	8,37	0,49
Teor de extrativos	2,99	2,26
Teor de lignina Klason	23,09	0,27
Holocelulose	73,67	0,68

*CV= Coeficiente de variação

Observou-se para a madeira de bracatinga um teor de voláteis de 91,39%, distinto do observado por Friederichs (2014) (81,28%), tal diferença pode ser atribuída à idade das árvores utilizadas pelo referido autor que foi de 15 anos. O elevado teor de voláteis encontrados na madeira de bracatinga propicia uma carbonização rápida e intensa. É considerando um parâmetro que apresenta comportamento inversamente proporcional ao teor de carbono fixo no carvão, essa característica determina a estabilidade da chama e a velocidade de combustão, pois promove o aumento da permeabilidade da carga no alto-forno e a diminuição da

reatividade do carvão vegetal. O teor de cinzas da madeira de bracatinga (0,24%) foi semelhante com o valor encontrado por Rancatti (2012) que foi de 0,28% com idade de 9 anos. Teor de cinzas é considerado um material inerte no processo de combustão, conduzindo uma redução no poder calorífico da madeira, sendo assim é desejáveis menores teores de cinzas na madeira onde iram apresentando maior eficiência energética (OLIVEIRA, 2003).

O teor de carbono fixo (8,37%) foi bem inferior ao encontrado por Rancatti (2012) que obteve uma média de 20,76% para esta mesma propriedade, sendo que o teor de carbono fixo tem uma relação diretamente proporcional aos teores de lignina, e inversamente proporcional ao teor de holocelulose. Um maior teor de carbono fixo implica em um maior tempo de residência dentro do aparelho de queima, diferente dos materiais voláteis que durante a queima da biomassa volatilizam rapidamente diminuindo o tempo de residência do combustível dentro do aparelho de combustão, podendo contribuir para uma baixa eficiência energética. Combustíveis com teores mais elevados de carbono fixo são preferíveis, justamente por queimarem mais lentamente.

O valor médio de lignina foi de 23,09%. Segundo Santos (2010), quanto maior a porcentagem de lignina e extrativos, maior é o rendimento do carvão. De modo geral, os valores médios encontrados para o teor de lignina são considerados satisfatórios, sendo que a lignina é um componente químico que contribui muito para o rendimento gravimétrico durante o processo de carbonização em função da sua maior resistência à degradação térmica, resultado da complexidade e dos tipos de ligações presentes em sua estrutura química.

O teor de holocelulose encontrado foi igual a 73,67%. Esta que corresponde a uma parte da fração mais significativa da massa da madeira e é representada pelos componentes estruturais que são os carboidratos. O comportamento da celulose e da hemicelulose diante da degradação térmica possui um perfil muito instável e pouco resistente, especialmente as hemiceluloses, por ser um composto que apresenta natureza amorfa e ramificada, colaborando para maior degradação (SANTOS, 2010).

A tabela 2 apresenta uma comparação dos valores médios registrado para os teores de voláteis, cinzas e carbono fixo da espécie *Mimosa scabrella* com o registrado pelas principais espécies de folhosas com potencial energético, em idade próxima.

Tabela 2. Comparação dos teores de voláteis, cinzas e carbono fixo de *Mimosa scabrella* e das madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Acacia mearnsii.*

Espécie	Idade	Teor de Voláteis (%)	Teor de Cinzas (%)	Teor de Carbono fixo (%)
Mimosa scabrella[1]	7	91,39	0,24	8,37
Eucalyptus grandis[2]	6	89,90	0,31	9,6
Acacia mearnsii[3]	5	82,38	0,66	16,96

[1]Presente estudo; [2]Brito e Barrichelo (1978); [3]Eloy et al. (2015).

O teor de material volátil encontrado para *Eucalyptus grandis* e *Acacia mearnsii* foram inferiores ao encontrado no presente estudo para a madeira de *Mimosa scabrella*, indicando uma menor eficiência energética para a espécie. Segundo Toledo et al. (2015), o teor de voláteis e carbono fixo é inversamente proporcional, onde através do percentual de matérias voláteis, pode-se estimar o grau de

combustão de um combustível. Materiais com menores índices de voláteis deverão queimar-se mais lentamente. Para o teor de cinzas a média encontrada para *Mimosa scabrella* foi inferior tanto em relação a madeira de *Acacia mearnsii* como *Eucalyptus grandis*. Teor de cinzas é considerado um material inerte no processo de combustão, conduzindo uma redução no poder calorífico da madeira, sendo assim para esse sentido a madeira de bracatinga possui maior eficiência energética (OLIVEIRA, 2003). O teor de cinzas varia em função da espécie, idade e também é influenciado pelo local de crescimento (TOLEDO et al., 2015). O teor de carbono fixo encontrado para a bracatinga foi inferior ao encontrado para *Eucalyptus grandis* e *Acacia mearnsii*, resultado esse não favorável, uma vez que tem relação direta com o poder calorífico. Um maior teor de carbono fixo implica em um maior tempo de residência dentro do aparelho de queima.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos para *Mimosa scabrella* Benth aos 7 anos permite concluir que: A densidade básica das árvores (0,51 g/m³) avaliadas possibilita inferir um bom rendimento energético no processo de carbonização.

O teor de materiais volátil médio encontrado (91,39%) se demonstra elevado propiciando uma carbonização rápida e intensa. O valor médio de lignina encontrada e o teor de holocelulose indica que sua madeira possui um bom rendimento e qualidade do carvão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELI, A. Mimosa scabrella (Bracatinga). 2003. Disponível em< http://www.ipef.br/identificacao/mimosa.scabrella.asp>. Acesso em: 22 nov. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8112: análise imediata. Rio de Janeiro, 1986. 5p.

BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G. Características do eucalipto como combustível: análise química imediata da madeira e da casca. IPEF, n. 16, p. 63-70, 1978.

CARVALHO, P. E. R. **Cultivo da bracatinga:** Ocorrência natural. Embrapa Florestas. 2003. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia. embrapa.br/FontesHTML/Bracatinga/Cultivoda Bracatinga/04_ocorrencia_natural.htm>. Acesso em: 01 ago. 2018.

ELOY, E.; SILVA, D. A. da; CARON, B. O.; SOUZA, V. Q. de; BEHLING, A.; ELLI, E. F.; MONTEIRO, G. C. Caracterização da biomassa da madeira e da casca de *Mimosa scabrella* Benth cultivada em dois diferentes espaçamentos. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 6, n. 1, p. 38-46, 2015.

FRIEDERICHS, G. Qualidade da madeira e do carvão vegetal de bracatinga (Mimosa scabrellaBenth.). Lages: Universidade do Estado de Santa Catarina, 2014. 9p.

HOEFLICH, V. A. Cultivo da bracatinga. Embrapa Florestas. 2003. Disponível em: . Acesso em: 03 nov. 2017.

MAZUCHOWSKI, J. Z. Perspectivas e situações do manejo da bracatinga. Instituto EMATER. S.d. Disponívelem:. Acesso em: 03 nov. 2017.

OLIVEIRA, E. Características anatômicas, químicas e térmicas da madeira de três espécies de maior ocorrência no semi-árido nordestino. 2003.122 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

RANCATTI, H. Potencialidade energética da madeira de duas espécies florestais via uso direto e através da pirólise. 2012. 89 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)- Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2012.

SANTOS, R. C. Parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de eucalipto. 2010. 173 f. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal, Ciência e Tecnologia da Madeira)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY.TAPPI (T264 cm – 97): Test methods.Atlanta,1999.6 p.

TOLEDO, M. et al. Estudo preliminar do potencial energético de variedades de eucalipto cultivadas no rio grande do sul. Revista Biomassa, n. 22,p. 8-13, 2015.

TRABALHO CIENTÍFICO DESTAQUE

Viabilidade econômica de uma obra de estabilização fluvial realizada com técnicas de Engenharia Natural

Economic viability of streambank stabilization work with Soil Bioengineering techniques

Rita dos Santos Sousa[1]
Junior Joel Dewes[2]
Fabrício Jaques Sutili[3]

[1] Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Santa Maria; E-mail: ritasousa.ufsm@gmail.com

[2] Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Santa Maria; E-mail: juniordewes2011@gmail.com

[3] Docente da Universidade Federal de Santa Maria, Campus Santa Maria: E-mail: fjsutili@gmail.com

Resumo: Com o aumento da conscientização ambiental surge a demanda por técnicas de menor impacto ambiental que valorizem as características ecológicas e a conectividade hidráulica de sistemas fluviais. Face a esta problemática a Engenharia Natural pode ser uma alternativa viável às técnicas tradicionais da Engenharia Civil que além de onerosas, não levam em consideração questões ecológicas. O objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade econômica de uma obra de Engenharia Natural para estabilização de um talude fluvial comparando-a com uma solução tradicional de Engenharia Civil. Para realizar a análise econômica foi feita uma comparação entre o orçamento proposto para a obra de Engenharia Civil e o custo total de uma obra de Engenharia Natural executada em 2010, em um trecho com processos erosivos na margem esquerda do rio Pardinho. A análise financeira realizada mostrou que a intervenção de Engenharia Natural teve um custo percentual de 48,84% inferior à solução prevista pela Engenharia Civil, com a maior percentagem do valor total (56,16%) relacionada com a aquisição de materiais. Conclui-se que a obra de Engenharia Natural apresentou viabilidade econômica para estabilizar o talude fluvial do rio Pardinho quando comparada com uma solução tradicional de Engenharia Civil.
Palavras-chave: recuperação de áreas degradadas, engenharia civil, custos, processos erosivos.

Abstract: The development of environmental concerns increased the demand for low environmental impact techniques that value the ecological characteristics and the hydraulic connectivity of fluvial systems. Facing this problematic Soil Bioengineering can be a viable alternative to the traditional techniques of Civil engineering that aside from expensive, do not take into account ecological issues. The aim of this work was to analyze the economic viability of a Soil Bioengineering work to stabilize a streambank compared to a traditional Civil engineering solution. To carry out the economic analysis a comparison was made between the proposed budget for the Civil engineering work and the total cost of a work of soil Bioengineering performed in 2010, in a stretch with erosive processes on the left bank of the Pardinho river. The financial analysis showed that the intervention of soil bioengineering had a cost of 48.84% lower than the solution foreseen by civil engineering, with the highest percentage of total value (56.16%) related to the acquisition of materials. In conclusion the soil bioengineering work presented economic viability to stabilize the streambank of the Pardinho river when compared with a traditional solution of Civil engineering.
Keywords: restoration of degraded lands, civil engineering, costs, erosive processes.

1. Introdução

Tradicionalmente a estabilização de taludes fluviais é realizada com técnicas convencionais de Engenharia Civil, como por exemplo, muros de gabião, concreto, enrocamento, entre outras. Recentemente com o aumento da conscientização ambiental surge a demanda por técnicas de menor impacto ambiental que valorizem as características ecológicas e a conectividade hidráulica de sistemas fluviais. A Engenharia Natural se mostra como uma alternativa às técnicas tradicionais, considerando critérios técnicos no dimensionamento das obras com valorização dos fatores ecológicos e ambientais.

A Engenharia Natural recorre principalmente à utilização de materiais construtivos vivos (sementes, plantas, partes de plantas, etc.) que podem, ou não, ser combinados com materiais inertes (SCHIECHTL, 1980). As técnicas de Engenharia Natural podem ser aplicadas em problemas estruturais de estabilização geotécnica e hidráulica, controlar processos erosivos superficiais, e simultaneamente projetar ecossistemas em equilíbrio dinâmico (SOUSA, 2015).

A análise financeira e a relação custo-benefício das intervenções de Engenharia Natural são fundamentais para a especificação da solução mais adequada, que atenda às condições técnicas e ambientais sem descurar as condições econômicas. Uma comparação de custos entre soluções tradicionais e soluções de Engenharia Natural em obras realizadas em contexto brasileiro é uma ferramenta eficaz na avaliação da viabilidade econômica entre as duas abordagens. Desta forma, podem ser fornecidos critérios que ajudem na especificação de obras com base em análises técnicas feitas a intervenções já implementadas.

Conforme indicado por vários autores, a Engenharia Natural apresenta soluções construtivas mais econômicas que as soluções tradicionais da Engenharia (BONATTI e MARONGIU, 2013; COPPIN e RICHARDS, 2007; CORNELINI e SAULI, 2005; DONAT, 1995; FAY et al., 2002; FERNANDES e FREITAS, 2011; SCHIECHTL e STERN, 1996; STUDER e ZEH, 2014). Autores como Venti et al., (2003) afirmam que as biotécnicas são menos onerosas (de 40% a 90%) em relação às intervenções tradicionais, afirmação que deve ser comprovada para contexto brasileiro. Além disso a correção e/ou mitigação dos processos de perda de solo através de abordagens convencionais de engenharia podem, por diversas razões, se mostrar dispendiosas dos pontos de vista técnico, econômico e principalmente ecológico (SOUSA et al., 2018).

O objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade econômica de uma obra de Engenharia Natural para estabilização de um talude fluvial executada em contexto brasileiro comparando-a com uma solução tradicional de Engenharia Civil.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Descrição da área em estudo

A área objeto de estudo deste trabalho está localizada no município de Santa Cruz do Sul (Rio Grande do Sul), nas coordenadas 29°40'29,43" Sul e 52°27'43,35" Oeste. O trecho tem cerca de 80 m de comprimento e localiza-se na margem esquerda do Rio Pardinho a jusante da barragem de captação de água da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN). O trecho apresenta um processo erosivo que surgiu após a construção de uma adutora para captação de

água, com desvio do eixo do curso de água para a margem esquerda. O desvio do fluxo de água ocasionou um processo contínuo de corrosão na base do talude, seguido de desconfinamento e posteriores movimentos de massa (deslizamentos e desmoronamentos), com consequente perda e transporte de solo para jusante. Este processo contínuo formou taludes com inclinações altas, que associadas às alturas elevadas (aproximadamente 7 m) e baixas características de resistência do solo impediu o estabelecimento espontâneo da vegetação. Outro fator instabilizante foi a presença de árvores de grande porte, timbaúvas (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) no topo de talude, que aumentaram a componente vertical da sobrecarga, deslocando o centro de gravidade do talude para posições geotecnicamente menos estáveis, além de encaminharem e transmitirem forças solicitantes ao talude por ação do vento, criando um efeito de alavanca que agrava a dinâmica de desconfinamento. As características gerais do trecho antes da realização da obra podem ser observadas na Figura 1.

Figura 1 – Vista frontal do trecho antes da intervenção com talude com inclinação acentuada e presença de árvores de grande porte no topo. (Fotografia: Sutili, 2009).

Figure 1 – Front view of the stretch before intervention with the slope with high gradient and presence of tall trees at the top. (Photography: Sutili, 2009).

Por exigência do Ministério Público Federal (MPF), com o objetivo de evitar a evolução do processo erosivo, foi solicitado à CORSAN um projeto que solucionasse o problema. Numa primeira fase foi elaborado um projeto e orçamento de Engenharia Civil, no final do ano de 2009. Numa segunda fase foi elaborado um projeto que atendesse às condições técnicas impostas pela tipologia de processo erosivo, mas que também apresentasse um carácter ecológico, visando a mitigação do impacto nas características ambientais na Área de Preservação Ambiental (APP). Desta forma, foi desenvolvido um projeto de Engenharia Natural elaborado em dezembro de 2009 pelo Centro de Pesquisa Florestal e Ambiental (CEPEFLORA) da Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen.

A empresa CORSAN optou pela execução da solução proposta no projeto de Engenharia Natural, com a devida aprovação do órgão ambiental.

2.2. Análise econômica das técnicas de intervenção

Para realizar a análise econômica foi feita uma comparação entre o orçamento proposto para a obra de Engenharia Civil, em 2009 e o preço da obra de Engenharia Natural executada em 2010. Para se obter um resultado passível de analisar com maior exatidão, com base em custos atuais, foi feita uma atualização dos preços segundo o Índice Nacional de Custo da Construção (INCC) para a data de 01.07.2016. Para as duas soluções construtivas foram analisados os custos, que

consideram todos os gastos envolvidos na execução da obra, ou seja, mão de obra, materiais e equipamentos, além de toda a infraestrutura necessária para a execução (canteiro de obra, administração local, mobilização e desmobilização).

2.3. Descrição das técnicas de intervenção

O projeto de engenharia tradicional consistiu na proposta de proteção e estabilização de todo o talude com enrocamento em pedra lançada, técnica também denominada como rip-rap. Esta técnica é muito utilizada como solução geral para proteção de taludes fluviais (LAGASSE et al., 2006). Na elaboração do projeto foi considerado o revestimento de todo o trecho em tratamento com pedra, desde a base do talude até ao seu topo (largura média de 17,20 m), com extensão de 80 m e espessura da camada de 0,70 m. A pedra considerada apresenta uma dimensão mínima de 0,50 m. Também foi considerado a aplicação de um geossintético tipo geotêxtil não-tecido que funciona como um sistema de filtragem na interface entre o solo e o enrocamento em pedra.

O projeto de Engenharia Natural consistiu na estabilização e proteção da base do talude com enrocamento vegetado com mudas de *Salix humboldtiana* Willd. (salgueiro) e *Calliandra brevipes* Benth. (caliandra rosa). Para construção do enrocamento foram utilizados blocos de basalto com dimensão média de 0,50 m. Acima do enrocamento foi projetada uma banqueta com 5 metros de profundidade, onde foram plantados arbustos inteiros das espécies *Pouteria salicifolia* (Spreng.) Radlk. (sarandi mata-olho), *Schinus molle* L. (aroeira-salso), *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-vermelha) e *Terminalia australis* Cambess. (sarandi amarelo). Sobre a banqueta de arbustos formou-se um segundo patamar onde foram ancoradas árvores de *Salix humboldtiana*, com prumos de madeira, cravados no solo com um ângulo de 45º e interligados entre si por um cabo de aço. No final as árvores foram cobertas por uma camada de solo, para promover a sua propagação vegetativa. Os detalhes construtivos do projeto podem ser observados na Figura 2.

Posteriormente foram removidas as árvores (timbaúvas) de grande porte do topo dos taludes (conforme licença ambiental) para utilizar na execução da segunda linha de árvores ancoradas com prumos de madeira. No final foi feito um retaludamento do topo de todo o trecho e executado um plantio de estacas vivas e mudas de diversas espécies autóctones.

3. Resultados e Discussão

Nas intervenções de engenharia são necessários diversos serviços que constituem as fases de uma obra. Neste trabalho as fases das duas tipologias construtivas são os serviços iniciais, a terraplenagem e as obras longitudinais. Os serviços iniciais compreendem a abertura e preparação de acessos ao local. A terraplenagem inclui todas as movimentações de terra necessárias à execução das intervenções. As obras longitudinais dizem respeito à execução das soluções construtivas propriamente ditas. No caso da intervenção biotécnica a mesma ainda contemplou uma etapa adicional denominada diversos, onde estão incluídas todas as ferramentas manuais necessárias para a execução da obra, iscas para as formigas cortadeiras e caminhão pipa para realizar irrigações nas plantas aplicadas em obra.

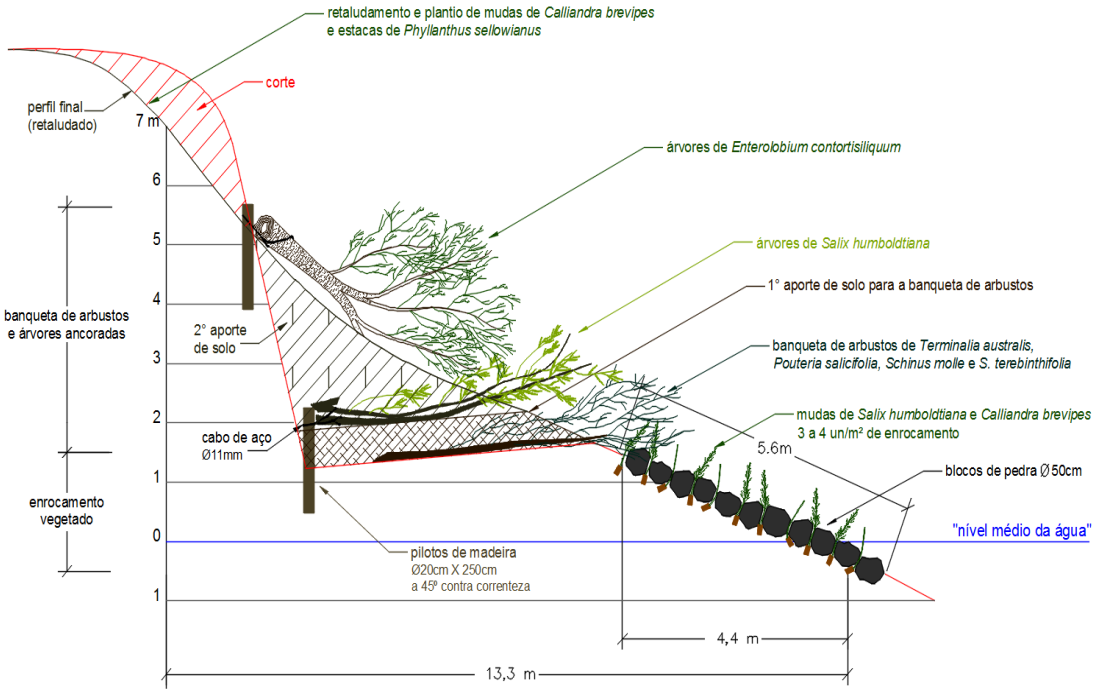


Figura 2 - Seção tipo do projeto de Engenharia Natural (SUTILI; HERPICH; CADONÁ, 2010).

Figure 2 – Profile type of the Soil Bioengineering design (SUTILI; HERPICH; CADONÁ, 2010).

Os custos apresentados para as fases de obra incluem todos os serviços necessários à execução da obra, desde transporte, fornecimento e aplicação de materiais.

Na Tabela 1 é apresentado o detalhamento de todos os serviços e respectivos custos para a execução da intervenção de Engenharia Natural. O valor total para a execução da obra teve um custo total de R$ 79.211,48.

Na Tabela 2 é apresentado o detalhamento de todos os serviços e respectivos custos para a execução da intervenção de Engenharia Civil. O valor total orçado para a obra foi de R$ 154.843,98.

Com base nos orçamentos das tabelas 1 e 2 pode-se obter um comparativo dos custos totais para cada tipo de obra. A proposta de obra com técnicas tradicionais totaliza um valor de R$ 154.843,98, enquanto a obra executada com biotécnicas teve um custo total de R$ 79.211,48.

Os valores encontrados mostram que a intervenção de Engenharia Natural foi 48,84% mais econômica que a intervenção proposta de Engenharia Civil. Importante salientar que uma vez que a solução de engenharia tradicional não foi executada, não foi possível fazer uma análise real de qual seria o seu custo final após implantação. Normalmente na fase de execução os custos são maiores que aqueles projetados. Isto se justifica, uma vez que as condições durante a fase executiva de obra não conseguem ser totalmente previstas em fase de projeto, como por exemplo, dias de chuva, atrasos com fornecedores, equipes de trabalho menores ou menos eficientes que as consideradas em projeto, entre outras. Nesse caso a intervenção biotécnica poderia potencialmente mostrar-se ainda mais econômica.

Tabela 1 - Descrição dos serviços e respectivos custos para a intervenção de Engenharia Natural.

Table 1 - Description of the services and their costs for the soil bioengineering work.

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	UNID.	PREÇO UNITÁRIO (R$)	PREÇO PARCIAL (R$)
1	Serviços iniciais				**R$ 2 153,44**
1.1	Escavadeira hidráulica	4,00	h	290,86	1163,44
1.2	Mão de obra	0,50	dia	1980,00	990,00
2	Terraplenagem				**R$ 3 316,88**
2.1	Escavadeira hidráulica	8,00	h	290,86	2326,88
2.1	Mão de obra	0,50	dia	1980,00	990,00
3	Obra longitudinal				**R$ 72 639,86**
3.1	Blocos de basalto	140,00	m³	111,60	15624,00
3.2	Mudas	3075,00	unid.	6,50	19987,50
3.3	Estacas vivas	100,00	unid.	0,00	0,00
3.4	Escavadeira hidráulica	26,00	h	290,86	7562,36
3.5	Retroescavadeira	8,00	h	80,00	640,00
3.6	Caminhão munck para transporte de salseiro	8,00	h	80,00	640,00
3.7	Timbaúvas	12,00	unid.	0,00	0,00
3.8	Salseiros	13,00	unid.	0,00	0,00
3.9	Cabo de aço 11 mm	200,00	m	20,85	4170,00
3.10	Pilotos de madeira (L=2,5;d=17cm)	50,00	unid.	84,32	4216,00
3.11	Mão de obra	10,00	dia	1980,00	19800,00
4	Diversos				**R$ 1 101,30**
4.1	Ferramentas diversas	1,00	vg	407,74	407,74
4.2	Iscas para formigas cortadeiras	4,00	unid.	19,39	77,56
4.3	Caminhão pipa para irrigação	8,00	h	77,00	616,00
	TOTAL DE SERVIÇOS				**R$ 79 211,48**

Tabela 2 - Descrição dos serviços e respectivos custos para a obra de Engenharia Civil.

Table 2 - Description of the services and their costs for the civil engineering work.

ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	UNID.	PREÇO UNITÁRIO (R$)	PREÇO PARCIAL (R$)
1	Serviços iniciais				**R$ 2 063,44**
1.1	Escavadeira hidráulica	4,00	h	290,86	1163,44
1.2	Mão de obra	1,00	dia	900,00	900,00
2	Terraplenagem				**R$ 8 067,20**
2.1	Escavadeira hidráulica	20,00	h	290,86	5817,20
2.1	Mão de obra	2,50	dia	900,00	2250,00
3	Obra longitudinal				**R$ 144 713,34**
3.1	Blocos de basalto para enrocamento	963,20	m^3	111,60	107493,12
3.2	Fornecimento de geotêxtil	1651,20	m^2	12,77	21085,82
3.3	Escavadeira hidráulica	40,00	h	290,86	11634,40
3.4	Mão de obra	5,00	dia	900,00	4500,00
	TOTAL DE SERVIÇOS				**R$ 154 843,98**

O comparativo para as duas intervenções com base nos custos totais de cada fase está representado na Figura 3. Observa-se que nas duas intervenções os serviços iniciais apresentam custos muito semelhantes, R$ 2.063,44 e R$ 2.153,44 para as técnicas tradicionais e biotécnicas, respectivamente. A pequena diferença no custo está relacionada com o número de funcionários que constituem a equipe que auxilia manualmente o trabalho realizado pela escavadeira hidráulica.

Para execução dos trabalhos de terraplanagem os custos na intervenção tradicional apresentam um montante de R$ 8.067,20, enquanto que no caso da intervenção biotécnica os trabalhos de terraplanagem custam apenas R$ 3.316,88.

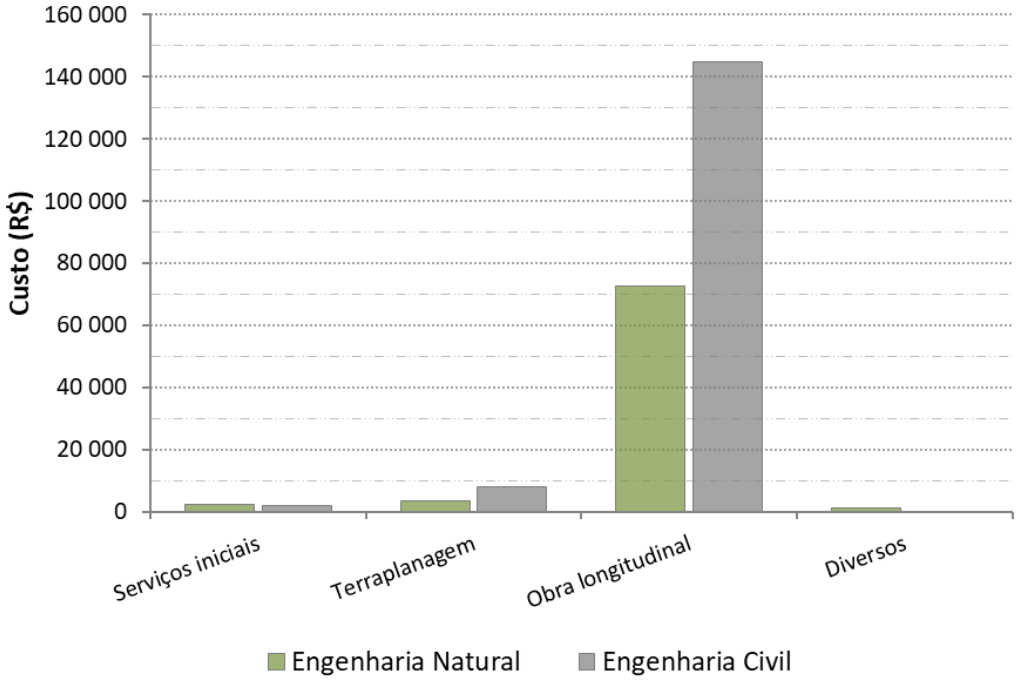


Figura 3 - Comparativo de custos para as intervenções de Engenharia Civil e Engenharia Natural com base nos custos totais de cada fase.

Figure 3 - Cost comparative of civil engineering and soil bioengineering works based on the total costs of each phase.

A diferença de custo se relaciona com os procedimentos executivos para construção das estruturas. Enquanto que na engenharia tradicional todo o talude tem que ser remodelado de forma integral previamente à obra, no caso da intervenção biotécnica só é feita a terraplenagem na área do enrocamento vegetado.

As estruturas longitudinais na intervenção tradicional totalizam um valor de R$ 144.713,34, enquanto que na intervenção biotécnica totalizam R$ 72.639,86, ou seja, um custo 49,80% inferior. Esta discrepância de valores deve-se ao fato de que os materiais utilizados na intervenção biotécnica são mais econômicos do que a pedra necessária para enrocar toda a área na intervenção tradicional (R$ 107.493,12). O serviço para enrocar toda a área também é muito dependente da escavadeira hidráulica para disposição da pedra. Apesar das obras longitudinais na intervenção biotécnica serem constituídas por maior diversidade de soluções, a sua execução depende menos de máquinas e mais de mão de obra. Outro fator importante é que todas as árvores que foram ancoradas não tiveram custos, isto

porque as timbaúvas utilizadas foram as mesmas que se retiraram nos serviços iniciais e os salgueiros foram coletados (conforme licença ambiental) da própria margem do Rio Pardinho, onde foram selecionados exemplares instáveis ou caídos. Também as estacas vivas de *Phyllantus sellowianus* (Klotzsch) Müll. Arg (sarandi-branco) foram coletadas nas margens do Rio Pardinho. Estas diferenças justificam a grande divergência entre valores finais. Somente o valor de toda a obra longitudinal na solução tradicional representa um valor percentual de 45,26%, maior do que toda a implantação da intervenção biotécnica.

A intervenção biotécnica ainda apresenta os serviços diversos que representam R$ 1.101,30, correspondentes à compra de ferramentas manuais, realização de irrigações nas plantas, bem como controle de formigas cortadeiras. Esta etapa não tem fase correspondente na solução de engenharia tradicional uma vez que os trabalhos não dependem de ferramentas manuais, e como a estrutura é inerte não necessita de irrigação nem controle de formigas.

Para cada solução, tanto de engenharia tradicional como de Engenharia Natural, se pode estabelecer um comparativo percentual entre os custos totais com a mão de obra, materiais e máquinas, conforme observado na Figura 4.

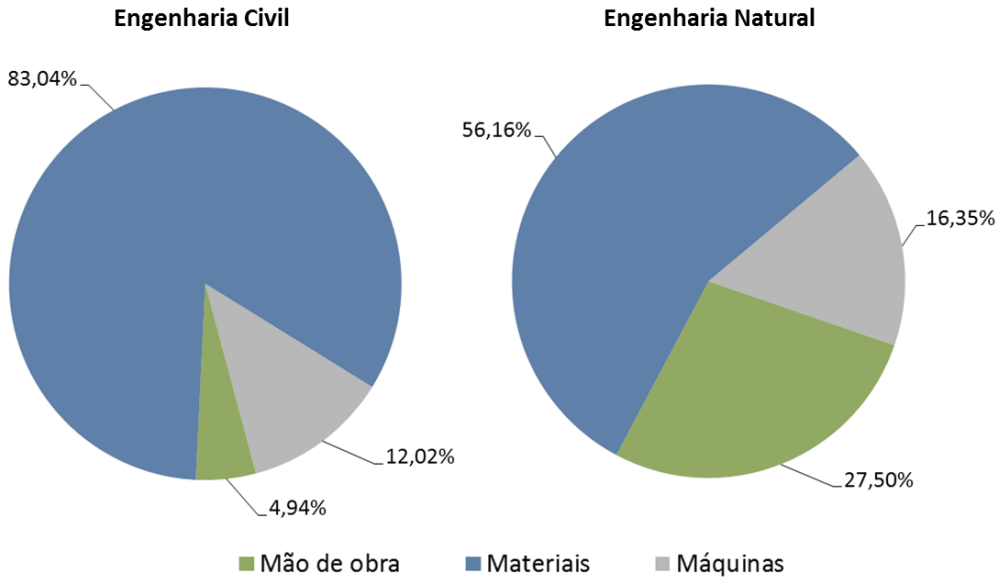


Figura 4 - Percentual de custos referente à utilização de mão de obra, materiais e máquinas para a intervenção de Engenharia Civil e Engenharia Natural.

Figure 4 - Percentage of costs regarding to the use of manpower, materials and machinery for civil engineering and soil bioengineering works.

O projeto de intervenção de Engenharia Civil resultou no valor de orçamento de R$ 154.843,98, onde deste total 83,04% se refere à aquisição de materiais, 12,02% corresponde à utilização de máquinas e para a mão de obra 4,94%. Para a intervenção utilizando a Engenharia Natural do valor total de R$ 79.211,48, 56,16% foi destinado para os materiais, 27,50% para a mão de obra e para as máquinas 16,35%.

Na obra de Engenharia Natural os maiores custos se referem à aquisição de materiais. Normalmente neste tipo de intervenções é dada preferência à utilização de materiais existentes no local (madeira, rochas e plantas), o que faz com que custos de aquisição sejam baixos, e os maiores custos normalmente sejam atribuídos à mão de obra, conforme verificado em obras realizadas na Europa (Itália)

e também na América Central (Equador, Guatemala e Nicarágua), (PETRONE e PRETI, 2005). Enquanto que na Itália, os custos percentuais de mão de obra são maiores devido aos altos salários dos funcionários, no Equador, Guatemala e Nicarágua estes custos percentuais são altos porque se favorece a utilização de mão de obra local, em vez de tecnologias (materiais e máquinas) mais sofisticadas, como forma de apoio à criação de empregos. Neste caso a mão de obra apresentou custos percentuais mais baixos que os materiais, uma vez que no local de intervenção não existiam materiais passíveis de serem utilizados, com exceção de algumas plantas. Além disso, a mão de obra no Brasil, principalmente na área da construção apresenta valores mais baixos quando comparada com os países europeus ou norte-americanos.

As biotécnicas projetadas para a margem esquerda do Rio Pardinho atenderam aos critérios para os quais foram dimensionadas. Além dos benefícios técnicos, as intervenções biotécnicas visaram ganhos ecológicos, estéticos e paisagísticos. A utilização de plantas nativas proporcionou a colonização por outras espécies vegetais, aumentando desta forma a diversidade da flora e fauna.

Na Figura 5 pode observar-se a evolução da obra ao longo do tempo.

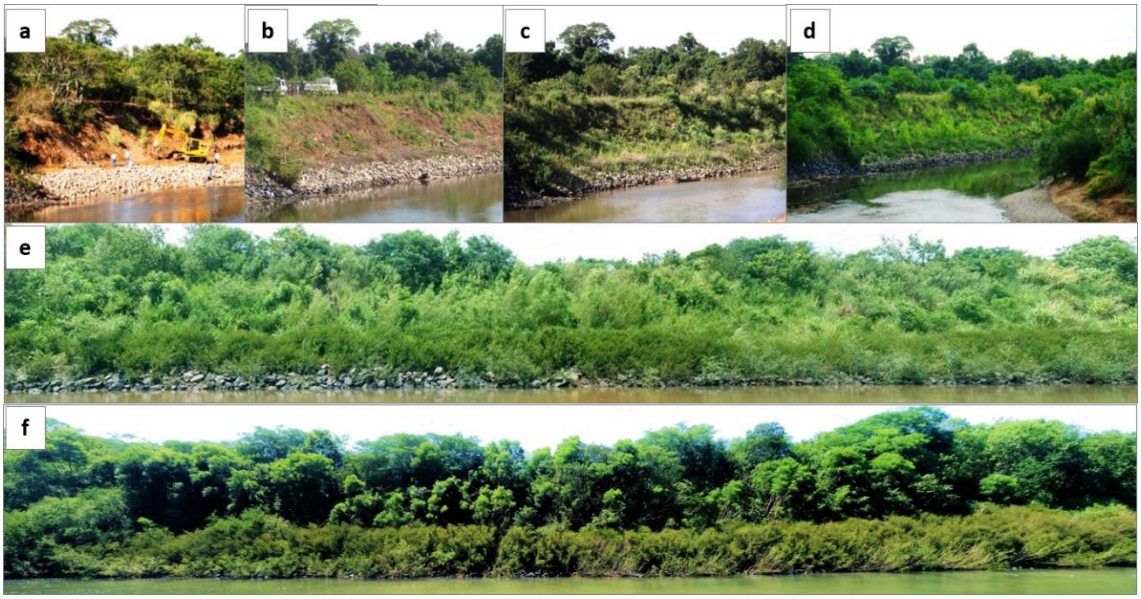


Figura 5 - Evolução da obra de Engenharia Natural. a – Execução da obra em abril de 2010; b – Intervenção em setembro de 2010; c – Intervenção em dezembro de 2010; d – Intervenção em novembro de 2011; e – Intervenção em dezembro de 2013; f – Intervenção em dezembro de 2017. (Fotografias a, b, c, d: Sutili, 2010/2011, Fotografia e: Hörbinger, 2013 e Fotografia f: Sousa, 2017).

Figure 5 - Evolution of Soil Bioengineering work. A – Execution of the work in April 2010; b – Intervention in September 2010; c – Intervention in December 2010; d – Intervention in November 2011; e – Intervention in December 2013; f – Intervention in December 2017. (Photographs a, b, c, d: Sutili, 2010/2011, Photography e: Hörbinger, 2013 e Photography f: SOUSA, 2017).

Na fotografia (a) podemos observar o local durante a execução da obra, na fotografia (b) o local 5 meses depois, após fortes eventos de precipitação. Na fotografia (c), 8 meses após a execução da obra onde é possível observar o

desenvolvimento inicial da vegetação implantada. Nas fotografias (d) e (e) 19 e 44 meses, respectivamente, após a implantação da obra onde se verifica o desenvolvimento da vegetação recobrindo toda a margem. Na fotografia (f), 7 anos e 8 meses a vegetação continua a apresentar excelente desenvolvimento e sem a ocorrência de processos erosivos no trecho de intervenção.

4. Conclusões

Com base na análise financeira realizada para este estudo de caso observou-se que a intervenção de Engenharia Natural teve um custo percentual de 48,84% inferior à solução prevista pela Engenharia Civil, com a maior percentagem do valor total (56,16%) relacionada com a aquisição de materiais para a obra.

Numa avaliação econômica é importante também considerar o fato de que o impacto ambiental de intervenções antrópicas no território é dificilmente quantificável em termos econômicos, no entanto deve ser considerado com atenção face a uma visão moderna e abrangente dos ecossistemas.

Em ações de restauro e conservação, a mitigação dos impactos ambientais tem um papel fundamental e por isso se pode assumir que as biotécnicas têm um valor intrínseco mais elevado, por serem obras com alto valor agregado, devido ao seu caráter paisagístico e ecológico.

Desta forma, pode-se concluir que a obra de Engenharia Natural apresenta viabilidade econômica para estabilizar o talude fluvial do rio Pardinho quando comparada com uma solução tradicional de Engenharia Civil.

Referências Bibliográficas

BONATTI, G.; MARONGIU, I. **Soil Bio-engineering Techniques for Slope Protection and Stabilization - Natural Resourse Management Handbook**. Financed by the Humanitarian Aid and Civil Protection Department of the European Commission (ECHO) ed. Kujand, Tajikistan: Cesvi, 2013. 43 p.

COPPIN, N. J.; RICHARDS, I. G. (EDS.). **Use of Vegetation in Civil Engineering**. 2ª ed. London, UK: Construction Industry Research and Information Association (CIRIA), 2007. 238 p.

CORNELINI, P.; SAULI, G. **Manuale di Indirizzo delle Scelte Progettuali per Interventi di Ingegneria Naturalistica**. Roma, Itália: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione Generale per la Difesa del Suolo, Progetto Operativo Difesa Suolo (PODIS), 2005. 389 p.

DONAT, M. **Bioengineering Techniques for Streambank Restoration - A Review of Central European Practices**: Watershed Restoration Project Report 2. Canada: British Columbia, Watershed Restoration Program, Ministry of Environment, Lands and Parks and Ministry of Forests, 1995. 92 p.

FAY, L.; AKIN, M.; SHI. **Cost-Effective and Sustainable Road Slope Stabilization and Erosion Control - A Synthesis of Highway Practice**. Washington, D. C.: TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2002. 82 p.

FERNANDES, J.; FREITAS, A. **Introdução à Engenharia Natural**. Portugal: EPAL - Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A., 2011. 108 p.

LAGASSE, P. F.; CLOPPER, P. E.; ZEVENBERGEN, L. W.; RUFF, E. J. F. **Riprap Design Criteria, Recommended Specifications, and Quality Control**. Fort Collins, Colorado: TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2006. 226 p.

PETRONE, A.; PRETI, F. **Ingegniería naturalística en Centroamérica**. Istituto Agronomico per L'Oltremare ed. Firenze: Società Editrice Fiorentina, 2005. 112 p.

SCHIECHTL, H. **Bioengineering for land reclamation and conservation**. Edmonton, Canada: Department of the Environment, Government of Alberta. University of Alberta Press, 1980. 404 p.

SCHIECHTL, H.; STERN, R. **Ground bioengineering techniques for slope protection and erosion control**. Oxford, UK: Blackwell Science Ltd, 1996. 146 p.

SOUSA, R. S.; DEWES, J. J.; KETTENHUBER, P. L. W.; RADDATZ, D.; SUTILI, F. J. Potencial da espécie Sphagneticola trilobata (L.) Pruski para Recuperação de Áreas Degradadas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 720–730, 2018.

SOUSA, R. S. **Metodologia para especificação de plantas com potencial biotécnico em Engenharia Natural**. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria,2015.

STUDER, R.; ZEH, H. **Soil Bioengineering: Construction Type Manual**. 2ª ed. Zurich: vdf Hochschulverlag an der ETH, 2014. 439 p.

SUTILI, F.; HERPICH, M.; CADONÁ, S. **Estabilização Biotécnica no Rio Pardinho - Memorial Descritivo de Execução.** Universidade Federal de Santa Maria - Centro de Pesquisa Florestal e Ambiental, 2010.

VENTI, D. et al. **Manuale Tecnico di Ingegneria Naturalistica della Provincia di Terni. Applicabilità delle tecniche, limiti e soluzioni**. Itália: Provincia di Terni, Servizio Assetto del Territorio, 2003. 430 p.

Aspectos sociais e satisfação dos trabalhadores florestais na empresa Âmbar Florestal em São José do Norte/RS

Social Aspects and Satisfaction of Forest Workers in the company Âmbar Florestal in São José do Norte/RS

Samara Lazarotto[1]
Rafaelo Balbinot[2]
Maria Inez Azevedo Velho[3]

[1]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Caixa Postal 54, 98400-000; 1. Sete de Setembro, s/n. Km 40 BR386 – Frederico Westphalen – RS, Brasil; samara.fk@hotmail.com

[2] Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Caixa Postal 54, 98400-000; 1. Sete de Setembro, s/n. Km 40 BR386 – Frederico Westphalen – RS, Brasil; rafaelo.balbinot@gmail.com

[3] Âmbar Florestal – Rua Ramiro Barcelos, 657 – CEP: 96225-000 – São José do Norte – RS, Brasil; mivelho@ambarflorestal.com.br

Resumo: O presente estudo teve por objetivo analisar o nível de satisfação e compreender quem são os colaboradores que extraem a resina das florestas plantadas de *Pinus elliottii* Engelm. da empresa Florestadora Palmares Ltda. (FLOPAL), com os colaboradores da empresa Âmbar Florestal. Pesquisas socioambientais podem auxiliar a uma melhor compreensão dos colaboradores envolvidos nos processos florestais. As informações foram adquiridas por meio de entrevistas estruturadas anteriormente e aplicadas por uma entrevistadora em todos os colaboradores presentes a campo no dia escolhido para realização das atividades. A prática da entrevista possibilita um contato pessoal do entrevistador com o entrevistado, assim conseguimos obter informações que nos auxiliaram a entender como o resineiro vive, trabalha e se ele está satisfeito com a atividade que realiza. Os dados foram analisados em planilhas Excel onde também foram gerados os gráficos. Foram entrevistados 128 colaboradores, que são na sua maioria do gênero masculino, possuem ensino fundamental incompleto e estão satisfeitos quanto aos aspectos estudados.
Palavras-chave: sistema florestal, resinagem, socioambiental, entrevista.

Abstract: This study aims to perform an analysis on the accomplishment level of the Âmbar Florestal company workers, who extract resin from the Florestadora Palmares Ltda. (FLOPAL) company, planted *Pinus elliottii* Engelm. forests, as well as to obtain a major understanding over their own work. The information were acquired through interviews, previously structured, and applied by an interviewer in all workers presented in the field on the chosen day to conduct the activities. Socio-environmental researches usually provide a better understanding of the workers themselves, concerning to the forest processes. This way, is possible to see how the workers live, labor and its accomplishment level concerning the job. The data were evaluated in Excel spreadsheet is, creating graphs from that. We interviewed 128 workers, who are majority of male gender, possess uncompleted elementary school level and have a good level of satisfaction in what they perform at the company.
Key words: forest system, resin, socio-environmental, interview.

1. INTRODUÇÃO

A indústria brasileira de árvores plantadas é, atualmente, uma referência mundial por sua atuação pautada pela sustentabilidade, competitividade e inovação (HORACIO, 2017). Segundo o Anuário Florestal do Rio Grande do Sul, o estado

produziu 36 mil toneladas de resina em 2016 representando 21,4% da produção nacional e as áreas mais utilizadas são as do litoral do estado por apresentarem o melhor balanço entre qualidade da resina, rendimento de extração e clima regional (AGEFLOR, 2017).

Uma das empresas produtoras de oleoresina no RS é a Âmbar Florestal, com sede no município de São José do Norte/RS. Esta empresa trabalha com resinagem de *Pinus elliottii* Engelm., em um sistema de arrendamento.

Segundo Rodrigues (2006), o processo de extração de oleoresina é baseado na realização de estrias sequenciais na casca, expondo a interface entre o xilema secundário e o floema, o ferimento ativa a liberação de resina dos ductos resiníferos, sendo aplicada sobre a estria uma pasta estimuladora que favorece o fluxo do produto.

Dois subprodutos denominados breu e terebintina são retirados da oleoresina e ambos têm diversos usos, o breu pode ser usado na fabricação de tintas, colas, adesivos, entre outros. A terebintina é utilizada na indústria química e farmacêutica, em produtos de limpeza, inseticidas, entre outros demonstrando assim a sua importância econômica.

Dentre todos os fatores mutáveis da cadeia madeireira do Rio Grande do Sul, um deles é a maneira com a qual se faz a gestão dos colaboradores em campo, e que varia muito de uma empresa para a outra, juntamente com os seus valores e suas políticas de recursos humanos. Este fato pode estar diretamente relacionado com a taxa de sucesso das empresas, por este motivo, realizar pesquisas pode auxiliar no caminho para a melhor gestão possível.

Busca-se que os empreendimentos florestais propiciem um desenvolvimento positivo para a região, que as empresas trabalhem com valores importantes de respeito com o meio ambiente constituindo assim, a principal base para a sustentabilidade e o bom uso dos recursos naturais.

Levando-se em consideração que o processo de extração da resina é manual, torna-se importante estudar os principais aspectos sociais dos trabalhadores resineiros.

O presente trabalho busca descrever quem são os colaboradores da empresa Âmbar Florestal que trabalham em contato direto com as florestas de *Pinus elliottii* da empresa Florestadora Palmares Ltda. (FLOPAL), região de São José do Norte/RS, bem como analisar o nível de satisfação dos mesmos em relação a atividade que exercem.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

Os dados foram obtidos através de entrevistas com questionários semiestruturados. A prática da entrevista possibilita o contato pessoal do entrevistador com o entrevistado, onde pode-se obter mais informações do que simplesmente as respostas dos questionários. Além de encontrar motivação a cada pessoa entrevistada pode-se vivenciar a realidade da pesquisa e, com isso, agregar maior fidedignidade aos resultados.

Foi elaborado um questionário com 8 (oito) questões, sendo elas:

1) Sexo ( ) Masculino ( ) Feminino;

2) Cidade Natal: Cidade atual:

3) Nível de escolaridade:

4) Função:
5) Grau de satisfação na relação com o grupo de trabalho?
( ) muito satisfeito ( ) satisfeito ( ) indiferente ( ) insatisfeito ( ) muito insatisfeito
6) grau de satisfação com a sua maneira de trabalhar?
( ) muito satisfeito ( ) satisfeito ( ) indiferente ( ) insatisfeito ( ) muito insatisfeito
7) grau de satisfação com as instalações e estruturas da empresa?
( ) muito satisfeito ( ) satisfeito ( ) indiferente ( ) insatisfeito ( ) muito insatisfeito
8) grau de satisfação com a remuneração que atinge?
( ) muito satisfeito ( ) satisfeito ( ) indiferente ( ) insatisfeito ( ) muito insatisfeito

Ao final da elaboração das perguntas, foi adicionado um cabeçalho contendo informações organizacionais, como a data e número da entrevista a ser realizada. Propositalmente, não há lugar para o nome do entrevistado, com o intuito de respeitar as opiniões e a privacidade dos colaboradores. Desta forma, os respondentes tiveram total liberdade e discrição assegurada no momento das respostas as questões.

Portanto, no decorrer da aplicação da entrevista foi contabilizado a quantidade de pessoas que responderam o questionário, sendo realizado o controle de número de entrevistas que foram efetuadas durante o dia e, ao final de todo o processo.

Com a finalidade de entrevistar todas as pessoas que estavam trabalhando nas florestas no dia da entrevista, e realizar uma análise completa causando o mínimo de transtorno no decorrer das atividades da empresa, a estratégia para a aplicação das entrevistas envolveu uma entrevistadora, e uma organização, dividida em dois momentos.

O primeiro momento funcionava em horários especiais, como o amanhecer e o entardecer, no qual os colaboradores estavam nos acampamentos, e, em um segundo momento que funcionava durante o dia onde percorriam-se as florestas e procedia-se a entrevista com os colaboradores durante o seu trabalho, tentando-se desta forma, otimizar o tempo disponível.

Para análise das informações iniciais das entrevistas, em planilha Excel, foram atribuídos códigos para cada função, sexo e nível escolar. A atribuição de códigos facilita a análise, que pode ser feita individualmente ou cruzando-se os dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram entrevistados 128 colaboradores, os dados analisados são resultados das entrevistas aplicadas aos colaboradores nas fazendas de São José do Norte. Quando analisados os dados de gênero, os resultados são: 75% homens e 25% mulheres. Com a análise das entrevistas, pode-se observar dados importantes quanto a função desempenhada por cada colaborador no seu dia laboral. Esses resultados são apresentados na Tabela 1, juntamente à quantidade de pessoas por função e gênero.

A maioria dos colaboradores como pode-se observar, se concentra na área de maior demanda (abertura das estrias). Os estriadores realizam as estrias e colocam os recipientes que armazenam a resina e os colhedores, realizam a coleta dos recipientes quando os mesmos se encontram cheios de resina. Contudo, todas as funções desempenhadas, tem sua importância no funcionamento total da atividade.

Quando analisado o contexto histórico da empresa pode-se perceber que há um aumento da participação feminina nas atividades a campo. Stein et al. (2015) também constataram o aumento da participação feminina no mercado de trabalho gaúcho.

Segundo Stein et al. (2015), as mulheres gaúchas são mais representativas no mercado de trabalho do que a média brasileira (48,9% contra 45,4% em 2013). Em ambos os casos, houve uma incorporação da mão de obra feminina no mercado de trabalho entre 2001 e 2013.

Tabela 1: Número de pessoas entrevistadas, por função e gênero da empresa Âmbar Florestal (São José do Norte/RS-2017).

Função	**Gênero**	
	Masculino	***Feminino***
Capataz	5	-
Estriadores	65	-
Colheita	5	32
Auxiliar de tratorista	7	-
Tratorista	2	-
Cavaleiro	7	-
Supervisor e Auxiliares	2	-
Auxiliar de Troll	3	-
Total	96	32

Fonte: Autores.

A resinagem é um trabalho completamente manual, portanto não há procura pelas mulheres para certas funções como estriar as árvores para retirada da resina, por esta razão, as pessoas que desempenham essa função são na sua totalidade homens.

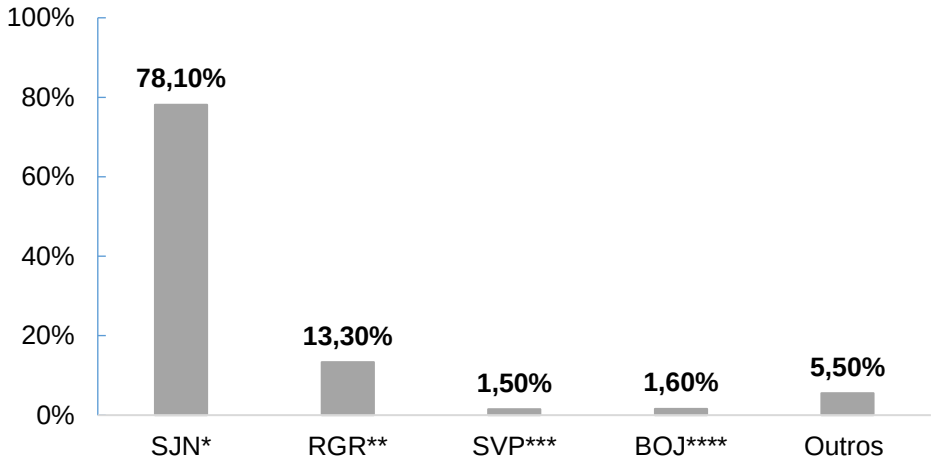
O instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE, 2010), apresenta dados de 50 milhões de famílias que residiam em domicílios particulares no ano de 2010, dentre estas, 37,3% tinham a mulher como principal responsável. As mulheres que trabalham na empresa estão alocadas na colheita da resina.

Atualmente, a igualdade de gênero é considerada um requisito de uma sociedade desenvolvida e democrática, onde a preocupação com o bem-estar dos indivíduos é levada em consideração.

Os colaboradores da empresa são de 11 cidades diferentes, sendo elas: São José do Norte/RS; Rio Grande/RS; Santa Vitória do Palmar/RS; Bujuru/RS; Canguçu/RS; Estrela/RS; Gravataí/RS; Mostardas/RS; Pelotas/RS; Tavares/RS e Florianópolis/SC.

Do total de colaboradores 78,1% é natural de São José do Norte/RS, cidade sede da empresa (Figura 1), seguido de cidades da circunvizinhança como Rio Grande/RS e Santa Vitória do Palmar/RS.

Todos os colaboradores entrevistados residem atualmente no município de São José do Norte. Dados do IBGE (2016) demonstram que 20,5% da população da cidade é economicamente ativa e destes, 2,3% trabalham na empresa Âmbar Florestal.



Onde* SJN: São José do Norte; **Rio Grande; ***Santa Vitória do Palmar ****Bojuru.

Figura 1: Naturalidade dos colaboradores da empresa Âmbar Florestal, (São José do Norte/RS, 2017). Fonte: Autores.

A organização profissional está ligada com o nível de escolaridade das pessoas e das adaptações que devem ser feitas, do total de entrevistados, a maioria não concluiu o ensino fundamental (Figura 2).

Os colaboradores com ensino fundamental incompleto apresentam diferentes níveis de ensino e o resultado apresenta um nível muito baixo de analfabetos (3,9%).

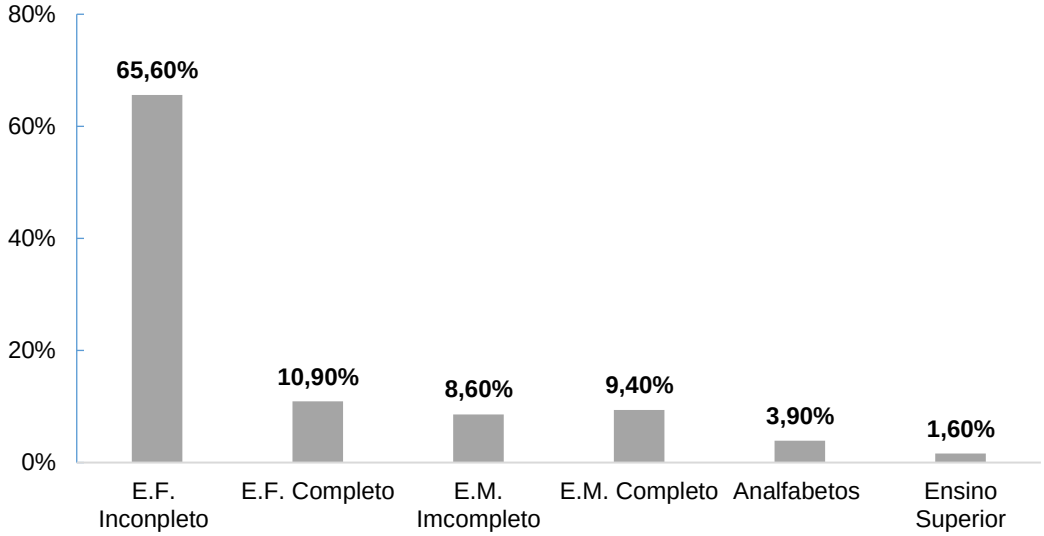


Figura 2: Nível de escolaridade dos colaboradores da Âmbar Florestal, (São José do Norte/RS, 2017). Fonte: Autores.

Ao analisar as questões que apresentam o nível de satisfação dos colaboradores, pode-se observar que 92,9% dos colaboradores demonstram-se satisfeitos em relação às pessoas com que trabalham e 4,7% se dizem muito satisfeitos (Figura 3).

Foi possível perceber que há preocupação uns com os outros. Já os colaboradores que se mostraram indiferente à relação com os seus colegas, correspondem a 2,4%. Isto pode vir a denotar pessoas que tendem a encarar as

situações de maneiras diferentes e muitas vezes preferem não se envolver, já que o seu trabalho é realizado de forma independente.

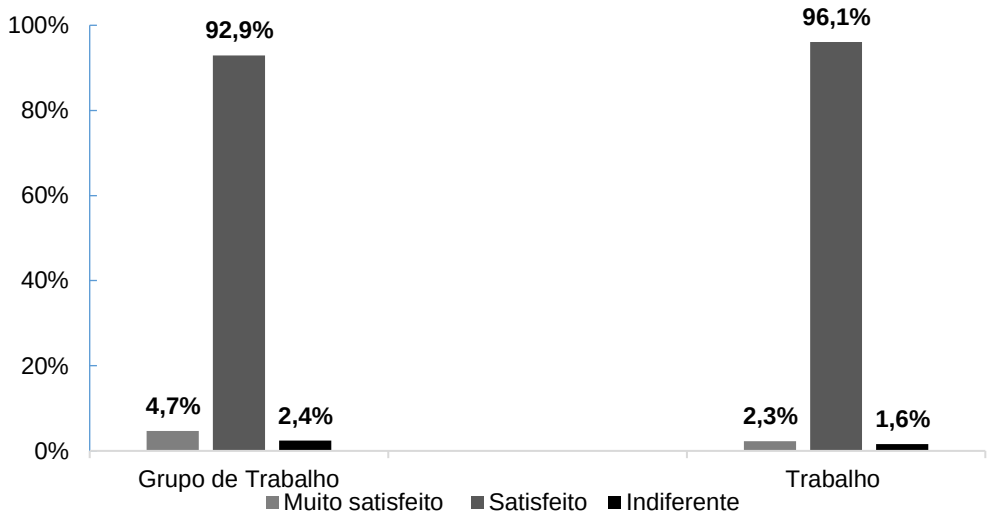


Figura 3: Nível de satisfação dos colaboradores quando ao seu grupo de trabalho e ao trabalho em si, (São José do Norte/RS, 2017). Fonte: Autores.

Em relação ao grau de satisfação com a maneira de desenvolver seu trabalho, com os horários, e a confiança que a empresa tem com cada colaborador, o nível de satisfação é elevado (Figura 3), sendo que destes, 96,1% diz estar satisfeito com a maneira que desenvolve seu trabalho, 2,3% está muito satisfeito e apenas 1,6% é indiferente quanto as condições de trabalho que a empresa estabelece.

Para que este sistema seja funcional a empresa estabelece relações de confiança com seus capatazes e colaboradores, e a maioria se organiza positivamente permitindo um melhor desenvolvimento das atividades. Alguns colaboradores residem no entorno das florestas e tem a resinagem não só como um trabalho, mas como cultura e demonstram o quanto estão satisfeitos com isso.

No decorrer das entrevistas foi possível conversar com pessoas que estão na empresa há muito tempo. Esses colaboradores estiveram em todas as fases da empresa até o momento. As estruturas oferecidas para os colaboradores das fazendas de São José do Norte passaram por muitas melhorias com o decorrer do tempo e este pode ser o fator que leva 65,6% dos colaboradores a estarem satisfeitos quanto as estruturas oferecidas. Pode-se observar que 8,6% dos colaboradores se diz indiferente, neste caso são pessoas mais autônomas que escolhem a sua rotina de trabalho sem depender das estruturas (Figura 4).

Uma parcela dos colaboradores (17,2%) se diz insatisfeito com as instalações. Nesses casos, foram questionados sobre o que eles compreendiam como algo a mudar nas estruturas oferecidas. Alguns colaboradores comentaram negativamente acerca da dos almoços nas estações mais frias, por conta da falta de estrutura.

As pessoas demonstraram esse sentimento de insatisfação devido à dificuldade de estabelecer certas estruturas em meio as áreas de resinagem. Existem casos em que os colaboradores foram logisticamente alocados para trabalhar perto de suas casas, não necessitando de estruturas físicas, com isso, ocorreu a adaptação da empresa com um meio de transporte, que conduz os colaboradores das suas casas ou de um ponto especifico, até o local de trabalho.

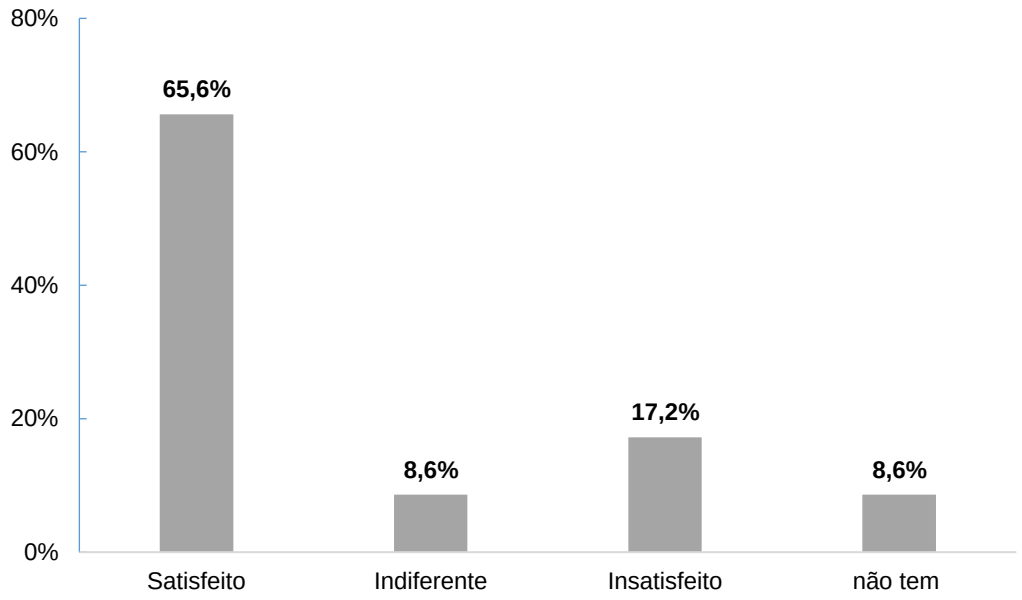


Figura 4: Nível de satisfação dos colaboradores quanto as estruturas e instalações da empresa, (São José do Norte/RS, 2017). Fonte: Autores

A remuneração obtida pelos colaboradores é fruto de um salário base dependente da função realizada e que pode ser acrescido se atingidas as metas estabelecidas pela empresa. A grande maioria (80,3%) se mostrou satisfeito com a remuneração total que atingem e, 2,4% demonstraram muita satisfação com a sua remuneração final (Figura 5).

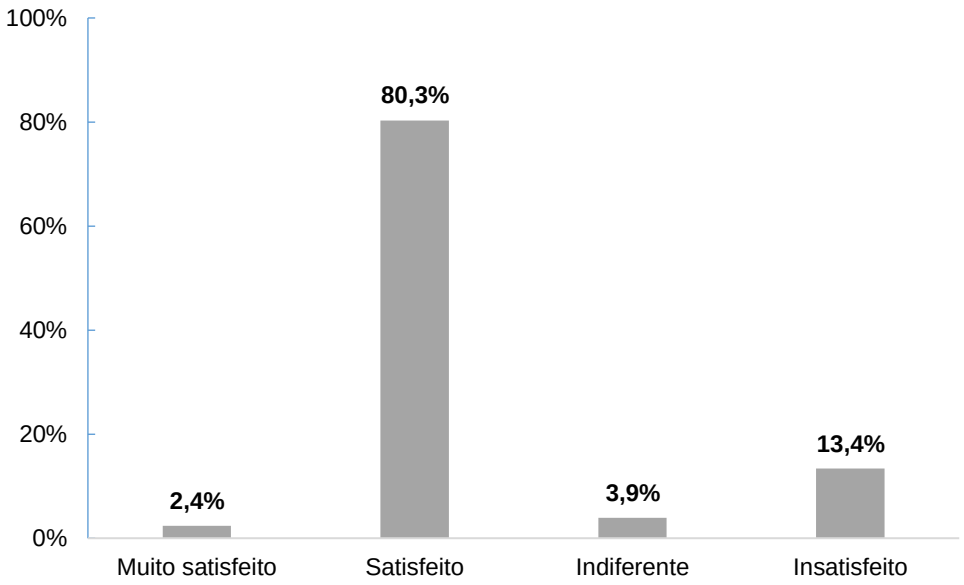


Figura 5: Nível de satisfação dos colaboradores quanto a remuneração. (São José do Norte/RS, 2017). Fonte: Autores.

Observa-se também que 3,9% dos colaboradores são indiferentes e 13,4% se mostraram insatisfeitos com a remuneração que atingiam. Quando questionados sobre o motivo da insatisfação, as respostas eram relacionadas ao trabalho considerado pesado demais.

Existe uma diversidade de pessoas que compõem o dia a dia da empresa, sendo este fato é benéfico para o desenvolvimento das relações entre os colaboradores e da própria empresa. Uma das maiores preocupações da empresa, é valorizar e respeitar o indivíduo para que haja prosperidade em sua vida profissional e pessoal.

Em cada entrevista havia uma história diferente, a cada entrevista acontecia o ensejo de conhecer uma pessoa e escutar o que ela tinha para falar. Existe um conhecimento sobre as florestas que só se adquire com quem trabalha e vive com ela diariamente.

Ao tomar conhecimento da realidade das fazendas de São José do Norte e compreender a importância que as empresas desenvolveram nas vidas de seus colaboradores torna-se possível acreditar em um sistema florestal efetivo que gera empregos, renda e empreendedorismo na sociedade atual.

4. CONCLUSÃO

Os colaboradores que trabalham diretamente com a resina são majoritariamente do gênero masculino, porém a representatividade feminina vem aumentando. No geral a maioria dos colaboradores são naturais de São José do Norte e atualmente todos os colaboradores residem no município. A escolaridade da maioria é ensino fundamental incompleto.

A grande maioria dos colaboradores está satisfeito quanto aos aspectos estudados. O modo como a empresa se relaciona com os colaboradores é o diferencial que leva a resolução de conflitos e, consequentemente, satisfação com o seu grupo de trabalho, com as tarefas desenvolvidas, com as instalações da empresa e com a sua remuneração.

AGRADECIMENTOS

FLOPAL FLORESTADORA PALMARES LTDA. âmbar FLORESTAL PPGAAA Programa de Pós Graduação em Agronomia - Agricultura e Ambiente Universidade Federal de Santa Maria 1960 UFSM Frederico Westphalen

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DE EMPRESAS FLORESTAIS. **Resina de Pinus**. A indústria de base florestal no Rio Grande do Sul 2017, Porto Alegre, RS, p 46-47, 2017.

HORACIO L. P. Presidente do Conselho Deliberativo (Org.). **Relatório Ibá.** Brasília: Studio 113, 2017. 80 p. Disponível em: http://iba.org/images/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf.> Acesso em: 25 jul. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama**. 2016. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/sao-jose-do-norte/panorama />. Acesso em 20 Ago. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisas**. 2010 Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em 14 Jan. 2018.

RODRIGUES, K. C. S. (2006). **Caracterização e otimização da produção de resina em Pinus eliiottii Engelm. – Papel de moduladores bioquímicos**. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular, Centro de Biotecnologia. UFRGS. Porto Alegre.

STEIN, G.; SULZBACH, V. N.; BARTELS, M. **Relatório sobre o mercado de trabalho do Rio Grande do Sul** — 2001-13. Porto Alegre: 2015.

Contribuição da certificação florestal no atendimento da legislação ambiental no estado do Rio Grande do Sul

The forest certification contribution in the attendance to the environmental policy in Rio Grande do Sul state

Déborah Victória Medici Meijueiro[1]
Carolina de Souza Lopes[1]
Matheus D'angelo Medici Meijueiro[1]
Bruna Denardin da Silveira[1]
Cibele Rosa Gracioli[1]
Ricardo Ribeiro Alves[1]

[1] Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Av Antonio Trilha, 1847 – Cep: 97.300-162, deborahmedici12@gmail.com; carolinadesloopes@gmail.com; mdmedici9@gmail.com; brunadenardin@unipampa.edu.br; cibelegracioli@unipampa.edu.br; ricardoalves@unipampa.edu.br.

Resumo: A certificação florestal é um importante instrumento de legitimação das boas práticas ambientais, sociais e econômicas no setor florestal. Apesar de ser voluntária, diferentemente da legislação, uma das exigências para que um empreendimento seja certificado é que se cumpra a lei pertinente à sua atividade, dentre as quais as relacionadas aos aspectos ambientais. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o sistema de certificação florestal FSC na melhoria do desempenho de empresas florestais atuantes no estado do Rio Grande do Sul, no que diz respeito ao atendimento do princípio 6 intitulado "valores e impacto ambiental". Para consecução do trabalho obteve-se os dados e informações a partir de pesquisas documentais e bibliográficas. Constatou-se que muitas das não conformidades estão relacionadas ao uso de produtos químicos, seguido do manejo de flora e fauna nativas ou em extinção, e áreas de proteção. Conclui-se que as empresas ainda possuem dificuldades para o atendimento do princípio 6 estabelecido pelo Padrão FSC, buscando soluções para a correção das não conformidades. Adicionalmente, a certificação florestal contribui na melhoria do desempenho das empresas florestais no Estado do Rio Grande do Sul, visto que estimulam a busca por alternativas e ações benéficas ao ambiente.
Palavras-chave: impacto ambiental, florestas, empresas certificadas, não conformidades

Abstract: Forest certification is an important tool of legitimation of environmental, social and economics good practices in the forest sector. Despite of the volunteering character, opposites to the policies, one of the requirements of the companies' certification is the fulfilment of the demanding related to the environmental activity. This works aims to evaluate the FSC Forest Certification System in the achievement of the performance of forest companies in Rio Grande do Sul, related to the attendance of principle number 6 named as "values and environmental impact". For this purpose, data and information were obtained from documentary and bibliographical research. It can be observed that many of non-compliances are related to the use of chemical products, followed by native or in extinction fauna and flora management, and protected areas. It can be concluded that the companies still have some difficulties concerning to the attendance of the principle 6, previously established by the FSC Pattern, in order to seek a solution in the correction of the non-compliances. Plus, forest certification can contributes to the improvement of the performance of forest companies in Rio Grande do Sul state, which stimulates the search for new alternatives and actions to benefit the whole environment.
key words: environmental impact, forests, certified companies, unconformities

1. INTRODUÇÃO

A discussão em torno das questões ambientais e a relação com o setor florestal é

nítida, principalmente em razão da contínua perda de áreas ocupadas por florestas de origem nativa em várias partes do planeta (ALVES et al., 2009). A demanda do mercado madeireiro com a globalização cresceu exponencialmente no Brasil desde as décadas de 80 e 90 o que trouxe preocupações sobre o uso predatório das florestas tropicais.

O Brasil é o maior consumidor de madeira tropical no mundo. A madeira é oriunda de “polos madeireiros” localizados nos estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia. Os maiores consumidores internos vêm das regiões Sul e Sudeste. Com uma área florestal de 544 milhões de ha (FAO, 2001), o Brasil é um dos países mais importantes no mundo em termos de floresta tropical (SPATHELF et al., 2004).

O setor florestal representa mais de 3,4% do PIB nacional (SBS, 2008). Dados da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF, 2011) indicaram que a silvicultura (plantações florestais) gerou em 2008 um total de 8,82 bilhões de reais em arrecadação de tributos, e seu valor bruto de produção chegou a 52,8 bilhões de reais e contribuiu com aproximadamente 4,7 milhões de postos de trabalho (diretos e indiretos) em todo o país. A maior parte dessas plantações está concentrada nas Regiões Sul e Sudeste e tende a expandir por todo o território nacional (BASSO et al., 2012).

Segundo Basso et al. (2012) os sistemas de avaliação independentes e de certificação voluntária do manejo florestal foram criados em vários países, com o intuito de promover o “bom manejo” das florestas por meio de práticas ambientalmente corretas, socialmente benéficas e economicamente viáveis. Fundado em 1993, o *Forest Stewardship Council* (FSC) é um dos mais importantes sistemas de certificação florestal em escala global, assim como também o *Programme for Endorsement of Forest Certification Schemes* (PEFC), representado no Brasil pelo programa Cerflor.

O FSC tem o objetivo de difundir e de facilitar o bom manejo das florestas conforme seus Princípios e Critérios que conciliam as salvaguardas ecológicas com os benefícios sociais e a viabilidade econômica de forma igualitária. O Conselho Brasileiro de Manejo Florestal (FSC) é composto por 10 Princípios (2001), sendo estes: Princípio 1 – Cumprimento das Leis; Princípio 2 – Direitos dos Trabalhadores e Condições de Emprego; Princípio 3 – Direitos dos Povos Indígenas; Princípio 4 – Relações com a Comunidade; Princípio 5 – Benefícios da Floresta; Princípio 6 – Valores e Impactos Ambientais; Princípio 7 – Planejamento do Manejo; Princípio 8 – Monitoramento e Avaliação; Princípio 9 – Altos Valores de Conservação; Princípio 10 – Implementação de Atividades de Manejo.

Com a crescente preocupação com o desenvolvimento do setor florestal, no que se refere aos impactos ambientais por este provocado, torna-se importante avaliar como as empresas florestais executam suas atividades. Pode-se acompanhar o monitoramento do desempenho de empresas certificadas por meio de relatórios principais e anuais disponibilizados pela certificadora.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o sistema de certificação florestal – FSC na melhoria do desempenho de empresas florestais atuantes no estado do Rio Grande do Sul, no que diz respeito ao atendimento do princípio 6 - “valores e impacto ambiental”.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

Desenvolveu-se o presente trabalho a partir de pesquisas documentais e bibliográficas. As principais informações foram obtidas por meio de pesquisa

documental que consiste na exploração de dados obtidos por fontes registrais podendo ser de primeira ou segunda mão (GIL, 2008). Documentos de primeira mão são aqueles que não receberam nenhum tratamento analítico como, por exemplo, documentos oficiais, reportagens e filmes, cartas ou contratos. Já os documentos considerados de segunda mão são aqueles que, de alguma forma, foram analisados como os relatórios de empresas ou de pesquisa, tabelas estatísticas, entre outros (GIL, 2008).

A fonte principal dos dados provem da verificação de documentos de primeira mão, ou seja, por meio da análise dos relatórios da última auditoria principal e o posterior monitoramento (documentos oficiais) de certificação florestal das empresas no estado do Rio Grande do Sul. Nesses documentos são descritas as ações desenvolvidas nessas organizações para o atendimento de todos os princípios e critérios definidos no sistema de certificação e necessários para que as mesmas obtenham a certificação.

Analisaram-se as não conformidades (NC) cometidas no “Princípio 6 - Valores e Impacto Ambientais” e as ações corretivas realizadas pela empresa para a solução do problema, ambas descritas nos relatórios do FSC que estão disponibilizados no site oficial da Certificadora. As não conformidades são os princípios, critérios e/ou indicadores propostos pela certificadora que não estão sendo cumpridos pela empresa. Estas podem ser divididas em menor, quando há um lapso do controle de um requisito pré-estabelecido, indicando que não há o cumprimento de um processo específico, embora não seja grave; ou maior, quando um requisito inteiro da norma não é cumprido, evidenciando uma falha sistêmica, ou também a reincidência de uma não conformidade menor identificada em uma auditoria anterior.

Ao total verificaram-se oito empresas que foram denominadas da seguinte forma:

a) Organização florestal A
b) Organização florestal B
c) Organização florestal C
d) Organização florestal D
e) Organização florestal E
f) Organização florestal F
g) Organização florestal G
h) Organização florestal H

Após a análise dos relatórios de cada empresa, agruparam-se por assunto as não conformidades e posteriormente os dados foram descritos por meio de uma tabela.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Basso et al. (2012), o princípio 6 trata de questões específicas da norma, ou seja, não envolve os quesitos legais nacionais. O Princípio 6 na região do Rio Grande do Sul é composto por diversas normas, as não conformidades encontradas que fogem da norma foram separadas da seguinte maneira: monitoramento de espécie exótica; planejamento de colheitas e estradas; produtos químicos; manejo da flora e fauna nativas ou em extinção e áreas de proteção; e operações florestais (Tabela 1).

Constatou-se que entre as oito empresas analisadas, apenas as organizações florestais A e C apresentam ausência de inconformidades no princípio 6 em sua última

auditoria. Desta forma, confirma-se que estas são as únicas que cumprem todos os requisitos proposto pela certificadora no que se refere aos “valores e impactos ambientais”.

Tabela 1. Não conformidades em relação ao atendimento do princípio 6 estabelecido pelo Padrão do FSC.

Não conformidades em relação ao princípio 6 – FSC	Empresas
Monitoramento de espécies exóticas	G
Planejamento de colheita e estradas	F
Produtos químicos	E*, F, G
Manejo da flora e fauna nativas e/ou em extinção e áreas de proteção	B* e D
Operações florestais	H[1]
Ausência de não conformidades	A e C

* Empresas que possuem não conformidade maior
[1] Empresa com duas não conformidades em operações florestais

Segundo o padrão FSC as empresas devem elaborar e implantar um programa de monitoramento e controle de espécies exóticas invasoras. No entanto, a organização florestal G apresentou um cronograma de controle de regeneração de espécies exóticas, que averiguadas em campo mostrou-se insuficiente com a proposta de controle, evidenciando-se áreas de recuo não contempladas no plano e existência de plantas invasoras com até dois anos de idade. Para solucionar o problema, a empresa adotou um plano de combate à dispersão de espécies invasoras, consistindo predominantemente de roçada mecanizada com alguns pontos de corte e/ou anelamento.

Evidenciou-se que as equipes de campo da organização F não dispunham dos microplanejamentos de colheita e estradas, indo contra ao que está previsto do padrão da certificadora que assegura que o empresa de manejo florestal (EMF) deve garantir o cumprimento dos microplanejamentos de colheita. A ação corretiva adotada pela empresa foi a elaboração de um microplanejamento da colheita e estradas para orientação destas operações no campo, sendo estes distribuídos às equipes de campo. Por intermédio de entrevistas, observou-se que os encarregados possuem conhecimento sobre o microplanejamento.

As organizações E, F e G apresentaram não conformidades (NC) relacionadas aos produtos químicos, compondo o maior número de não conformidades encontrado pelo FSC. De acordo com o indicador de número 6.6.4 o uso de agrotóxicos só é permitido quando a organização possui um plano de manuseio e transporte do mesmo, é exigido uso de equipamentos para a aplicação, o armazenamento e disposição final de embalagens ou resíduos deve ser feita de forma a minimizar os riscos à saúde e ao ambiente

Segundo o indicador 6.6.5 no caso da utilização de pesticidas ou produtos químicos, não é permitido, o uso nem armazenamento de produtos que estejam vetados pelo FSC, a não ser que a organização tenha feito uma derrogação do FSC. Em um dos casos encontrou-se um produto químico (Fipronil/Sulfluramida) o qual é proibido constante pelo FSC. A organização apresentou então a solicitação para uso do produto químico de acordo com a norma. Com a evidência percebida o FSC aprovou a solicitação da organização para formicidas à base de Fipronil e/ou Sulfluramida encerrando assim esta não conformidade.

Outro procedimento determinado pelo indicador 6.7.3 do princípio 6 diz que as organizações devem ter implantado procedimentos emergenciais, para o atendimento de acidentes com produtos químicos. Uma das organizações analisadas que não havia instituído ainda precisou elaborar um plano operacional em caso de acidentes, este plano é composto por hipóteses de acidentes com impactos à saúde e segurança dos trabalhadores, além da ocorrência de derramamento e impacto sobre o meio ambiente. Após revisar o conteúdo mostrado por esse plano com as equipes de campo por meio de treinamentos junto às equipes próprias e terceirizadas deu-se como encerrada esta não conformidade.

As organizações B e D apresentaram não conformidades relacionadas ao manejo da flora e fauna nativas e/ou em extinção e áreas de proteção. No que diz respeito a não conformidade maior (NCM) da empresa B, foi verificado durante as inspeções de campo que áreas de conservação da Faz. Sede possuíam vulnerabilidade à invasão de animais domésticos (gado e cavalo). Para resolver esta NCM, a EMF iniciou um programa junto à comunidade local para manter animais domésticos fora das áreas de conservação. O programa é composto de providências imediatas, adoção de um procedimento padrão na vigilância florestal e o planejamento de ações de médio prazo.

De acordo com o princípio 6, é necessário a colaboração na gestão de unidades de conservação do entorno da unidade de manejo da empresa. Foi constatado durante a avaliação que a empresa B não possuía colaboração, especialmente para com as de uso extensivo, como as APA's. Em resposta, como as UC's do entorno da organização ainda não possuem um Conselho Gestor, os levantamentos realizados pela empresa B não ofereceram representatividade efetiva. Entretanto a empresa, através da ONG Os Amigos da Floresta, apresentou evidências do início de sua participação, em 2013, da Câmara Técnica de Educação Ambiental do Conselho Estadual de Meio Ambiente.

Conforme o indicador do FSC 6.2.1, a organização deve identificar e listar a ocorrência, ou provável ocorrência de espécies raras, ameaçadas ou em perigo e seus habitats na unidade de manejo florestal (UMF). Ainda assim, a empresa D não apresentou dados de identificação para espécies observadas na UMF, fora as amostragens que são concentradas em avifauna. Houve também a necessidade da inclusão de aves migratórias e um sistema de observação sazonal ao longo do ano. Para atender à NC, foi realizada, por parte da empresa D, uma análise documental de espécies de fauna e flora em risco de extinção e espécies endêmicas da região baseado em materiais disponibilizados pelo órgão Ambiental do Estado. Os dados obtidos através da análise foram documentados no plano de manejo da empresa, um cronograma para as atualizações das listas de espécies ameaçadas estabelecido e a realização de monitoramentos bimestrais de avifauna.

Segundo o FSC a empresa deve, de forma documentada, identificar e avaliar aspectos ambientais relacionados às suas próprias operações florestais, instalações locais de processamento, assim como também deve ter orientações documentadas definindo práticas para prevenir, minimizar ou mitigar impactos ambientais negativos. A empresa H apresentou duas não conformidades em relação às operações florestais. Observaram-se atividades inseguras por parte dos trabalhadores florestais, como por exemplo, o abastecimento de máquinas sem aterramento e abastecimento de implementos florestais com fumantes próximos. Constatou-se também que as operações de roçada mecanizada com motorroçadeira e máquinas florestais, não possuem orientações documentadas definindo e explicando as práticas para

prevenir, minimizar ou mitigar os impactos negativos.

A organização florestal H elaborou o procedimento “IT - Abastecimento de Máquina e Equipamentos” como ação corretiva das duas NC. Este procedimento contempla medidas mitigadoras de impactos durante o abastecimento com combustíveis, o aterramento das máquinas durante o abastecimento com combustível, entre outras medidas de segurança. Por meio de entrevistas, foi observado que os responsáveis destas operações possuem conhecimento da necessidade e executam corretamente estas medidas durante o abastecimento.

Desta forma, constatou-se que o maior número de empresas com não conformidade está relacionado ao uso de produtos químicos, apresentando também uma não conformidade maior, seguido do manejo de flora e fauna nativas ou em extinção, e áreas de proteção.

Pode-se verificar que a certificação florestal, como descrito por Moura (2016), inclui a definição das melhores práticas de manejo que atendam a requisitos em áreas como manutenção da biodiversidade, uso mínimo de produtos químicos e operações florestais realizadas de acordo com a legislação do país. Ainda segundo a mesma autora, a certificação, do ponto de vista das empresas, pode trazer como benefícios maior credibilidade e visibilidade ao público em geral e aos consumidores, diferenciação no mercado e maior acesso à exportação para países que exigem produtos certificados.

4. CONCLUSÕES

As empresas ainda possuem dificuldades para o atendimento do princípio 6 estabelecido pelo Padrão FSC, buscando soluções para a correção das não conformidades. Conclui-se também que o sistema de certificação florestal contribui na melhoria do desempenho das empresas florestais no Estado do Rio Grande do Sul, visto que estimulam a busca por alternativas e ações benéficas ao ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTA PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2011: ano base 2010.** Brasília: ABRAF, 2011. 130 p.

ALVES, R. R. et al.; Certificação florestal e o mercado moveleiro nacional. **Revista Árvore**. Viçosa, MG, 2009.Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010067622009000300020&script=sci_abstract &tlng=pt

BASSO, V. M. et al.; Contribuição da Certificação Florestal ao Atendimento da Legislação Ambiental e Social do Estado de Minas Gerais. **Revista Árvore.** Viçosa, MG, 2012. Disponível em http://www.scielo.br/pdf/rarv/v36n4/a16v36n4

FAO. State of the world’s forests. Rome. 2001. 181 p*. In:* SPATHELF, P.; MATTOS, P. P.; BOTOSS, C. P., Certificação Florestal no Brasil Uma Ferramenta Eficaz Para A conservação das Florestas Naturais, **Revista Floresta**. Curitiba, PR, 2004. Disponível em https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/2423/2025

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 200 p. MOURA, A. M. M. Contribuição da certificação de florestas para o cumprimento da legislação florestal no Brasil. Disponível em http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/160812_livro_muda ncas_codigo_florestal_brasileiro_cap13.pdf.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA - SBS. Fatos e números do Brasil florestal. 2008.

Disponível em: <www.sbs.org.br> Acesso em: 03 de abril de 2010. *In:* BASSO, V. M. et al.; Contribuição da Certificação Florestal ao Atendimento da Legislação Ambiental e Social do Estado de Minas Gerais. **Revista Árvore.** Viçosa, MG, 2012. Acesso em 12 Agosto 2018. Disponível em http://www.scielo.br/pdf/rarv/v36n4/a16v36n4

SPATHELF, P.; MATTOS, P. P.; BOTOSS, C. P., Certificação Florestal no Brasil Uma Ferramenta Eficaz Para A conservação das Florestas Naturais, **Revista Floresta**. Curitiba, PR, 2004.Disponível em https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/2423/2025.

9.3 TRABALHOS DE ECOLOGIA

Análise temporal da dinâmica da cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Marombas, SC

Temporal analysis of land-cover dynamics in the Marombas river basin, SC

Matheus Flesch Soligo[1]
Alexandre ten Caten[2]
José Lucas Safanelli[3]

[1]Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. Caixa Postal 101, 89520-000; Rod. Ulysses Gaboardi, km 3 – Curitibanos – SC, Brasil, matheusfleschsoligo@gmail.com

[2]Programa de Pós-graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais (PPGEAN), Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. Caixa Postal 101, 89520-000; Rod. Ulysses Gaboardi, km 3 – Curitibanos – SC, Brasil, ten.caten@ufsc.br

[3]Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Avenida Pádua Dias, 11 - Agronomia, Piracicaba - SP, 13418-900, Brasil, jose.lucas.safanelli@usp.br

Resumo: O território da bacia hidrográfica do rio Marombas encontra-se bastante modificado. Os conhecimentos sobre sistemas de informação geográfica, sensoriamento remoto e cobertura da terra são fundamentais para entender os efeitos da substituição de áreas com vegetação natural por áreas antropizadas. O objetivo deste trabalho foi analisar quantitativamente a cobertura da terra no território pertencente a bacia hidrográfica do rio Marombas (SC) utilizando mapas de cobertura da terra e métricas da paisagem. Os mapas de cobertura da terra foram criados para os anos de 1987, 1997, 2007 e 2017, a partir de bandas espectrais dos satélites Landsat-5 e Landsat-8 e índices espectrais. A execução das métricas foi realizada através do plugin LecoS adaptado ao programa QGIS. Observou-se o avanço dos processos de desmatamento, a diminuição de áreas de floresta nativa e a intensa modificação do ambiente ao longo dos anos. Além disso, notou-se a expansão das classes de agricultura e silvicultura em detrimento (da exploração) de florestas nativas no intervalo analisado de 30 anos.
Palavras-chave: paisagem antropizada, desmatamento, modificação da cobertura, métricas de cobertura da terra.

Abstract. The territory of the Marombas river basin is quite modified. Knowledge about geographic information systems, remote sensing and land cover are fundamental to understand the effects of replacing areas with natural vegetation by anthropic areas. The objective of this work was to quantitatively analyze the land cover in the territory belonging to the Marombas river basin (SC) using land cover maps and landscape metrics. Land cover maps were created for the years 1987, 1997, 2007 and 2017, from spectral bands of the Landsat-5 and Landsat-8 satellites and spectral indices. The metrics were performed using the LecoS plugin adapted to the QGIS program. It was observed the progress of deforestation processes, the reduction of native forest areas and the intense modification of the environment over the years. In addition, the expansion of agricultural and forestry classes was observed to the detriment (of the exploitation) of native forests in the analyzed range of 30 years.
Key words: anthropized landscape, deforestation, modification of land cover, metrics of land cover

1. INTRODUÇÃO

Há dois termos-chave, em relação aos produtos do sensoriamento remoto, que envolvem os ramos das geociências: o “uso da terra” e a “cobertura da terra”. Esses

termos possuem significados distintos, uma vez que, como relata Jensen (2011), o uso da terra refere-se ao modo como a terra é usada pelos seres humanos. Enquanto a cobertura da terra é definida conforme os materiais biofísicos que estão presentes na superfície terrestre. Os autores Araújo Filho et al. (2007) descrevem a cobertura da terra como algo que as imagens de sensoriamento remoto conseguem captar, e quanto ao uso da terra cabe ao pesquisador interpretar sinais como texturas, padrões e cores para determinar as atividades desempenhadas em um determinado local.

A mudança da cobertura da terra, inerente a modificação da paisagem, leva a diversas consequências negativas para o meio ambiente, como a perda da biodiversidade local, e diminuição de populações de determinadas espécies. Essas espécies necessitam de condições específicas de sobrevivência levando a extinção das mesmas. Além disso, a perda de habitats, mudanças climáticas e aceleração de processos erosivos também são consequências das mudanças da cobertura da terra (BARROW, 1995).

A bacia hidrográfica do rio Marombas tem sido estudada com o intuito de compreender a dinâmica do uso e cobertura da terra. Em estudo de ten Caten et al. (2015) os autores realizaram uma análise multitemporal da cobertura de terra, por meio de árvore de decisão e sensoriamento remoto, na bacia hidrográfica do rio Marombas. Os autores relataram as modificações ocorridas na cobertura da terra com o passar dos anos e também demonstram algumas possíveis causas e consequências que influenciaram para a formação da paisagem atual, onde cerca de 20% da classe de floresta nativa foi convertida para outro tipo de cobertura entre o período de 1989 e 2011.

A bacia hidrográfica do rio Marombas localiza-se no bioma Mata Atlântica. Alguns estudos demonstram que o bioma Mata Atlântica está em situação crítica e extremamente ameaçado, devido ao aumento do desmatamento em toda a sua extensão. Na literatura, é notável a grande importância que é dada para essas áreas pelo meio científico, onde diversos autores expõem em seus trabalhos o aumento do território antropizado e a diminuição de vegetação natural, enfatizando os efeitos deteriorantes provocados por essas ações (GOMES et al., 2009; SEABRA e CRUZ, 2013; SANTOS et al., 2017).

O presente trabalho teve os seguintes objetivos: (I) avaliar quantitativamente a cobertura da terra identificando quais são as principais classes da cobertura da terra na bacia hidrográfica; e, (II) analisar a dinâmica da cobertura da terra em um período de 30 anos.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Área de estudo**

A bacia hidrográfica do rio Marombas abrange onze municípios, compreendendo uma área de 4.450 km², localizada na região serrana do Estado de Santa Catarina. A classificação de Koppen para essa região é temperado úmido com verão ameno (Cfb), possuindo temperatura média de 16,5°C (ALVARES et al., 2013). Há predomínio de relevos ondulados, solos do tipo Latossolo, Cambissolo e Argissolo. A vegetação natural remanescente pertence à Floresta Ombrófila Mista (Figura 1) (EPAGRI, 2003).

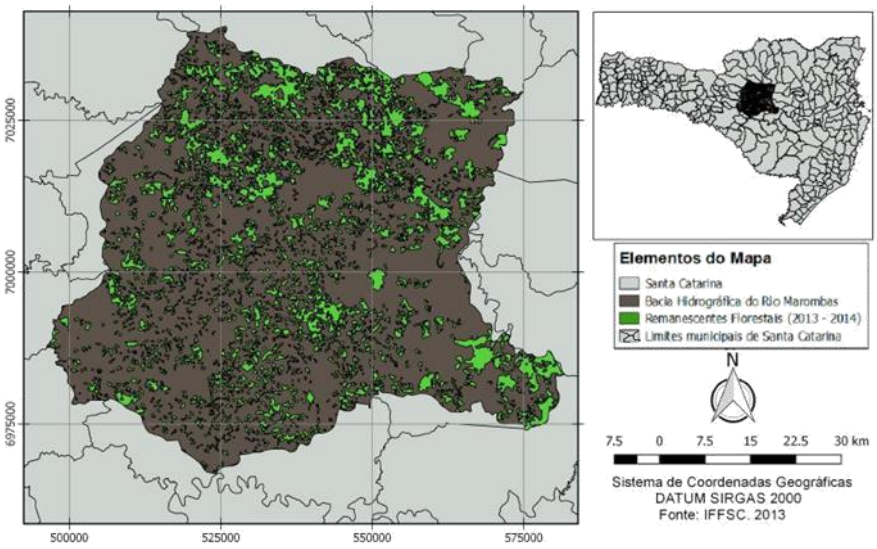


Figura 1. Mapa da área de estudo e os remanescentes florestais (2013 – 2014) localizados na bacia hidrográfica do rio Marombas.

2.2 **Fonte de dados e tabulação**

Os mapas de cobertura da terra foram obtidos através de imagens do satélite Landsat-5 (L5) e Landsat-8 (L8). O mapa referente aos anos de 2007, 1997 e 1987 foram gerados com imagens do satélite L5, enquanto o mapa referente ao ano de 2017 foi gerado com imagens do satélite L8. Para a imagem do L8 foram utilizadas bandas de reflectância de superfície (bandas de 1 a 7), temperatura de brilho no topo da atmosfera (bandas 10 e 11) e os índices espectrais (NDVI, EVI, SAVI, MSAVI, NDMI, NBR e NBR2). Para as imagens do L5 foram utilizadas as bandas de reflectância da superfície (bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7) e temperatura de brilho da atmosfera (banda 6). Todas as imagens foram obtidas da órbita 221 e ponto 79. O banco de dados é composto por itens *higher-level* os quais foram obtidos através das interfaces de pedidos *Earth Resource Observation and Science Center* (EROS) e *Science Processing Architecture* (ESPA) do USGS. Os itens *higher-level* são constituídos por imagens de satélites Landsat (4-8) processados pelo algoritmo 6S. Esse algoritmo é responsável por efetuar a correção atmosférica e converter valores digitais em reflectância da superfície e temperatura de brilho no topo da atmosfera.

Para os quatro períodos (1987, 1997, 2007 e 2017) foram criadas composições de cor verdadeira (L8 RGB 432 e L5 RGB 321) e falsa cor (L8 RGB 654 e L5 RGB 543) utilizando realce ajustado para distinção de classes. Foram identificadas sete classes de cobertura da terra: floresta nativa, silvicultura, campo, agricultura, solo exposto, palhada e água. A classe “floresta nativa” foi utilizada para conduzir a análise de desmatamento e fragmentação das florestas nativas. A classe agricultura representa os cultivos fotossinteticamente ativos, a classe “palhada” a áreas com deposição de materiais semi-decompostos, e a classe “solo-exposto” representa as superfícies terrestres expostas. Para a calibração foram coletadas 50 amostras independentes de cada classe em cada um dos períodos analisados. A classificação foi feita com o algoritmo *Random Forest*, que gera várias *Decision Trees* (representações gráficas independentes de alternativas).

2.3 **Pós-classificação e pós-processamento**

As classes “agricultura”, “palhada” e “solo-exposto” juntas representam as atividades agrícolas da região, porém em fases de desenvolvimento diferentes. Dessa forma, para a execução das métricas de análise da paisagem optou-se por agrupar essas três classes em uma só, no caso a classe “agricultura”, facilitando a interpretação dos resultados.

O pós-processamento consistiu em melhorar a qualidade da imagem. Pixels isolados em uma paisagem geralmente remetem a erros ocasionados na elaboração das classes de cobertura da terra. Para corrigi-los foi utilizado uma ferramenta conhecida como *Majority Filter* (MJ). Essa ferramenta analisa todos os pixels da paisagem fazendo a substituição da classe de pixels isolados por outra classe que o envolve de forma predominante. A intensidade da aplicação do MJ é determinada pelo usuário. O autor Spinola (2010) destaca que apesar do MJ realizar a substituição desses pixels isolados, a ferramenta não modifica grosseiramente a paisagem, o que poderia comprometer o resultado do experimento.

2.4 Análise quantitativa da cobertura da terra

Os mapas foram analisados usando o programa *Quantum Geographic Information System* (QGIS) versão 2.16.0: ‘Nødebo’ o qual é compatível com o plugin *Landscape Ecology Statistics* (LecoS) que contém em sua interface inúmeras métricas da paisagem com diversas funções. Dentre as métricas, foi escolhido duas que estão diretamente conectadas com a avaliação da cobertura da terra. Para o cálculo de cobertura da terra em valores absolutos (m²) foi utilizado a métrica denominada “*Land-cover*”, sigla “LAND” (Equação 1). Os valores obtidos foram convertidos em quilômetros quadrados (km²) por se tratarem de extensas áreas.

$$\mathrm{LAND} = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} \qquad \text{(Eq.01)}$$

Onde: LAND = abreviatura de *“Land-cover”*; a_{ij} = área da mancha (*i*) de um determinado tipo de classe (*j*).

A segunda métrica utilizada também realiza o cálculo da cobertura da terra. Entretanto, neste caso os resultados são em valores relativos ao total da área (%). Essa métrica é intitulada de *“Land-cover proportion*”, siga “PLAND” (Equação 2).

$$\mathrm{PLAND} = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{A}(100) \qquad \text{(Eq.02)}$$

Onde: PLAND = Abreviatura de *“Land-cover proportion*”; a_{ij} = área da mancha (*i*) de um determinado tipo de classe (*j*).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos processos descritos anteriormente, gerou-se quatro mapas da cobertura da terra na área de estudo, em um período de 30 anos (Figura 2). Observando a figura 2 é possível verificar visualmente que a maior parte das florestas nativas se encontram na região leste da bacia hidrográfica.

Além disso, as coberturas da terra campo, agricultura e silvicultura aparecem com relevante intensidade durante os quatro períodos analisados. É importante visualizar também que a classe água é pouco alterada no decorrer dos anos, pois se estabelece como um impedimento físico que dificulta a modificação dessa cobertura.

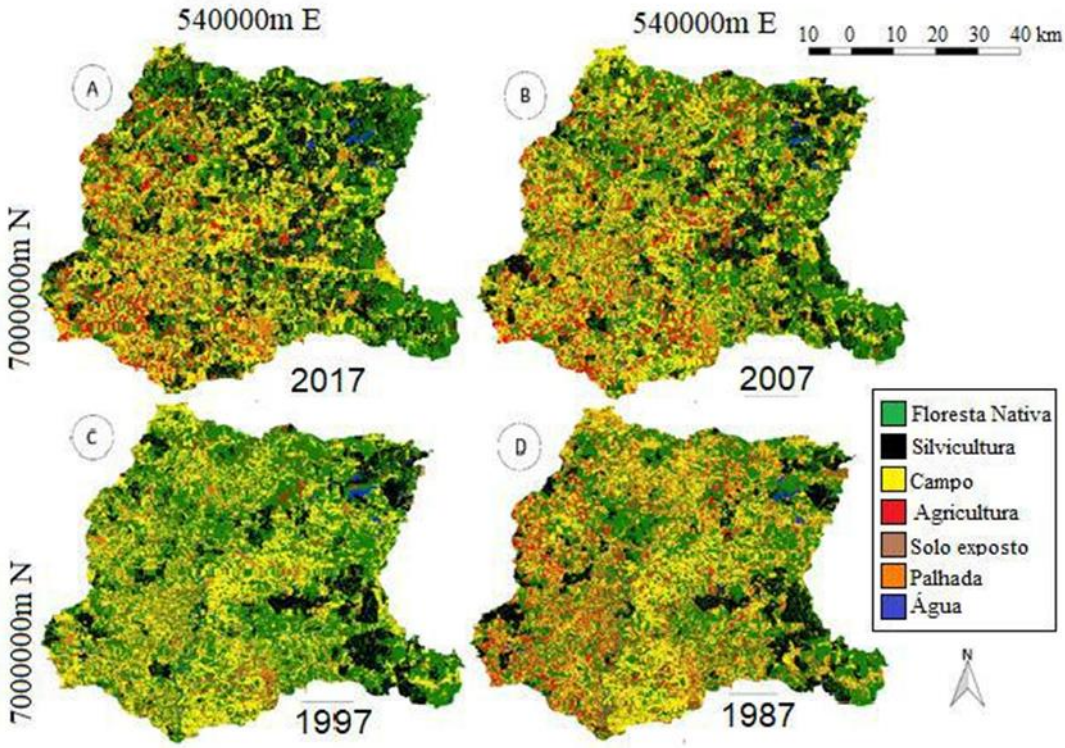


Figura 2. Mapas de cobertura da terra. (A) 2017; (B) 2007; (C) 1997 e (D) 1987.

A análise quantitativa permite avaliar a mudança em área ao longo dos 30 anos (Figura 3). Através das métricas LAND e PLAND, calculadas em valores absolutos (km²) e relativos (%), respectivamente, chegou-se a dados que demonstram as extensões territoriais que cada classe ocupa e como as mesmas estão distribuídas na paisagem.

A figura 3A representa a floresta nativa. Observa-se que durante o período de estudo houve diminuição da área dessa classe de 218 km², equivalente a 8% a menos em comparação ao primeiro período analisado (1987). Em 2017, restaram 1.492 km² de floresta nativa. É possível observar na figura 2, que a maior parte de floresta nativa se concentra nas regiões a leste da bacia hidrográfica, devido ao relevo dessas áreas ser declivoso estabelecendo condições desfavoráveis a expansão de atividades econômicas que, por consequência, levariam a substituição dessa cobertura da terra (ten CATEN et al., 2015). Diferentemente das regiões a oeste da bacia hidrográfica, onde a topografia é plana, favorável ao desenvolvimento da silvicultura, e principalmente, da agricultura.

Entretanto, é possível que o território restante de floresta nativa tenha sido fragmentado em áreas menores e menos conectadas entre si com o passar dos anos devido ao aumento de ações antrópicas.

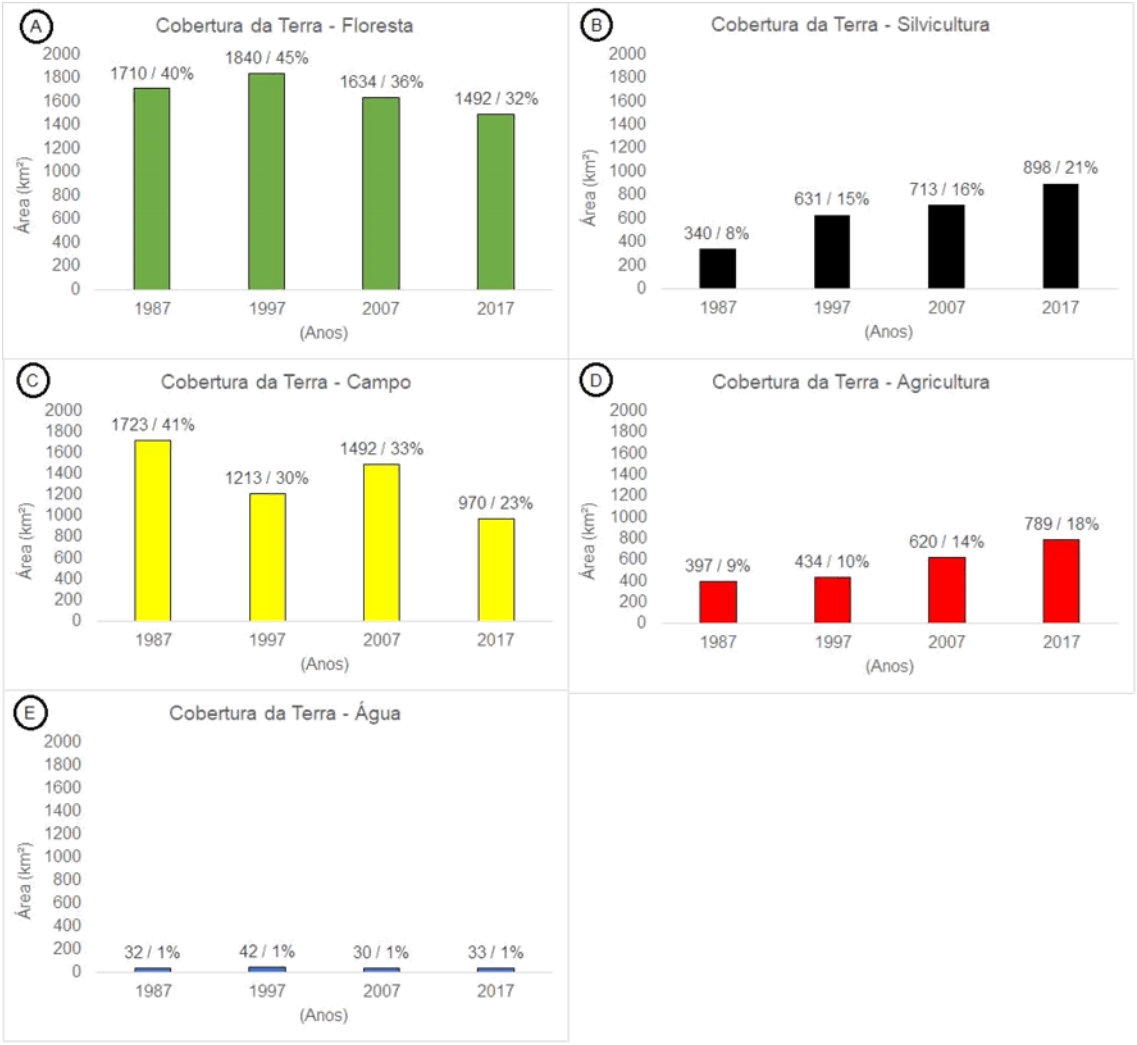


Figura 3. Dinâmica ao longo de 30 anos, em valores absolutos LAND (km²) e relativos ao total da área PLAND (%) da cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Marombas. (A) Floresta Nativa; (B) Silvicultura; (C) Campo; (D) Agricultura e (E) Água.

A classe silvicultura possui expressiva quantidade de território dentro da bacia do rio Marombas, se mostrando crescente desde o primeiro até o último período analisado (Figura 3B). Em 1987, essa cobertura ocupava 340 km², enquanto em 2017 eram 898 km² de silvicultura. Esse aumento pode ser explicado devido ao alto incentivo dos munícipios e empresas do ramo, a cultivar espécies perenes com o objetivo de gerar riquezas através da madeira.

O autor Raud (1999) enfatiza que as atividades silviculturais e manejo de florestas plantadas com ciclo de corte mais curto foram fundamentais para a industrialização do planalto catarinense, uma vez que essas substituem a exploração excessiva de florestas nativas, destaque para a exploração do Pinheiro-Brasileiro (*Araucaria angustifolia* (Bertol)) predominantemente os gêneros *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. O manejo de espécies exóticas foi intensificado ao longo dos anos, sendo o Fomento Florestal um dos principais motivos disto. Esse programa visa dar crédito financeiro a pequenos e médios produtores, de origem pública ou privada, incentivando os proprietários a ocuparem áreas que são impróprias para o desenvolvimento da agricultura (PÁDUA, 2006). Esses fatores influenciaram no

aumento do território ocupado por silvicultura na área de estudo entre o período analisado. Florestas plantadas foram muito utilizadas para o abastecimento de industrias de madeira serrada, pasta mecânica e celulose, tornando a região uma referência em produtos oriundos da madeira. Por exemplo, em 2001 o município de Ponte Alta do Norte produziu aproximadamente 751.000 m³ de madeira em tora para a produção de papel e celulose, aumentando a demanda de madeira, e consequentemente, a expansão das plantações para novas áreas (EPAGRI, 2003).

A classe campo engloba herbáceas, gramíneas e em alguns casos pequenos arbustos, geralmente havendo predomínio de vegetação rasteira, seja ela natural ou manejada para servir de abastecimento para a pecuária ou produção leiteira (Figura 3C). Por exemplo, o município de Curitibanos produziu cerca de 35,1 milhões de litros de leite em 2014, justificando as grandes extensões territoriais ainda ocupadas por campo (EPAGRI, 2016). Porém, como não há o impedimento físico de vegetações arbóreas densas, a substituição dessa cobertura se torna fácil a medida que os proprietários das terras desejam expandir as atividades agrícolas e silviculturais, provocando fortes modificações na paisagem. Em outras palavras, alguns territórios anteriormente ocupados por campo, passaram a ser agricultura ou silvicultura, e posteriormente, se tornaram campo outra vez. Isso explica o fato do espaço territorial dessa classe ter oscilado intensamente durante o período estudado, sendo que em 1987 havia 1.723 km² de campo, e em 2017 diminuiu para 970 km², equivalente a aproximadamente 46% de redução territorial.

A classe agricultura é o resultado da soma dos territórios de solo exposto, palhada e cultivo agrícola, sendo representada pelas principais culturas agrícolas desenvolvidas na área (Figura 3D). Observa-se que a maior parte das áreas com essa cobertura da terra se concentram na região a oeste da bacia hidrográfica. Nessa região se encontra o município de Campos Novos, conhecido popularmente como o “Celeiro Catarinense” por ter sua economia baseada na agricultura mecanizada e no agronegócio. Esse município é o maior produtor de grãos do Estado de Santa Catarina, com destaque para as culturas anuais, como a soja (69.630 ha), milho (21.870 ha), fumo (730 ha), feijão (14.480 ha) e cebola (67 ha) (ADR, 2016). Além disso, a bacia hidrográfica do rio Marombas abrange municípios que são grandes produtores de alho. O município de Curitibanos, por exemplo, teve cerca de 1.500 ha de plantações de alho em 2002, e no município de Frei Rogério foram cerca de 400 ha plantados (EPAGRI, 2003). Esses fatores contribuíram para o crescimento da agricultura em 100% entre os anos de 1987 com 397 km² e 2017 com 789 km².

4. CONCLUSÕES

Os resultados das métricas demonstraram que, apesar da redução, a floresta nativa ainda ocupa expressivo território em 2017 (32%). O campo (23%) e a silvicultura (21%) também estão entre as principais classes de cobertura da terra.

Houve fortes modificações da paisagem na área de estudo. Ocorreu redução de floresta nativa apontando para um processo de desmatamento, e expansão das áreas de agricultura e silvicultura entre 1987 e 2017. A ocupação pela classe campo oscilou expressivamente ao longo dos anos.

Uma avaliação detalhada da biodiversidade, da fragmentação dos habitats e da viabilidade de espécies com risco de extinção podem ser pesquisas que complementariam o estudo na área em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADR – Agências de Desenvolvimento Regional. **Perfil Socioeconômico ADR:** Campos Novos. Florianópolis: ADR, 2016. 61 p.

ALVARES, C. A. et al. Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil. **Meteorologische Zeitschrift**, Piracicaba, v. 22, p. 711 - 728, 2013.

ARAÚJO FILHO, M. C.; MENESES, P. R.; SANO, E. E. Sistema de Classificação de Uso E Cobertura Da Terra Com Base Na Análise De Imagens De Satélite. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 2, p.171 - 179, 2007.

BARROW, C. J. Changes in land use and land cover: A global perspective. **Land Degradation And Development**, Cambridge, v. 6, p. 201 - 202, 1995.

ten CATEN, A.; SAFANELLI, J. L.; RUIZ, L. F. C. Mapeamento multitemporal da cobertura de terra, por meio de árvore de decisão, na bacia hidrográfica do rio Marombas-SC. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, p. 1198 - 1209, 2015.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; **Caracterização regional**: Curitibanos. Florianópolis: Epagri, 2003. 33 p.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Síntese anual da Agricultura de Santa Catarina:** Ano internacional das Leguminosas. Florianópolis: Epagri, 2016. 191p.

GOMES, L. M.; REIS, R. B.; CRUZ, C. B. M. Análise da cobertura florestal da Mata Atlântica por município no Estado do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTE REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais eletrônicos...** Natal: INPE, 2009. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.00.28/doc/3849-3857.pdf?languagebutton=pt-BR>. Acesso em: 08 jul. 2018.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente:** Uma Perspectiva em Recursos Terrestres. São Paulo: Parêntese, 2011. v. 2. 601 p.

PÁDUA, C. T. J. **Análise socioeconômica do Programa de Fomento Florestal IEF/ASIFLOR em Minas Gerais**. 2006. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RAUD, C. **Indústria, território e meio ambiente no Brasil**: perspectivas da industrialização descentralizada a partir da análise da experiência catarinense. Florianópolis - SC: Editora da UFSC, 1999. 276p.

SANTOS, J. F. C. et al. Fragmentação florestal na Mata Atlântica: o caso do município de Paraíba do Sul, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 3, p. 151 - 158, 2017.

SEABRA, V. S.; CRUZ, C. M. Mapeamento da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do rio São João, RJ. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 2, p. 411 - 426, 2013.

SPINOLA, D. N. **Generalização Cartográfica em SIG Aplicada a um Mapa De Uso e Cobertura do Solo em Formato Vetorial e Matricial.** 100 f. Monografia (Especialização) - Curso de Geografia, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

Atividade Alelopática do Óleo Essencial de *Nectandra grandiflora* Nees & Mart. ex Nees

Allelopathic Activity of Essential Oil in *Nectandra grandiflora* Nees & Mart. ex Nees

Nadia Helena Bianchini[1]
Carlos Garrido Pinheiro[2]
Bibiana Fontana Batista[3]
Alana Silveira Pavlack[4]
Bruno Silva de Oliveira[5]
Berta Maria Heinzmann[6]

[1] Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Av. Roraima, n° 1000, Santa Maria - RS. nhbianchini@gmail.com

[2] Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Av. Roraima, n° 1000, Santa Maria - RS. pinheiro.gcarlos@gmail.com

[3] Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Av. Roraima, n° 1000, Santa Maria - RS. bibianafbat@gmail.com

[4] Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Av. Roraima, n° 1000, Santa Maria - RS. alanapavlack@hotmail.com

[5] Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Av. Roraima, n° 1000, Santa Maria - RS. bruno.s.o.blink@gmail.com

[6] Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Av. Roraima, n° 1000, Santa Maria - RS. berta.heinzmann@gmail.com

Resumo: Este estudo avaliou a atividade alelopática do óleo essencial (OE) de folhas de *Nectandra grandiflora* Nees & Mart. ex Nees frente às espécies bioindicadoras *Sorghum bicolor* (L.) Moench. (monocotiledônea) e *Lactuca sativa* L. (dicotiledônea). O OE foi obtido por hidrodestilação por 3 horas. Após determinação de seu rendimento (% m/m) e densidade, o OE foi analisado por cromatografia gasosa. O potencial fitotóxico do OE foi avaliado nas concentrações 2,5, 5,0 e 7,5%. Inicialmente o OE foi diluído em etanol, Tween 20 e água destilada. As sementes foram imersas nas soluções por 2 minutos e distribuídas em placas de Petri, com quatro repetições de 25 sementes cada. Posteriormente, foram incubadas em câmara BOD (25°C ±1), com fotoperíodo escuro/claro (12h/12h). Ao sétimo dia, foram avaliadas as variáveis germinação (%), comprimentos de raízes (cm) e de partes aéreas (cm). O OE apresentou rendimento de 0,4302 ± 0,026% e densidade de 0,9116 ± 0,008 g mL^{-1}. Seus constituintes majoritários foram (+)-deidrofuquinona, biciclogermacreno e kaureno. O OE a 7,5% afetou negativamente o crescimento das sementes de *L. sativa* para todas as variáveis avaliadas, exceto para a germinação. Já para as sementes de *S. bicolor*, o OE a 5% afetou negativamente todos os parâmetros avaliados.
Palavras-chave: alelopatia, produtos florestais não madeireiros, sorgo, alface.

Abstract: This study evaluated the allelopathic activity of *Nectandra grandiflora* Nees & Mart. ex Nees leaves essential oil (EO) against the bioindicator species *Sorghum bicolor* (L.) Moench. (monocotyledon) e *Lactuca sativa* L. (dicotyledon). EO was obtained by hydrodistillation for 3 hours. After determination of its yield (% m / m) and density, the OE was analyzed by gas chromatography. Its phytotoxic potential was evaluated at the concentrations 2.5, 5.0 and 7.5%. Initially OE was diluted in Tween 20, ethanol and distilled water. The seeds were immersed in the solutions for 2 minutes, after

being distributed in Petri dishes, with four replicates of 25 seeds each. Later they were incubated in a BOD chamber (25 °C ± 1), dark/light photoperiod (12h/12h). On the seventh day, germination (%), lengths of roots and aerial parts were evaluated. Extraction yield was 0,4302 ± 0,026% and the density was 0,9116 ± 0,008 g mL^{-1}. The major constituents in the EO was (+)-dehydrofukinone, bicyclogermacrene and kaurene. EO at 7.5% negatively affected the growth of *L. sativa* seeds for all variables evaluated, except for germination. However, for *S. bicolor* seeds, EO at 5.0% negatively affected all parameters evaluated.
Key words: allelopathy, non-timber forest products, sorghum, lettuce.

1. Introdução

Os produtos florestais não madeireiros obtidos a partir de espécies arbóreas e herbáceas, a exemplo dos extrativos vegetais, podem ser utilizados em diversas áreas, como na obtenção de repelentes de insetos, fabricação de produtos de limpeza, indústria farmacêutica, de perfumaria e cosméticos, na alimentação, entre outros setores. Neste contexto, as plantas são fontes ricas de constituintes provenientes do metabolismo secundário e podem ter seus potenciais avaliados em diversas linhas de pesquisa. Em relação à produção de metabólitos secundários, esta varia tanto em quantidade quanto em qualidade, dependendo de fatores como espécie, período de produção, aspectos genéticos, ciclo vegetativo, além de eventos sofridos por cada planta, como as intempéries do meio onde habitam (TAIZ e ZEIGER, 2004; FERREIRA e AQUILA, 2000).

De modo geral, estes constituintes não atuam diretamente nos processos vitais das plantas, como fotossíntese, assimilação dos nutrientes, transporte de solutos, entre outros. Entretanto, essas substâncias influenciam funções ecológicas importantes, como nos mecanismos de defesa e na proteção contra infecções patogênicas, além de agir como atrativos para animais e insetos dispersores de sementes e auxiliar na competição natural entre plantas. Adicionalmente, as espécies vegetais são utilizadas na medicina popular há muito tempo, além de serem comprovadamente eficazes no combate aos radicais livres. Outra aplicabilidade muito importante é o seu uso em atividades agrícolas, sendo uma alternativa viável à ação inseticida e fungicida, prevenindo patologias pré e pós-colheita, além de atuar na proteção de grãos armazenados (PINHEIRO, 2014; SOUZA FILHO, 2009; ISMAN e MACHIAL, 2006).

Dentre os extrativos vegetais existentes, destacam-se os óleos essenciais (OEs), que são misturas de substâncias orgânicas voláteis constituídas, na maioria das vezes, de componentes oxigenados e hidrocarbonetos, sendo que sua composição química varia entre as espécies de plantas (PRABUSEENIVASAN et al., 2006; SIQUEIRA et al., 2007; NERIO et al., 2010). Em algumas famílias vegetais, os OEs são produzidos e secretados por tricomas glandulares, que são estruturas secretoras especializadas difundidas na superfície dos órgãos das plantas, principalmente em flores e folhas (IRITI et al., 2006).

Nectandra grandiflora Nees & Mart. ex Nees é uma espécie produtora de OE que pertence à família Lauraceae. Conhecida popularmente como canela-amarela, canela-fedida e canela-cheirosa, é uma planta heliófila e secundária, sendo uma das espécies de melhor regeneração dentro da floresta (PIZATTO, 1999; LORENZI, 2002). É considerada uma planta endêmica do Brasil e é encontrada predominantemente nos biomas Mata Atlântica e Cerrado, entre os estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul (QUINET et al., 2010). Na medicina popular, *N. grandiflora* é utilizada por apresentar efeitos antirreumáticos, diuréticos e digestivos (CORRÊA, 1984). Adicionalmente, já foi relatado na literatura as atividades antimicrobiana

(CUNICO et al., 2010), antifúngica (SILVA et al., 2016) e antioxidante (RIBEIRO; SILVA; BOLZANI, 2002) para este extrativo.

A alelopatia é caracterizada como a influência tanto benéfica quanto prejudicial que uma planta exerce sobre outra, sendo que este efeito ocorre por meio da produção de biomoléculas chamadas aleloquímicos (TAIZ e ZEIGER, 2004). Estas substâncias podem ser lançadas ao ambiente por meio liquido ou gasoso, atingindo outras plantas, por diversas formas e razões (RIZVI et al., 1992). Estes aleloquímicos vêm sendo utilizados como alternativa a defensivos agrícolas tradicionais (SOUZA e PERETIATKO, 2014).

Existem diversos casos registrados onde efeitos fitotóxicos influenciam a rotação de culturas até mesmo de espécies exóticas. Desta maneira, tanto na agricultura quanto na silvicultura e horticultura, os efeitos alelopáticos podem se manifestar na germinação de sementes e no crescimento inicial de plântulas, podendo ter grande influência sobre a instalação e o manejo de cultivo em novas áreas (FERREIRA e AQUILA, 2000). Com base no exposto e considerando as atividades biológicas já relatadas para o OE de *N. grandiflora*, o presente trabalho objetiva avaliar a atividade alelopática do OE de folhas de *N. grandiflora* frente a sementes das espécies bioindicadoras *Sorghum bicolor* (L.) Moench. e *Lactuca sativa* L.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Obtenção do óleo essencial e análise da composição química

O material vegetal utilizado para a obtenção do OE foi coletado nos meses de janeiro e novembro de 2016, na área rural de Fontana Freda, no município de Jaguari-RS. Folhas frescas de *N. grandiflora* foram fracionadas submetidas à hidrodestilação por 3 horas, com o auxílio de um aparelho Clevenger modificado (BRASIL, 2010), em triplicata. Em seguida, calculou-se o rendimento de extração (% m/m) e a densidade (D= m/v) do extrativo. O OE foi armazenado à -4 °C até a realização da análise da composição química e dos ensaios biológicos. A análise da composição química foi realizada por cromatografia gasosa, em um Cromatógrafo gasoso AGILENT 7890A acoplado a um espectrômetro de massas AGILENT 5975C. Já a quantificação dos constituintes do OE foi realizada através de cromatografia gasosa com detecção por ionização em chama (CG/DIC), em um equipamento AGILENT 7890A.

2.2 Avaliação da atividade alelopática do óleo essencial

Os testes alelopáticos com o OE de *N. grandiflora* foram realizados frente às espécies bioindicadoras *L. sativa* (dicotiledônea) e *S. bicolor* (monocotiledônea), ambas obtidas por meio de lotes comerciais. Para isso, o OE obtido a partir de folhas frescas de *N. grandiflora* foi avaliado nas concentrações de 2,5; 5,0 e 7,5%. Para a preparação de cada solução, foram adicionados 0,1% de Tween 20 e 0,9% de etanol ao OE, conforme método adaptado de Pinheiro et al. (2017). Após, acrescentou-se um volume de água destilada suficiente para obtenção de cada concentração. Também foi considerado um tratamento controle contendo apenas água destilada (CA) e um controle negativo (CN), caracterizado pela presença dos diluentes. Para cada tratamento foram consideradas quatro repetições, com 25 sementes das espécies bioindicadoras cada.

As sementes de ambas as espécies bioindicadoras foram imersas nas soluções contendo as diferentes concentrações do OE de *N. grandiflora*, por 2 minutos. Em seguida, foram distribuídas sobre papel filtro umedecido com 2 mL de água destilada e acondicionadas em placas de Petri (9 cm de diâmetro). As sementes tratadas foram transferidas para câmara de germinação BOD a 25°C (±1) com fotoperíodo programado em escuro/ claro (12h/12h). Ao fim do período de sete dias de incubação, foram consideradas germinadas as sementes com emissões de epicótilos maiores que 2 mm. Como parâmetros de avaliação, determinou-se as variáveis germinação, comprimento de parte aérea (cm) e comprimento de raízes (cm). Os resultados foram submetidos ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis com o auxílio do *software* Action Stat.

3. Resultados e Discussão

O OE obtido a partir das folhas frescas de *N. grandiflora* apresentou um rendimento de extração de 0,4302 ± 0,026 % e densidade de 0,9116 ± 0,008 g mL^{-1}. A análise da composição química possibilitou a identificação de 25 compostos, perfazendo 80,74 % da composição total. Os constituintes majoritários presentes no extrativo foram (+)-deidrofuquinona (31,60%), biciclogermacreno (9,10%), kaureno (6,87 %), selin-11-en-4-α-ol (6,12%), rimueno (5,48%) e eremophilan-11-en-10-ol (4,46%).

Em relação à atividade alelopática, para a espécie *L. sativa* (Figura 1), todos os tratamentos com OE afetaram significativamente o crescimento da parte aérea, diferindo de ambos os controles. Já para o sistema radicular, destacam-se os resultados encontrados na maior concentração avaliada (7,5%), que apresentou valores significativamente inferiores aos controles. O mesmo pode ser observado para a variável plântula total.

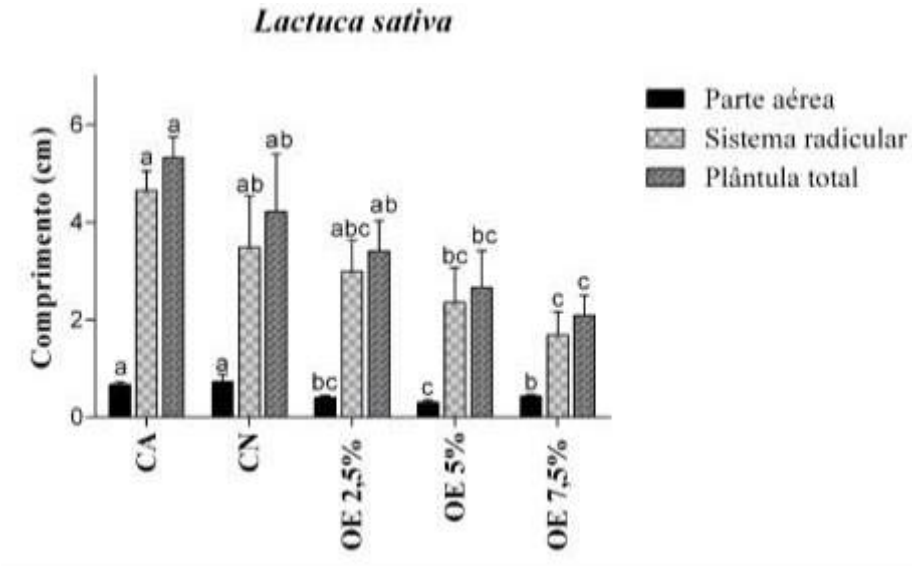


Figura 1. Efeito alelopático do óleo essencial de *Nectandra grandiflora* Nees & Mart. ex Nees frente a espécie dicotiledônea *Lactuca sativa.* CA = controle de água; CN = controle negativo; OE = óleo essencial. Médias seguidas por diferentes letras minúsculas indicam diferenças estatísticas (P<0,05)

Em relação a espécie *S. bicolor* (Figura 2), o crescimento da parte aérea foi significativamente inferior aos controles nos tratamentos com 5% e 7,5% de OE. Já para a variável sistema radicular, todos os tratamentos com OE diferiram significativamente do controle negativo. O mesmo pode ser observado para o crescimento da plântula total, onde este parâmetro foi significativamente inferior a ambos os controles nas duas maiores concentrações avaliadas (5,0 e 7,5%).

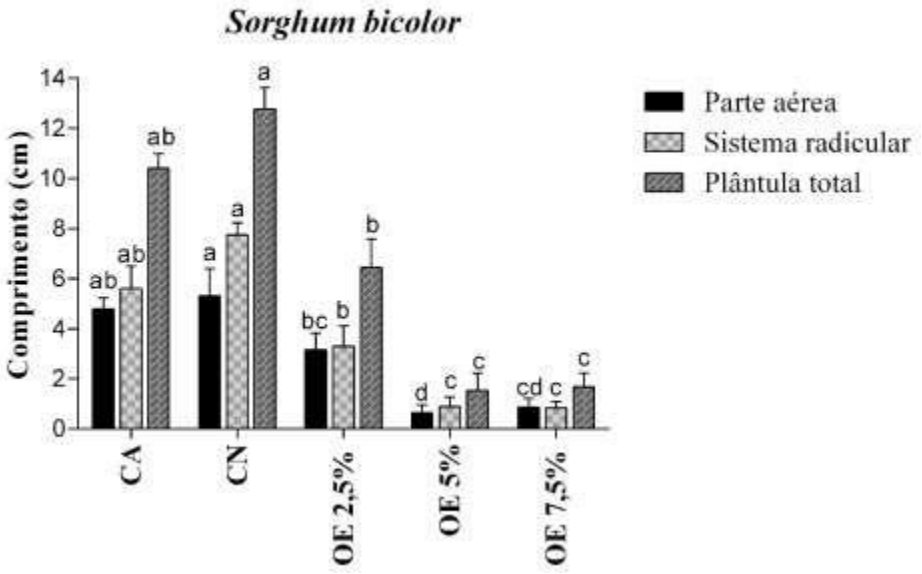


Figura 2. Efeito alelopático do óleo essencial de *Nectandra grandiflora* Nees & Mart. ex Nees frente a espécie monocotiledônea *Sorghum bicolor.* CA = controle de água; CN = controle negativo; OE = óleo essencial. Médias seguidas por diferentes letras minúsculas indicam diferenças estatísticas (P<0,05).

Dentre os parâmetros para avaliação da atividade alelopática, o comprimento da parte aérea e do sistema radicular são os mais utilizados. Por essa razão, optou-se por avaliar o efeito alelopático do OE de *N. grandiflora* pelos critérios germinação, comprimento de parte aérea e de raízes. Segundo Ferreira e Aquila (2000), os aleloquímicos afetam de forma mais direta o crescimento das plântulas, comprometendo principalmente a normalidade das raízes. Entretanto, os resultados encontrados neste estudo evidenciam que tanto o sistema radicular quanto a parte aérea foram afetados pelo extrativo.

Com relação a porcentagem de sementes germinadas (Figura 3), não houve diferença significativa entre os tratamentos para a espécie dicotiledônea *L. sativa*. Entretanto, para a espécie *S. bicolor,* os tratamentos com as maiores concentrações de OE (5,0% e 7,5%) apresentaram valores significativamente inferiores a ambos os controles.

Chowhan et al. (2011) realizaram um estudo sobre a atividade alelopática do composto β-pineno, constituinte que aparece com frequência em OEs, mas avaliado pelos autores na forma isolada frente a sementes de arroz. Os resultados indicaram que o monoterpeno teve maior efeito no crescimento de raízes em relação à parte aérea, mas não afetou diretamente a germinação das sementes monocotiledôneas. Apesar de não serem os componentes majoritários do extrativo avaliado, os monoterpenos presentes no OE de *N. grandiflora* podem ter colaborado para a atividade fitotóxica frente às espécies bioindicadoras avaliadas.

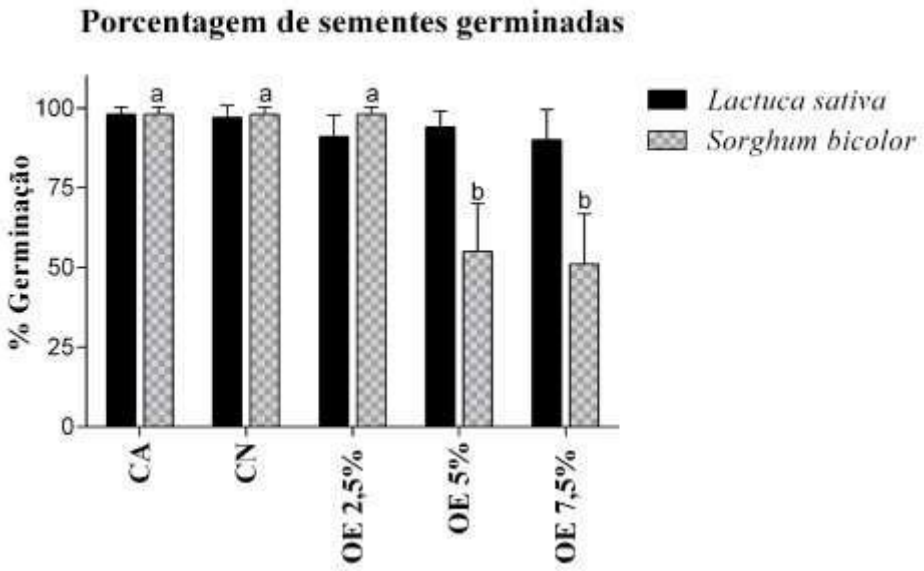


Figura 3. Porcentagem de germinação das sementes bioindicadoras tratadas com o óleo essencial de folhas de *Nectandra grandiflora* Nees & Mart. ex Nees. CA = controle de água; CN = controle negativo; OE = óleo essencial. Médias seguidas por diferentes letras minúsculas indicam diferenças estatísticas (P <0,05).

Adicionalmente, Chowhan et al. (2011) relaram que os efeitos alelopáticos podem estar ligados a estresses gerados nas plantas, influenciando também a fotossíntese, uma vez que a exposição ao β-pineno reduziu o teor de clorofila das plântulas monocotiledôneas.

As ervas daninhas são causadoras de danos em plantios comerciais. Atualmente, é corriqueiro o uso intensivo de produtos sintéticos para atuar no seu controle. Entretanto, o uso destes produtos pode ocasionar um problema futuro, uma vez que possuem um alto poder destrutivo e residual para o meio ambiente (MORAIS, 2009). Este autor corrobora afirmando que os herbicidas comerciais, na maioria das vezes, possuem apenas uma substância ativa. Desta forma, após aplicação recorrente sobre as ervas daninhas, estas podem vir a adquirir resistência.

Com base no exposto, os pesticidas botânicos com base em OEs geralmente são menos tóxicos aos seres humanos e ao ambiente, além de apresentam baixo efeito residual. Adicionalmente, os extrativos possuem diversos constituintes que interagem entre si e que podem ser responsáveis por suas bioatividades, o que dificulta a resistência adquirida pelas pragas (EL-WAKEIL, 2013).

4. Conclusões

Para a variável germinação, a espécie bioindicadora *S. bicolor* apresentou maior susceptibilidade ao extrativo avaliado. Adicionalmente, para esta mesma espécie, o tratamento com 5% de OE reduziu significativamente o crescimento da parte aérea e do sistema radicular, evidenciando sua vulnerabilidade ao extrativo. O efeito alelopático do OE foi detectado em ambas as espécies testadas sobre diferentes parâmetros, como o comprimento de partes aéreas e raízes. Sugere-se que mais estudos sejam realizados com o intuito de testar concentrações mais baixas para detectar um possível efeito antifúngico e inseticida, aplicável sobre sementes.

Agradecimentos

CAPES, FAPERGS, CNPq.

Referências Bibliográficas

BRASIL. **Farmacopéia Brasileira**. 5 ed. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária: ANVISA, 2010.

CHOWHAN, N. C. et al. Phytotoxic effects of b-pinene on early growth and associated biochemical changes in rice. **Acta Physiol Plant**, v. 33, p.2369–2376, 2011.

CORRÊA, M. P. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984. 646 p.**

CUNICO, M. M. et al. Estudo preliminar antibacteriano e fitoquímico do óleo essencial foliar de *Nectandra grandiflora* Nees. (canela-amarela). In. INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2010, Curitiba. **Anais do…** Curitiba, Brasil: UFPR, 2010. 1 CD-ROM.

EL-WAKEIL, N. Botanical pesticides and their mode of action. **Gesunde Pflanzen**, v. 65, p. 125-149, 2013.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal,** v. 12, p.175-204, 2000.

IRITI, M. et al. Histo-cytochemistry and scanning electron microscopy of *Lavender glandular* trichomes following conventional and microwave-assisted hydrodistillation of essential oils: A comparative study. **Flavour Fragr. J.** v. 21, p. 704–712, 2006.

ISMAN, M. B.; MACHIAL, C. M. Pesticides based on plant essential oils: from traditional practice to commercialization. **Naturally Occuring Bioactive Compounds,** v. 3, p. 29-44, 2006.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Ltd., São Paulo, Brasil, 2002.

MORAIS, L. A. S. Óleos essenciais no controle fitossanitário. In: BETTIOL, W. & MORANDI, M. A. B. (Eds.) **Biocontrole de doenças de plantas:** uso e perspectivas. Jaguariúna, SP, Brasil, 2009. Cap. 9, p. 139-152.

NERIO, L. S.; OLIVERO-VERBEL, J.; STASHENKO, E. Repellent activity of essential oils: a review. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 372-378, 2010.

PINHEIRO, C. G. **Óleo essencial de *Hesperozygis ringens* (BENTH.) Epling: variabilidade do rendimento, composição química e atividades biológicas.** 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

PINHEIRO, C. G. et al. Essential oil of the Brazilian native species *Hesperozygis ringens*: a potential alternative to control weeds. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**. v. 20, p. 701-711, 2017.

PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma floresta Ombrófila Mista de São João do Triunfo-PR: 1995 a 1998.** 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

PRABUSEENIVASAN, S.; JAYAKUMAR, M.; IGNACIMUTHU, S. *In vitro* antibacterial activity of some plant essential oils. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, p. 6-39, 2006.

QUINET, A. Sinopse taxonômica da família Lauraceae no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 19, n. 3, p. 563-572, 2005.

RIBEIRO, A. B.; SILVA, D. H. S.; BOLZANI, V. D. S. Antioxidant flavonol glycosides from *Nectandra grandiflora* (Lauraceae). **Eclética Química**, Araraquara, v. 27, p. 35- 44, 2002.

RIZVI, S. J. H. et al. A discipline called allelopathy. In: RIZVI, S. J. H.; RIZVI, H. (Eds.) **Allelopathy:** Basic and applied aspects. London, Chapma.n & Hall, p.1-10, 1992.

SILVA, D. T. et al. Chemical composition and inhibitory effects of *Nectandra grandiflora* leaves essential oil against wood decay fungi. **Drewno**, v.59, n. 197, 2016.

SIQUEIRA, A. A. et al. Avaliação da atividade antibacteriana do óleo essencial de *Eucalyptus globulus:* uma alternativa aos antibióticos convencionais. **Scientia: Rev. Cent. Univ. Vila Velha**. v. 8, p.199-214.

SOUZA FILHO, A. P. S. et al. Atividade potencialmente alelopática do óleo essencial de *Ocimum americanum*. **Plantas Daninhas**, v. 27, p. 499-505, 2009.

SOUZA, M. R. P.; PERETIATKO, C. D. S. **Avaliação química de óleo essencial e alelopática de extrato hidroalcoólico de *Artemisia vulgaris* L.**. 71 f. Trabalho de conclusão de curso – Graduação em Química (Bacharel), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. São Paulo: Artmed, p. 309-319, 2004.

Efeitos dos níveis de luminosidade no desenvolvimento inicial de mudas de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin.

Effects of luminosity levels on initial seedlings development *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin.

Jessica Tainá Guczak[1]
Lauri Amândio Schorn[1]
Samara Welter Duarte[1]

[1]Universidade Regional de Blumenau – FURB. Rua São Paulo, nº 3250 - Itoupava Seca, Blumenau/SC, CEP: 89.030-080.
jessica.engflorestal@gmail.com; lauri.schorn@gmail.com; swduarte0@gmail.com.

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes intensidades luminosas no crescimento inicial de *Miconia cinnamomifolia*. O experimento foi executado no Horto Florestal da FURB Campus V, entre fevereiro à maio de 2018. Os tratamentos foram submetidos a quatro níveis de luz: 100% (T1), 74% (T2), 45% (T3) e 25% (T4) e cada tratamento era formado por 40 mudas, divididas em quatro unidades amostrais com 10 mudas cada. O tratamento com 100% de luminosidade não continha cobertura e os demais eram cobertos por sombrite em diferentes quantidades de camadas. Os parâmetros analisados foram: diâmetro do colo (DC), altura (H), massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD), Clorofila *a*, *b* e total. Para os parâmetros morfológicos exceto a altura, os melhores resultados observados foram no tratamento com 74% de luminosidade. Já no caso da altura e dos parâmetros fisiológicos que são Clorofila *a*, *b* e total os melhores resultados foram obtidos no tratamento com 25% de luminosidade. Conclui-se que *Miconia cinnamomifolia* teve melhor desempenho quando cultivada a 74% de luminosidade, e este nível de luz é o mais adequado para produção de mudas em viveiro.
Palavras-chave: mudas, luz, parâmetros, tratamentos.

Abstract: The objective of this work was to evaluate the effects of different light intensities on the initial *Miconia cinnamomifolia*. The experiment was carried out at FURB Campus V, between February and May 2018. The treatments were submitted to four levels of light: : 100% (T1), 74% (T2), 45% (T3) e 25% (T4) and each treatment consisted of 40 seedlings, divided into four sample units with 10 seedlings each. The treatment with 100% luminosity did not contain coverage and the others were covered by sombrite in different amounts of layers. The parameters analyzed were: diameter of the colon (DC), height (H), aerial dry mass (MSA), root dry mass (MSR), total dry mass (MST), Dickson quality index (IQD), Chlorophyll *a*, *b* and total. For the morphological parameters except for height, the best results observed were in the treatment with 74% of luminosity. Already in the case of the height and the physiological parameters that are Chlorophyll *a*, *b* and total the best results were obtained in the treatment with 25% of luminosity. It is concluded that the species *Miconia cinnamomifolia* had a better performance when cultivated at 74% of luminosity, and this light level is the most adequate for seedling production in nursery.
Key words: seedlings, light, parameters, treatments.

1. INTRODUÇÃO

Há uma grande variabilidade de espécies florestais nativas que compõe à Floresta Ombrófila Densa, dentre estas, muitas com potencial madeireiro. Hoje sabemos que a madeira é uma das matérias-primas mais utilizadas em todo planeta, e o desenvolvimento de pesquisas com novas espécies para utilização da madeira é um ponto muito importante.

Roweder et al. (2015, p. 92) mencionam que a duração e a intensidade da radiação solar exercem papel fundamental nas diferentes fases do desenvolvimento das plantas, atuando de maneira acentuada na germinação, crescimento e na forma da planta. Alencar e Araujo (1980, p. 441) afirmam que a luz é, de fato, o fator fundamental no crescimento de árvores em zona tropical, principalmente quando se deseja realizar uma silvicultura com espécies mistas e sob sombra.

Segundo Carvalho (2003), *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin é uma árvore perenifólia da família Melastomataceae com altura máxima de 25 metros e até 120 cm de DAP (diâmetro à 1,3 m do solo). O tronco é reto e levemente cônico e a copa é arredondada com folhagem verde-clara. A forma de crescimento determina a espécie como secundária inicial. Ocorre naturalmente da Bahia à Santa Catarina, e é encontrada na Floresta Ombrófila Densa, Florestal Estacional Semidecidual em Minas Gerais e restinga. A madeira é moderadamente densa, com alburno de coloração bege, levemente rosado e o cerne tem aparência esbranquiçado, bege-sujo ou levemente rosado. Apresenta boa durabilidade natural, contudo não é resistente à umidade e ao ataque de cupins. A densidade da madeira varia de 0,70 a 0,76 g.cm-3 a 12% de umidade, com massa específica básica de 0,58 g.cm-3.

O experimento foi realizado na fase inicial do desenvolvimento das mudas para observar o grau de tolerância à sombra e quanto à mesma pode interferir no crescimento da espécie. Além de que, o objetivo é fornecer conhecimento em relação à luminosidade da espécie selecionada para fins de reflorestamento com a mesma.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O experimento sobre a avaliação do crescimento sobre diferentes níveis de luz, foi implantado no Campus V da Universidade Regional de Blumenau/FURB, localizado à Rua Samuel Morse, nº 768, Bairro Fortaleza Alta, Município de Blumenau/SC. Blumenau é uma cidade localizada ao norte de Santa Catarina, com latitude 26º 55' 10" Sul e longitude 49º 03' 58" Oeste, e cerca de 148 km da capital Florianópolis. A temperatura média anual é 20,1ºC e pluviosidade anual média varia entre 1500 a 1600 mm.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso. Estabeleceu-se quatros tratamentos em relação a luminosidade para avaliar o crescimento das mudas. O Tratamento 01 (T1) continha 0% de sombreamento, e ficaram 100% expostas em pleno sol. Para o Tratamento 02 (T2), a porcentagem de luz disponível foi de 74%, o que corresponde a uma camada de sombrite. O Tratamento 03 (T3) era composto por duas camadas de sombrite, equivalendo à 45% de luminosidade para as plantas. No caso do Tratamento 04 (T4), a porcentagem de luz solar foi de 25% que significa três camadas de sombrite sobre o tratamento.

Cada tratamento foi constituído por 40 mudas, onde estas mudas foram divididas em 4 unidades amostrais, contendo 10 mudas em cada. As unidades amostrais representam as repetições e foram denominadas como T1A, T1B, T1C e T1D; T2A, T2B, T2C e T2D; T3A, T3B, T3C e T3D; T4A, T4B, T4C e T4D. No total, analisou-se 160 mudas de Jacatirão-açú no experimento. Durante o experimento, quatro medições mensais foram efetuadas do diâmetro de colo e altura da planta utilizando um paquímetro digital e régua graduada.

O teor de clorofila foi determinado através do equipamento Clorofilog, e apresentou valores da clorofila *a* e clorofila *b*. Somando os dois tipos de clorofila,

obteve-se a clorofila total. Após o a realização do experimento, foram coletados dados da massa úmida aérea, radicular e total de todas as mudas e de forma individual. As mudas foram divididas em parte aérea e radicular e pesadas em uma balança de precisão. Logo após, as mudas foram acondicionadas em sacos de papel, identificadas e encaminhadas para secagem em estufa com o objetivo de atingir a massa seca constante.

O índice de qualidade de Dickson foi calculado para todas as mudas do experimento, a partir da seguinte equação (DICKSON et al., 1960):

$$IQD = \frac{MST\ (g)}{\left(\frac{ALT\ (cm)}{DIAM\ (mm)}\right)+\left(\frac{MSPA\ (g)}{MSR\ (g)}\right)} \qquad \text{(Eq. 01)}$$

Onde: IQD = Índice de Qualidade de Dickson;
MST = Massa Seca Total (g);
ALT = Altura Parte Aérea (cm);
DIAM = Diâmetro do Colo (mm);
MSPA = Massa Seca Parte Área (g);
MSR = Massa Seca Radicular (g).

Os dados das variáveis altura, diâmetro do colo, massa seca aérea, massa seca radicular, massa seca total, teor de clorofila *a*, teor de clorofila *b*, teor de clorofila total, e índice de qualidade de Dickson foram submetidos a análises de variância para delineamento inteiramente ao acaso com repetições por meio da função ANOVA. Para verificar se houve diferença entre os tratamentos, foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro através do software PAST 3®.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mudas de *Miconia cinnamomifolia* submetidas aos tratamentos com diferentes níveis de sombreamento na maioria das vezes apresentaram diferenças em relação ao crescimento para maioria das variáveis analisadas. Na Tabela 1 são apresentados as médias dos tratamentos para cada variável, bem como a análise de variância.

Tabela 1. Médias finais das variáveis diâmetro do colo (DC), altura (H), massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD), clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total das mudas de *Miconia cinnamomifolia* por tratamento.

Tratamento	DC (mm)	H (cm)	MSA (g)	MSR (g)	MST (g)	IQD	Clorofila *a*	Clorofila *b*	Clorofila total
T1	3,65 b	17,16b	1,40 b	1,51 b	2,91 b	0,52 b	19,68 b	4,00 b	23,67 c
T2	4,41 a	23,66 a	2,25 a	2,10 a	4,33 a	0,67 a	21,00 ab	4,26 b	25,26 bc
T3	4,09 ab	24,21 a	2,00 ab	1,46 b	3,45 ab	0,48 ab	25,33 a	5,61 b	30,94 b
T4	3,79 b	26,51 a	1,93 ab	1,16 b	3,09 b	0,37 b	29,85 a	8,20 a	38,02 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: o autor.

Para o parâmetro diâmetro do colo (DC), o tratamento T2 (74% de luz) e T3 (45% de luz) não apresentaram diferenças entre si, porém T2 tem diferença significativa em relação aos tratamentos T4 (25% de luz) e T1 (100% de luz) (Tabela

1). Já os tratamentos T3, T4 e T1 também não apresentam diferenças significativas entre si. Esses resultados demonstram que as maiores médias em relação ao crescimento em diâmetro ficaram entre 74% e 45% de luminosidade, ou seja, entre 25% à 55% de sombreamento.

Resultado semelhante foi observado por De Melo e Cunha (2009), onde indivíduos de Mulungu apresentaram os melhores resultados de médias para o DC quando submetido a níveis de 20% a 60% de sombreamento. Engel (1989) afirma que muitos autores relacionam maiores valores em diâmetros com maior intensidade de luz.

Segundo Marana et al. (2015) indivíduos com maiores valores de diâmetro de colo indicam melhores taxas de sobrevivência no campo. No presente estudo, mesmo sendo espécie com comportamento pioneiro, *M. cinnamomifolia* mostrou melhor desempenho no desenvolvimento em diâmetro em nível de luminosidade inferior a 100%.

Em relação a altura (H), o tratamento T1 foi o único que mostrou diferenças significativas entre os demais (T2, T3 e T4) (Tabela 1). Já os tratamentos T2, T3, T4 não apresentaram diferenças significativas entre si. As maiores médias constatadas foram para o tratamento T4 (26,51), seguido por T3 (24,21) e T2 (23,66). Desta forma, o tratamento T1 (17,16) teve a menor média, apresentando o menor incremento em altura entre os tratamentos.

É perceptível que a exposição das mudas em pleno sol influenciou negativamente no crescimento em altura das mesmas e que a limitação da luminosidade estimulou o crescimento em altura. Esse é um comportamento esperado para espécies de caráter pioneiro e, portanto, exigentes em luz que estimulam o crescimento e a expansão foliar como mecanismo de compensação à menor luminosidade.

Os autores Da Silva e Silva et al. (2007) estudaram o efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber, e perceberam que as plantas dispostas a 70% de sombreamento tiveram as maiores médias de altura, seguidas por plantas mantidas sob 50% de sombreamento, pleno sol e por último sob sombreamento natural. Resultado este muito parecido com os resultados encontrados no presente estudo e descritos acima.

No caso da Massa Seca Aérea (MSA) que se refere ao peso seco encontrado para caules e folhas, o tratamento T2 apresentou os melhores valores, obtendo a maior média (2,25), seguido do T3 (2,00). T1 não apresentou diferença significativa com os tratamentos T3 e T4. O tratamento T2 também não apresentou diferenças quando comparado aos tratamentos T3 e T4. No entanto, os tratamentos T1 e T2 mostraram diferenças entre si (Tabela 1). Portanto, as melhores respostas em relação a quantidade de MSA foram obtidas para tratamentos com níveis de sombreamento entre 25% à 55%, ou níveis de luminosidade entre 45 a 74%.

De acordo com De Almeida et al. (2004), os autores realizaram um estudo com *Cryptocaria aschersoniana* Mez. e demonstraram resultados próximos aos da presente pesquisa, onde as plantas cultivadas nos níveis de 30% e 50% de sombreamento apresentaram maiores valores de massa seca nas folhas quando comparada as plantas que cresceram em pleno sol.

Segundo Larcher (2000), os indivíduos que crescem sob intensa radiação desenvolvem folhas mais grossas e possuem o metabolismo mais ativo e, como consequência, as plantas tem maior produção de massa seca, com maior conteúdo energético. Observamos que o conceito de Larcher (2000) não se aplicou na

avaliação da MSA, pois os melhores resultados encontrados foram para o tratamento com luminosidade parcial (74% de luz) ao invés do tratamento com plena luz solar (100% de luz).

Na avaliação da Massa Seca Radicular (MSR), constatou-se que apenas o tratamento T2 apresentou diferenças significativas em relação aos demais tratamentos (Tabela 1). Como consequência, T1, T3 e T4 não apresentaram diferenças entre si. Encontrou-se os maiores valores de incremento da MSR para os tratamentos T2 (2,10) e T1 (1,51), mostrando que níveis de luminosidade acima de 74% são mais adequados para o desenvolvimento radicular das mudas de *M. cinnamomifolia*.

Resultado semelhante foi observado em trabalho realizado por Da Silva e Silva et al. (2007) com mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber, sendo que as plantas crescidas em maiores níveis de luz (pleno sol e 50% sombreamento) apresentaram maior massa seca acumulada na raiz do que as plantas que se desenvolveram sob sombreamento mais intenso (70% de sombreamento e sombreamento natural), em que nestas ocorreu redução da massa seca acumulada na raiz.

Os autores De Almeida et al. (2005) afirmam que as mudas terão um melhor desempenho após o plantio quando apresentarem uma maior massa radicular, principalmente no caso de áreas degradadas. Com isto, as chances de sobrevivência das plantas em campo serão maiores devido a facilidade de sustentação e maior área para absorção de água e nutrientes. Para isto, é muito importante que as plantas tenham o fornecimento de níveis adequados de luminosidade ainda no viveiro.

Analisando os resultados para Massa Seca Total (MST), verificou-se que o comportamento das mudas foi semelhante aos resultados para Massa Seca Aérea e Massa Seca de Raízes. Os tratamentos T2 e T3 não apresentaram diferenças entre si, bem como os tratamentos T1, T3, T4 também mostraram resultados estatisticamente iguais (Tabela 1). Apenas o tratamento T2 apresentou diferença significativa em relação ao tratamentos T1 e T4.

As maiores médias encontradas foram para os tratamentos T2 (4,33) seguido por T3 (3,45), T4 (3,09) e T1 (2,91) Os pesquisadores De Almeida et al. (2005) observaram resultados parecidos, encontrando as maiores médias para o peso seco total com tratamento de 30% de sombreamento, correspondendo a 70% de luz.

Em relação ao Índice de Qualidade de Dickson (IQD), observou-se que o tratamento T2 não apresentou diferença quando comparado ao tratamento T3, ou seja, os resultados foram estatisticamente iguais. O mesmo fato ocorreu aos tratamentos T1, T3 e T4 que também não apresentaram diferenças entre si. Porém, o tratamento T2 mostrou diferença significativa quando relacionado aos tratamentos T1 e T4 (Tabela 1). Entre os tratamentos, T2 trouxe os melhores resultados, demonstrando que as mudas deste tratamento possuem os maiores índices de qualidade.

Resultado semelhante foi encontrado por Aguiar et al. (2011) na avaliação do crescimento de *Caesalpinia echinata* Lam., onde verificou-se que os maiores IQD foram para as mudas desenvolvidas sob 0 a 20% de sombreamento. Segundo Fonseca et al. (2002), o IQD é considerado um bom indicador de qualidade das plantas, pois são considerados no seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da massa da planta, levando em consideração os resultados de diversos parâmetros importantes utilizados para avaliação da qualidade.

Nos resultados da Clorofila *a*, os tratamentos T2, T3 e T4 não demonstraram diferenças significativas entre si. Quando comparados os tratamentos T1 e T2 também são houve diferenças (Tabela 1). Já os tratamentos T3 e T4 apresentaram diferença significativa em relação ao T1. A maior concentração de clorofila foi observada para o T4 (29,85), bem como a menor para o T1 (19,68). Com isto, percebemos que as mudas desenvolvidas em ambientes mais sombreados apresentaram maior acumulação de clorofila *a*, assim como as mudas expostas em pleno sol obtiveram menores concentrações da mesma.

Os autores Lima Junior et al. (2005) também obtiveram resultados similares quando avaliaram a espécie *Cupania vernalis* Cambess. Os mesmos perceberam que a maior concentração de Clorofila *a* foi encontrada no tratamento com 70% de sombreamento. De acordo com Martinazzo et al. (2007), o maior acúmulo de clorofila em níveis mais sombreados pode ser devido a um efeito compensatório da espécie a menor quantidade de radiação disponível.

Sobre o parâmetro Clorofila *b*, o comportamento observado foi semelhante ao observado para Clorofila *a.* O tratamento T4 foi o único que mostrou diferença significativa quando comparados aos demais tratamentos T1, T2 e T3. Sendo assim, T1, T2 e T3 são iguais entre si (Tabela 1). O T4 (8,20) trouxe a maior concentração de Clorofila *b*, e a menor foi observada no T1 (4,00). Carvalho et al. (2006) obtiveram resultados semelhantes ao avaliar o crescimento de *Syagrus coronata* (Mart.) Becc., e verificaram que as plantas submetidas a 30% de luz indicaram uma tendência de apresentar os maiores teores de Clorofilas *b.*

Em relação a Clorofila total, verificou-se que os tratamentos T2 e T3 são iguais estatisticamente, assim como T1 e T2 também são iguais. O tratamento T4 diferiu significativamente de todos os tratamentos (T1, T2 e T3), bem como o T1 e T3 também apresentaram diferenças entre si (Tabela 1). A maior média observada foi para o T4 (38,02), tal como a menor ficou para o T1 (23,67), de forma semelhante ao que foi observado para as Clorofilas *a* e *b.*

4. CONCLUSÕES

Os parâmetros morfológicos: diâmetro, massa seca aérea, massa seca radicular, massa seca total, e índice de qualidade de Dickson mostraram que os melhores resultados foram obtidos com 74% de luminosidade, indicando que a espécie em questão apresenta tolerância parcial ao sombreamento.

A diminuição da luminosidade estimulou o crescimento em altura das mudas de *M. cinnamomifolia.* Os parâmetros fisiológicos: clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total tiveram maiores concentrações nas mudas cultivadas em menores níveis de luminosidade. Deste modo, a espécie em questão mostrou capacidade de adaptar-se em ambientes mais sombreados para a realização da fotossíntese.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que a espécie *Miconia cinnamomifolia* teve um melhor desempenho quando cultivada à 74% de luminosidade e que este nível de luz é o mais adequado para produção de mudas em viveiro, quando for este o objetivo.

Miconia cinnamomifolia pode ser utilizada em programas de restauração florestal, sendo que o desenvolvimento inicial deverá ocorrer em ambientes com leve sombreamento, como é o caso das clareiras. Nos casos de reflorestamentos, é recomendado a utilização das espécies em plantios consorciados com outras

espécies florestais, para que assim as mudas na fase inicial cresçam em ambientes parcialmente sombreados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Francismar Francisco Alves et al. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, v. 58, n. 6, 2011. Disponível em: <http://www. redalyc.org/html/3052/305226819008/> Acesso em: 30 Maio 2018.

ALENCAR, Jurandyr da Cruz; ARAUJO, Vivaldo Campbell de. Comportamento de espécies florestais amazônicas quanto à luminosidade. **Acta amazonica**, v. 10, n. 3, p. 435-444, 1980. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aa/v10n3/1809-4392-aa-10-3-0435.pdf> Acesso em: 30 Janeiro 2018.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa, 2003. v.1, il.

CARVALHO, N. O. S. et al. Crescimento inicial de plantas de Licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, 2006. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/rarv/v30n3/a05v30n3> Acesso em: 30 Maio 2018.

DA SILVA E SILVA, Breno Marques et al. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, 2007. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/488/48831606/> Acesso em 30 Maio 2018.

DE ALMEIDA, Lausanne Soraya et al. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 3, p. 331-342, 2005. Disponível em: <https://periodicos. ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1870/1117> Acesso em: 26 outubro 2017.

DE ALMEIDA, Luciano Pessoa et al. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 83-88, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/cr/v34n1/a 13v34n1.pdf> Acesso em 30 maio 2018.

DE MELO, Rafael Rodolfo; CUNHA, Maria do Carmo Learth. Crescimento inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) sob diferentes níveis de luminosidade. Initial growth of *Erythrina velutina* Wild. Changes under different luminosity levels. **Ambiência**, v. 4, n. 1, p. 67-77, 2009. Disponível em: <http://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/289/390> Acesso em: 26 outubro 2017.

ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia**. Piracicaba-SP: ESALQ, 1989. Disponível em: <http://www.ipef.br/ servicos/teses/arquivos/engel,vl-m.pdf> Acesso em: 26 outubro 2017.

FONSECA, Ésio de Pádua et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista árvore**, p. 515-523, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rarv/v26 /a15v26n4.pdf> Acesso em: 30 Maio de 2018.

LARCHER, W. (Walter). **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. xviii, 531p, il.

LIMA JUNIOR, Érico de Castro et al. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, 2005. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/331/33135516/> Acesso em: 30 Maio 2018.

MARANA, João Paulo; MIGLIORANZA, Édison; FONSECA, Ésio de Pádua. Qualidade de mudas de jaracatiá submetidas a diferentes períodos de sombreamento em viveiro. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p. 275-282, 2015. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/488/48839479007.pdf> Acesso em: 30 Maio de 2018

MARTINAZZO, Emanuela Garbin et al**.** Efeito do sombreamento sobre o crescimento inicial e teor de clorofila foliar de *Eugenia uniflora* Linn (Pitanga) –Família Myrtaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S2, p. pg. 162-164, 2007. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/175> Acesso em: 18 Maio 2018.

ROWEDER, Charlys; DE SOUZA NASCIMENTO, Mayara; DA SILVA, Josué Bispo. Produção de mudas de mogno sob diferentes substratos e níveis de luminosidade. **Journal of bioenergy and food science**, v. 2, n. 3, 2015. Disponível em: <http://periodicos.ifap.edu.br/index.php/JBFS/article/view/39> Acesso em: 30 Janeiro 2018.

TRABALHO CIENTÍFICO MENÇÃO HONROSA

Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa em fitomassa de *Acacia mearnsii* De Wild

Efficiency of the conversion of photosynthetically active radiation in biomass of *Acacia mearnsii* De Wild

Tainara dos Santos Piecha[1]
Elder Eloy[2]
Rômulo Trevisan[2]
Dionatan Lázaro de Oliveira Brum[1]
Eduarda Bandera[1]
Tauana de Souza Mangini[1]

[1]Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria campus Frederico Westphalen (UFSM/FW), tainarapiecha@gmail.com; dionatanlbrum@gmail.com; duda_bandera@outlook.com; tauanamangini@yahoo.com

[2] Professor do curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria campus Frederico Westphalen (UFSM/FW), eloyelder@yahoo.com.br; romulo_trevisan@yahoo.com.br.

Resumo: A radiação solar constitui-se numa fonte energética essencial para a manutenção básica de qualquer espécie cultivada, cujas interações com cobertura vegetal condicionam um microclima capaz de afetar a quantidade e a qualidade da energia disponível dentro do dossel e, consequentemente, os processos fisiológicos das plantas. O objetivo do estudo foi determinar a eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa de mudas de *Acacia mearnsii* De Wild. O estudo utilizou uma espécie florestal, um tamanho de tubete (90 cm³) e onze períodos de avaliação até os 180 dias após a emergência. Foram determinados o índice de área foliar (IAF), fitomassa seca total das mudas (FST), radiação solar global dentro da estufa (RGE), radiação fotossinteticamente ativa interceptada acumulada (RFAiac), eficiência de conversão da radiação (*εb*), utilizando um piranômetro (LI200X, LICOR). A *εb* em FST de mudas de *Acacia mearnsii* foi de 7,76 g.MJ^{-1}. O IAF está diretamente relacionado à eficiência da RFAiac, sendo que essa influi diretamente no desenvolvimento e no potencial de produção e acúmulo da FST. O fluxo de RGE foi de 11,81 MJ.m^{-2}.d^{-1} e dentro da estufa, de 6,26 MJ.m^{-2}.d^{-1}.
Palavras-chave: Acácia-negra, radiação solar global, índice de área foliar.

Abstract: Solar radiation is an essential energy source for the basic maintenance of any cultivated species whose interactions with vegetation cover conditions a microclimate capable of affecting the quantity and quality of energy available within the canopy and, consequently, the physiological processes of plants.The objective of this study was to determine the efficiency of conversion of intercepted photosynthetically active radiation in biomass of seedlings of *Acacia mearnsii* De Wild. The study used a forest species, size plastic tube (90 cm³) and eleven evaluation periods up to 180 days after emergence. Were determined the leaf area index (IAF), total dry matter of seedlings (FST), solar radiation in the greenhouse (RGE), cumulative intercepted photosynthetically active radiation (RFAiac), conversion efficiency of radiation (*εb*), using a pyranometer (LI200X, LICOR). The *εb* in FST seedlings of *Acacia mearnsii* was 7.76 g.MJ^{-1}. The IAF is directly related to the efficiency of RFAiac, and this directly influences the development and production potential and accumulation of FST. The flux of RGE was 11.81 MJ.m^{-2}.d^{-1} and in the greenhouse, 6.26 MJ.m^{-2}.d^{-1}.
Keywords: Black wattle, global solar radiation, leaf area index.

1.INTRODUÇÃO

A implantação de plantios florestais, em especial, do gênero *Acacia*, tem sido realizada com mudas produzidas em estufas plásticas. No entanto, o cultivo em ambiente protegido causa alterações nos elementos meteorológicos, como a radiação solar. Assim, no interior da casa de vegetação, esse elemento é um dos primeiros a serem modificados (Eloy et al., 2018), sendo, consequentemente, considerado fator determinante no crescimento e desenvolvimento das mudas.

A radiação solar constitui-se numa fonte energética essencial para a manutenção básica de qualquer espécie cultivada, cujas interações com cobertura vegetal condicionam um microclima capaz de afetar a quantidade e a qualidade da energia disponível dentro do dossel e, consequentemente, os processos fisiológicos das plantas (Ehrenbergerová et al., 2016).

A associação proposta por Montheith entre o rendimento de biomassa e a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa interceptada (RFA) é um dos modelos mais simplificados para estimar o crescimento e produtividade vegetal, sendo apresentado de uma forma que é a base para modelos ecofisiológicos que levam em conta RFA interceptada pelas folhas (Landsberg e Waring, 1997).

A absorção da radiação incidente pelas culturas depende do seu índice de área foliar (Behling et al., 2015), ângulo solar ou ângulo zenital solar, geometria, tamanho, ângulo e distribuição das folhas, idade, arranjo das plantas, época do ano e nebulosidade (Varlet-Grancher et al., 1989) e ainda da espécie cultivada, das condições meteorológicas e de práticas de manejo da cultura (Caron et al., 2012). A eficiência de uso da radiação pode variar, dependendo apenas de como a matéria seca (aérea ou total) e a radiação solar (incidente, interceptada e absorvida) são definidas e determinadas (Gallo et al., 1993).

Assim, uma aproximação quantitativa pode ser utilizada para determinar a relação entre produção de biomassa e radiação interceptada. Pode-se, então, aplicar tal conhecimento a diversos tópicos de pesquisa, como análise de crescimento de plantas, previsão de crescimento e desenvolvimento e estimativa do potencial de produção, sendo um modelo consistente e simplificado (Caron et al., 2014).

Dessa maneira, esse estudo teve como objetivo determinar a eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa de mudas de *Acacia mearnsii* De Wild, ao longo dos dias após a emergência.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O experimento foi conduzido no viveiro florestal da Universidade Federal de Santa Maria Campus Frederico Westphalen, sob coordenadas geográficas de 27°23’26’’ S; 53°25’43’’ W, a 461 m de altitude. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima é Cfa.

No planejamento do experimento, utilizou-se o delineamento experimental de blocos completos casualizados, sendo avaliada uma espécie florestal (*Acacia mearnsii* De Wild), um tamanho de recipiente e onze períodos de avaliação após a emergência, em cinco repetições. As unidades experimentais contemplaram cinco plantas em cada período de avaliação, utilizando-se bordadura dupla, sendo avaliadas 25 plantas por período e um total de 275 plantas em todos os períodos avaliados.

A semente utilizada teve procedência da safra do ano anterior, sendo armazenada por 3 meses em câmara refrigerada. A semeadura foi realizada no dia 15/03/2010, em tubetes cônicos de polipropileno de fundo aberto, com volume de 90

cm³ acondicionados em bandejas plásticas que alocavam 96 tubetes dispostos a 1,0 m do nível do solo, preenchidos com substrato comercial (Tecnomax®) e com adubação de liberação lenta (Basacote®) na dose de dez gramas por litro de substrato, sendo colocadas, em média, seis sementes em cada tubete.

As avaliações foram realizadas quinzenalmente, sendo a primeira aos 30 dias após a emergência (DAE) e a última aos 180 DAE. A fitomassa seca total das plantas foi determinada a partir da soma dos compartimentos: folha, caule e raiz (Benincasa, 2003). Cada compartimento foi acondicionado em sacos de papel devidamente identificados, sendo estes levados à estufa de circulação forçada na temperatura de 60°C até atingir massa constante. Posteriormente, pesou-se o material em balança de precisão, para obtenção da massa da matéria seca.

A eficiência de conversão da radiação pode ser calculada por meio da relação entre a produção média de fitomassa seca acumulada e a radiação fotossinteticamente ativa interceptada envolvida na produção de fitomassa (Eq. 01):

$$PFS = \varepsilon b \times RFAi \qquad (Eq.01)$$

Em que: PFS = produção de fitomassa seca ($g.m^{-2}$);
εb = eficiência de conversão da radiação;
RFAi em fitomassa seca produzida ($g.MJ^{-1}$);
RFAi = radiação solar fotossinteticamente ativa interceptada ($MJ.m^{-2}$).

A radiação fotossinteticamente ativa interceptada foi determinada com base no modelo proposto por Varlet-Grancher et al. (1989) (Eq. 02):

$$RFAi = 0,95 \times (RFAinc) (1^{-e(-K*IAF)}) \qquad (Eq.02)$$

Em que: RFAi = radiação fotossinteticamente ativa interceptada ($MJ.m^{-2}$);
RFAinc = radiação fotossinteticamente ativa incidente ($MJ.m^{-2}$);
K = coeficiente de extinção que depende das propriedades óticas das folhas e da geometria do dossel vegetal (0,8), adimensional;
IAF = índice de área foliar (adimensional).

A área foliar foi obtida por meio da utilização do integrador de área foliar modelo LI-3000C. Já o índice de área foliar foi determinado a partir da área foliar total de cada planta e da área de bandeja explorada por esta (Eq. 03):

$$IAF = AF/AES \qquad (Eq.03)$$

Em que: IAF = índice de área foliar;
AF = área foliar total da planta, em m^2;
AES = área de bandeja explorada pela planta, em m^2.

A AES corresponde ao espaço útil utilizado pela planta, que é definido pelo espaçamento ente as plantas na bandeja.

A radiação solar global dentro da estufa foi estimada considerando a transmissividade da cobertura plástica de 53% da radiação solar global incidente sobre a cobertura da estufa, que foi medida no início da condução do experimento utilizando-se um piranômetro (LI200X, LICOR). Os valores de radiação solar global incidente foram obtidos na Estação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), situada a cerca de 100 m do experimento. Desta maneira, a radiação solar global dentro da estufa foi calculada com base na equação 4:

RGE = 0,53 x RG (Eq.04)

Em que: RGE = radiação solar global dentro da estufa (MJ m^{-2}); RG = radiação solar global incidente sobre a cobertura da estufa (MJ m^{-2}).

A radiação fotossinteticamente ativa incidente foi estimada considerando-se como sendo 45% da radiação solar global incidente. A estimativa da radiação fotossinteticamente ativa acumulada foi realizada com base em Varlet-Grancher et al. (1989).

Os dados obtidos foram analisados utilizando-se o *Software* "*Statistical Analysis System*" (SAS, 2003), em que se realizou a análise de variância, teste F, teste Bartlett de homogeneidade da variância e normalidade da distribuição dos resíduos da análise de variância e, análise de regressão utilizando os DAE como tratamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fluxo de radiação solar global foi, em média, de 11,81 MJ.m^{-2}.dia^{-1}, com variação de 1,71 a 25,12 MJ.m^{-2}.dia^{-1} e dentro da estufa, em média de 6,26 MJ.m^{-2}.dia^{-1}, com variação de 0,91 a 13,31 MJ.m^{-2}.dia^{-1}.

O crescimento em fitomassa seca apresentou relação linear positiva com a radiação fotossinteticamente ativa interceptada acumulada, com alto coeficiente de determinação. O mesmo foi observado com a eficiência de conversão da radiação, a área foliar e o índice de área foliar, conforme demonstrado na Figura 1.

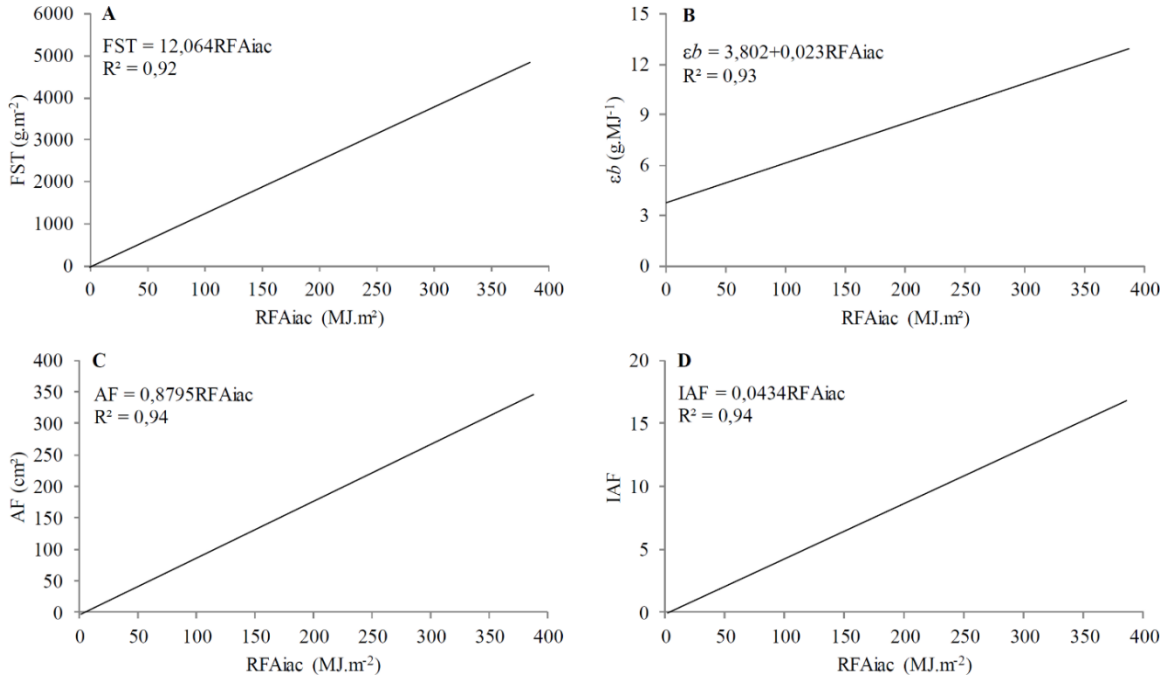


Figura 1. Relação entre radiação fotossinteticamente ativa interceptada acumulada (RFAiac) com a produção de fitomassa seca total (FST) (A); eficiência de conversão da radiação (ε*b*) (B); área foliar (AF) (C) e índice de área foliar (IAF) (D) em mudas de *Acacia mearnsii*.

Esta tendência foi demonstrada como uma função linear, e tem sido observada em outras espécies florestais por Campoe et al. (2013); Caron et al. (2014).

Conforme observado na Figura 1, a eficiência da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa está diretamente relacionada ao índice de área foliar e no potencial de produção da fitomassa (Mayers et al., 1991), visto que seu aumento proporciona incremento na interceptação de radiação (Caron et al., 2014).

A partir da análise de variância observou-se diferença significativa para todas as variáveis analisadas.

As equações de regressão apresentaram elevados coeficientes de determinação, sendo equivalente a 0,98 para área foliar, índice de área foliar, eficiência de conversão da radiação e fitomassa seca total e, 0,99 para radiação fotossinteticamente ativa interceptada acumulada, quando relacionado aos dias após a emergência (Figura 2).

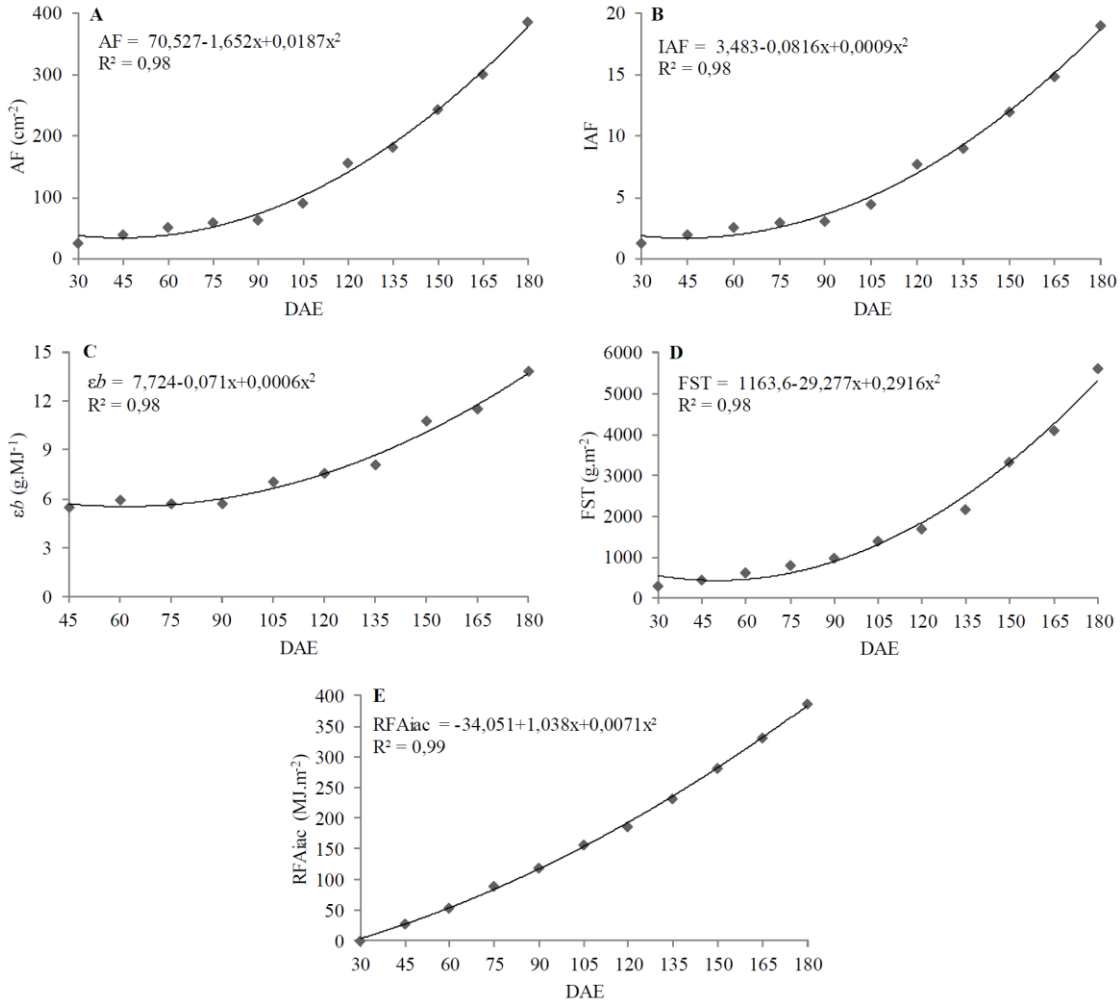


Figura 2. Equações de regressão para dias após a emergência (DAE) em relação à área foliar (AF) (A); índice de área foliar (IAF) (B); eficiência de conversão da radiação (ε*b*) (C); fitomassa seca total (FST) (D) e radiação fotossinteticamente ativa interceptada acumulada (RFAiac) (E) em mudas de *Acacia mearnsii*.

Como pode-se observar, a disponibilidade de radiação solar global incidente no ambiente estufa foi menor devido à transmissividade do plástico. No entanto, tal diminuição pode ser compensada em parte pelo aumento da fração da radiação difusa, que tem sua importância por ser multidirecional e penetrar melhor no interior do dossel vegetativo, conforme destacaram Buriol et al. (1995). Em consequência disso, os valores de eficiência de uso da radiação são maiores em cultivos dentro de

estufas plásticas, em comparação com o ambiente externo, conforme citaram Hammer & Vanderlip (1989). Outros autores relatam valores maiores de radiação difusa dentro de estufas de plástico do que no ambiente externo, tal como Farias et al. (1993), que verificaram que a radiação difusa externamente foi inferior, em média, a 65%, comparado ao interior da estufa.

Constatou-se que conforme maior o índice de área foliar, maior foi à eficiência no uso da radiação. A eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa seca total de mudas de *Acacia mearnsii* foi em média de 7,76 g.MJ^{-1}, com variação de 5,45 g.MJ^{-1} a 13,76 g.MJ^{-1} (Figura 1B), podendo-se observar que esta eficiência de conversão pode explicar até 93% da produção de fitomassa seca total, com erro-padrão da estimava menor que 14% e baixo valor do erro-padrão igual a 0,21.

Folhas sujeitas a altas intensidades de radiação solar podem levá-las à saturação luminosa, diminuindo a eficiência no uso da radiação (Jiang et al., 2004).

A maior eficiência de uso da radiação também pode ser explicada por causa do aumento da contribuição relativa das folhas sombreadas para o acúmulo de fitomassa das mudas de *Acacia mearnsii*. O efeito da luz no crescimento das mudas pode ser constatado em diversos trabalhos na literatura, como de Caron et al. (2012).

Com o rápido fechamento do dossel vegetativo das mudas na bandeja, têm-se um aumento e melhor aproveitamento da radiação, e isso promove maior uniformidade da radiação no interior do dossel, fazendo com que as folhas inferiores aumentam a interceptação e uso da radiação, como de Sanquetta et al. (2014), evidenciado pelo aumento para o acúmulo de fitomassa.

Os valores de eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa em fitomassa de mudas de *Acacia mearnsii* foram superiores aos observados na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* por Caron et al. (2012) de 6,88 g.MJ^{-1} e, na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* por Sanquetta et al. (2014) de 7,75 g.MJ^{-1}. Os maiores valores de eficiência de conversão observados nos maiores períodos avaliados estão relacionados à ocupação mais rápida da área foliar do espaço entre as mudas, que pode ser constatado pelo elevado índice de área foliar no decorrer dos períodos (Figura 2). Ao aumentar o índice de área foliar, eleva-se, a superfície de absorção de radiação e, também, do acúmulo de radiação fotossinteticamente ativa; proporcionalmente, a produção de fitomassa também é maior, pois essa é uma função linear, como constatado no acúmulo de radiação fotossinteticamente ativa interceptada (Figura 1).

No cultivo de mudas, os suprimentos de água e nutrientes não se apresentam como fatores limitantes, devido à possibilidade de controle desses elementos pelo silvicultor (Sanquetta et al., 2014). Dessa maneira, o crescimento das mudas de *Acacia mearnsii* depende da quantidade de radiação fotossinteticamente ativa interceptada e da eficiência de utilização dessa energia no processo fotossintético para produção de fitomassa.

A modelagem da eficiência pela qual a radiação solar incidente é utilizada no acúmulo de fitomassa de mudas demonstra-se ser consistente em modelos potenciais e apropriada para a análise do crescimento de mudas, que também já foi indicada por Müller e Bergamaschi (2005) para outros cultivos. O planejamento da produção de mudas de *Acacia mearnsii* pode ser realizado com boa confiabilidade, tendo em vista os altos coeficientes de determinação obtidos. Para tanto, é necessário ter conhecimento da transmissividade do plástico da estufa (que pode

ser dada pelo fabricante) e os valores de radiação solar global, que podem ser adquiridos junto a estações meteorológicas mais próximas ou em cartas de radiação solar.

Os resultados da eficiência de uso da radiação obtidos nesse trabalho poderão ser aplicados para diversos tópicos de pesquisa, tais como, análise de crescimento de plantas, previsão do tempo de cultivo, competição entre plantas e estimativa do potencial de produção.

Esse trabalho apresenta um novo campo de pesquisa na área florestal, evidenciando que para futuros estudos a eficiência de conversão da radiação deve ser priorizada, pois apresenta um modelo com boa confiabilidade na estimativa do potencial de produção de mudas de *Acacia mearnsii*.

4. CONCLUSÕES

- O fluxo de radiação solar global foi de 11,81 $MJ.m^{-2}.dia^{-1}$ e dentro da estufa, de 6,26 $MJ.m^{-2}.dia^{-1}$.

- A eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada acumulada em fitomassa seca total de mudas de *Acacia mearnsii* foi de 7,76 $g.MJ^{-1}$.

- A *Acacia mearnsii* apresenta uma eficiência de conversão da radiação superior as espécies florestais comparadas na literatura.

- O índice de área foliar está diretamente relacionado à eficiência da radiação fotossinteticamente ativa incidente, sendo que essa influi diretamente no desenvolvimento e no potencial de produção e acúmulo da fitomassa seca total.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEHLING, A.; SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; NETTO, S. P.; CARON, B. O.; SIMON, A. A.; RODRIGUES, A. L.; SCHMIDT, D. Analysis of leaf area in black wattle throughout its plantation cycle. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.34, p. 3382-3386, 2015.

BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas (noções básicas). **Jaboticabal: CAVUNESP**, 2003.

BURIOL, G. A.; STRECK, N. A.; PETRY, C.; SCHEIDER, F. M. Transmissividade da radiação solar do polietileno de baixa densidade utilizado em estufa. **Ciência Rural,** v.25, n.1, p. 1-4, 1995.

CAMPOE, O. C.; STAPE, J. L.; NOUVELLON, Y.; LACLAU, J. P.; BAUERLE, W. L.; BINKLEY, D.; GUERRIC, L. E.; MAIRE, G. L. Stem production, light absorption and light use efficiency between dominant and non-dominant trees of *Eucalyptus grandis* across a productivity gradient in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.288, p. 14-20, 2013.

CARON, B. O.; SCHMIDT, D.; MANFRON, P. A.; BEHLING, A.; ELOY, E.; BUSANELLO, C. Eficiência do uso da radiação solar por plantas *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. cultivadas sob sombreamento e a pleno sol. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.24, n.2, p. 1-9, 2014.

CARON, B. O.; SOUZA, V. Q.; TREVISAN, R.; BEHLING, A.; SCHMIDT, D.; BAMBERG, R.; ELOY, E. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, v.36, n.5, p. 833-842, 2012.

EHRENBERGEROVÁ, L.; CIENCIALA, E.; KUČERA, A.; GUY, L.; HABROVÁ, H. Carbon stock in agroforestry coffee plantations with different shade trees in Villa Rica, Peru. **Agroforestry Systems**, v.90, p 433-445, 2016.

ELOY, E.; ELLI, E. F.; SCHWERZ, F. Conversion efficiency of photosynthetically active radiation into *Acacia mearnsii* biomass. **Floresta e Ambiente**. v.25, n.2, p.1-9, 2018.

FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S. R. Efeito da cobertura plástica sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.1, n.1, p. 31-36, 1993.

GALLO, K. P.; DAUGHTRY, C. S. T.; WIEEGAND, C. L. Errors in measuring absorbed and computing crop radiation use efficiency. **Agronomy Journal**, v.85, p. 1222-1228, 1993.

HAMMER, G. L.; VANDERLIP, R. L. Genotypeby- environment interaction in grain sorghum - I: effects of temperature on radiation use efficiency. **Crop Science**, v.29, n.2, p. 370-376, 1989.

JIANG, A. C. D.; GAO, H. Y.; ZOU, Z.; JIANG, G. M.; LI, L. H. Leaf orientation, photorespiration and xanthophyll cycle protect young soybean leaves against high irradiance in field. **Environmental and Experimental Botany**, v.30, n.2, p. 1-10, 2004.

LANDSBERG, J. J.; WARING, R. H. A generalized model of forest productivity using simplified concepts of radiation-use efficiency, carbon balance and partitioning. **Forest Ecology and Management**, v.95, p. 209-228, 1997.

MAYERS, J. D.; LAWN, R. J.; BYTH, D. E. Agronomic studies on soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) in the dry seasons of the tropics. II. Interaction of sowing date and sowing density. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.42, n.7, p. 1093 -1107, 1991.

MÜLLER, A. G.; BERGAMASCHI, H. Eficiências de interceptação, absorção e uso da radiação fotossinteticamente ativa pelo milho (*Zea mays* L.), em diferentes disponibilidades hídricas e verificação do modelo energético de estimativa da massa seca acumulada. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.13, n.1, p. 27-33, 2005.

SANQUETTA, C. R.; BEHLING, A.; CORTE, A. P.; CADORI, G. C. Eficiência de conversão da radiação fotossintética interceptada em Fitomassa de mudas de *Eucalyptus dunii* Maiden em função da densidade de plantas e do ambiente de cultivo. **Scientia Forestalis**, v.42, n.104, p. 573-580, 2014.

SAS Learning Edition. **Getting started with the SAS learning edition**. Cary; 2003.

VARLET-GRANCHER, C.; GOSSE, G.; SINOQUET, H.; BONHOMME, R.; ALLIRAND, J.M. Mise au point: rayonnement solaire absorbé ou intercepté par um couvert végétal. **Agronomie**, v.9, n.5, p. 419-439, 1989.

Estudo preliminar da toxidez do extrato aquoso de *Ruta graveolens*

Preliminary study of the toxicity of the aqueous extract of *Ruta graveolens*

Alessandra Simon Hüller[1]
Élio José Santini[1]
Amanda Grassmann da Silveira[1]
Maiara Talgatti[1]
Guilherme Valcorte[1] Milene Goulart Estigarribia[1]
Laura Hoffmann de Oliveira[1]
Luciane Gorski[1]

[1] Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Centro de Ciências Rurais, Av. Roraima 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS.
ale.huller@hotmail.com; santini@ufsm.br; amandagrassmann@gmail.com; maiara.talgatti@hotmail.com; gvalcorte@yahoo.com.br; milene.g.estigarribia@gmail.com; laura-hoff@hotmail.com; lu_gorski@hotmail.com.

Resumo: O uso de novos métodos no controle de patógenos vêm sendo necessário devido a desequilíbrios e a preservação ao meio ambiente. Desta forma, objetivou-se avaliar a capacidade tóxica do extrato aquoso de *Ruta graveolens* sobre o desenvolvimento do fungo apodrecedor *Pycnoporus sanguineus.* Para a obtenção dos extratos, foram coletadas 15 g da parte aérea de mudas de *Ruta graveolens* correspondendo a um extrato aquoso com 15% do vegetal. O mesmo foi incorporado ao meio BDA nas concentrações 50% e 100%, vertidos em placas de Petri e, após solidificação do meio, transferido no centro um disco micelial de *Pycnoporus sanguineus.* Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), contendo três tratamentos com cinco repetições cada. Estas placas foram armazenadas em estufa incubadora a 25ºC no escuro e o crescimento micelial foi avaliado a cada 24 h por 7 dias. Pode-se observar que o tratamento com 100% da concentração do extrato aquoso de arruda apresentou potencial inibitório, diferenciando-se estatisticamente das demais. O extrato de arruda mostrou-se um método alternativo para o controle de fitopatógenos, porém, para um controle mais eficiente é de necessidade testar concentrações mais altas do vegetal, garantindo assim um controle mais satisfatório de um método menos agressivo ao meio ambiente.
Palavras-chave: Potencial antifúngico, métodos alternativos, crescimento micelial, fungo apodrecedor.

Abstract: The use of new methods in the control of pathogens has been necessary due to imbalances and preservation to the environment. In this way, the objective was to evaluate the toxic capacity of the aqueous extract of Ruta graveolens on the development of the rotting fungus Pycnoporus sanguineus. To obtain the extracts, 15 g of the aerial part of Ruta graveolens seedlings corresponding to an aqueous extract with 15% of the plant were collected. It was incorporated into the BDA medium at 50% and 100% concentrations, poured into Petri dishes and, after solidification of the medium, transferred a mycelial disk of Pycnoporus sanguineus into the center. The experimental design was completely randomized (DIC), containing three treatments with five replicates each. These plates were stored in an incubator at 25 ° C in the dark and mycelial growth was evaluated every 24 h for 7 days. It was observed that the treatment with 100% of the concentration of the aqueous extract of arruda presented inhibitory potential, being differentiated statistically from the others. The rue extract was an alternative method for the control of phytopathogens, but for a more efficient control it is necessary to test higher concentrations of the plant, thus guaranteeing a more satisfactory control of a less aggressive method to the environment.
Key words: Potential antifungal, alternative methods, mycelial growth, rotting fungus.

1. INTRODUÇÃO

O fungo xilófago denominado de *Pycnoporus sanguineus,* conhecido popularmente como orelha-de-pau, pode ser encontrado na madeira, onde após instalado é capaz de hidrolisar a celulose, a hemicelulose e a lignina resultando em alterações nas propriedades físicas e mecânicas desse material (ROWELL, 2012). Dessa forma, tendo em vista os prejuízos que a decomposição biológica pode causar na produção madeireira, o emprego de substâncias preservantes torna-se necessário, pois é uma das mais eficientes alternativas de evitar o ataque desse e de outros organismos xilófagos (BROCCO et al. 2017).

A utilização de madeiras duráveis é uma preocupação atual da indústria madeireira e o mercado mundial, este que exige produtos com selo de qualidade, ou seja, extraídos ou produzidos sem danos ao ambiente e ao homem, obedecendo aos critérios de sustentabilidade. Atualmente os preservantes químicos oferecem maior eficiência no controle de fungos deterioradores, embora tais produtos necessitem de certificação para o seu uso. Em geral, os principais preservantes químicos de madeira utilizados são o creosoto, o pentaclorofenol, produtos à base de cobre, cromo e arsênio (CCA) e a base de cobre, cromo e boro (CCB) (BARILLARI, 2002).

Subprodutos de plantas medicinais como extrato bruto e óleo essencial, apresentam em sua composição substâncias com propriedades fungicidas e/ou fungitóxicas (VENTUROSO et al., 2011). Esses compostos possuem a vantagem de serem geralmente menos prejudiciais ao homem e ao meio ambiente, de menores custos, facilmente disponíveis aos agricultores, e em alguns casos podem inclusive superar os produtos sintéticos em sua ação antimicrobiana (STANGARLIN et al. 1999). Devido à grande riqueza química das plantas medicinais que possuem princípios ativos microbiocidas, elas se tornam fontes potenciais de moléculas que podem ser empregadas contra fitopatógenos (RODRIGUES et al., 2006).

Ruta graveolens pertence à família Rutaceae, é conhecida como arruda, a espécie já vem sendo alvo de pesquisas que apontam uma grande quantidade de metabólitos secundários, tais como óleos voláteis, ácidos fenólicos, flavonoides e cumarinas presentes na planta (SALMAN et al., 2018). Os mesmos autores ressaltam a toxidez e potencial destes extratos no combate de microorganismos. Assim Oliva et al. (1999) sugerem um papel potencial para o extrato de arruda e seus aleloquímicos no controle de infecções fúngicas patogênicas.

Com isso, visando uma formação consciente em relação a preservação ambiental e, compreendendo a importância e necessidade de controles alternativos de fitopatógenos testando produtos naturais, objetivou-se avaliar a capacidade tóxica do extrato aquoso de *Ruta graveolens* sobre o desenvolvimento do fungo apodrecedor *Pycnoporus sanguineus.*

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Preparo da solução e meios de cultivo**

Para a obtenção dos extratos, foram coletadas 15 g da parte aérea de mudas de *Ruta graveolens* para 1 L de água destilada, correspondendo a um extrato aquoso

com 15% do vegetal, os quais em um béquer foi colocado à fervura por 1 hora. A amostra foi triturada em liquidificador por 1 minuto, e posteriormente filtrou-se o extrato em filtro de papel, descartando o resíduo. Após, o extrato foi submetido a esterilização em autoclave a 120 ºC por 20 minutos.

O extrato foi incorporado ao meio batata, dextrose, ágar (BDA) nas concentrações 50% e 100%, misturando-os para total homogeneização. Estes meios, contendo o extrato vegetal foram vertidos em placas de Petri com 85 mm de diâmetro, após solidificação do meio transferiu-se no centro das placas um disco micelial de 8 mm de diâmetro de *Pycnoporus sanguineus.*

Para avaliar o crescimento do fungo, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) contendo três tratamentos com cinco repetições cada. Os tratamentos foram duas concentrações do extrato vegetal (50% e 100%) mais uma testemunha, a qual continha apenas o meio BDA, sem adição de extrato. Estas placas foram armazenadas em estufa incubadora Biochemical O*xygen Demand* (BOD) a 25ºC no escuro.

2.2 **Avaliação do crescimento micelial**

O crescimento micelial dos fungos foram avaliados a cada 24 h a partir da incubação, por 7 dias. As avaliações foram realizadas com auxílio de um paquímetro graduado em milímetros, sendo realizadas pelo método das medidas diametralmente opostas.

O índice de crescimento micelial (ICM) foi calculado pela fórmula apresentada na Equação 01. Os resultados foram submetidos a análise de variância e posteriormente submetidas ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

$$ICM = \frac{C_1}{N_1} + \frac{C_2}{N_2} + \frac{C_3}{N_3} + \frac{C_n}{N_n} \qquad \text{(Eq. 01)}$$

Onde: C1, C2, C3, Cn = crescimento micelial das colônias na primeira, segunda, terceira e última avaliação; N1, N2, N3, Nn = número de dias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 **Índice de crescimento micelial**

Os valores do índice de crescimento micelial do fungo em relação a sua concentração encontram-se descritos na Tabela 1. Percebe-se que a adição do extrato reduziu o crescimento do fungo xilófago, nas duas concentrações testadas.

Tabela 1. Índice de crescimento micelial do fungo *Pycnoporus sanguineus* nas diferentes concentrações.

FUNGO	CONCENTRAÇÃO (%)	ICM
Pycnoporus sanguineus	0	83,01 c
	50	66,79 b
	100	53,08 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

A análise estatística indicou diferença significativa em nível de 5% de probabilidade entre o crescimento micelial do fungo para as diferentes concentrações. Pode-se observar que o tratamento com 100% do extrato apresentou maior poder inibitório, seguido pela concentração 50%. Sendo assim, o extrato aquoso de arruda mostrou-se eficiente à inibição do crescimento micelial, indicando potencial biopreservante.

Ao analisar crescimento micelial de *Cercospora calendulae*, apresentado por Nascimento et al. (2013), os autores concluíram que extrato de arruda na concentração 10000 mg/L^{-1} gerou um efeito inibitório de 30%. Em outro trabalho, realizado por Stangarlin et al. (1999) mostra que foram encontrados alguns compostos no extrato da folha de arruda (*Ruta graveolens*) que apresentaram atividades de inibição de crescimento micelial e esporulação de fungos fitopatogênicos como *Rhizoctonia solani, Sclerotium rolfsii e Alternaria alternata*.

Mesmo que os fungos citados sejam pragas agrícolas e não fungos decompositores da madeira, os dados corroboram com o presente estudo por confirmar o efeito fungicida do extrato, este que é perceptível até mesmo visualmente (Figura 1).

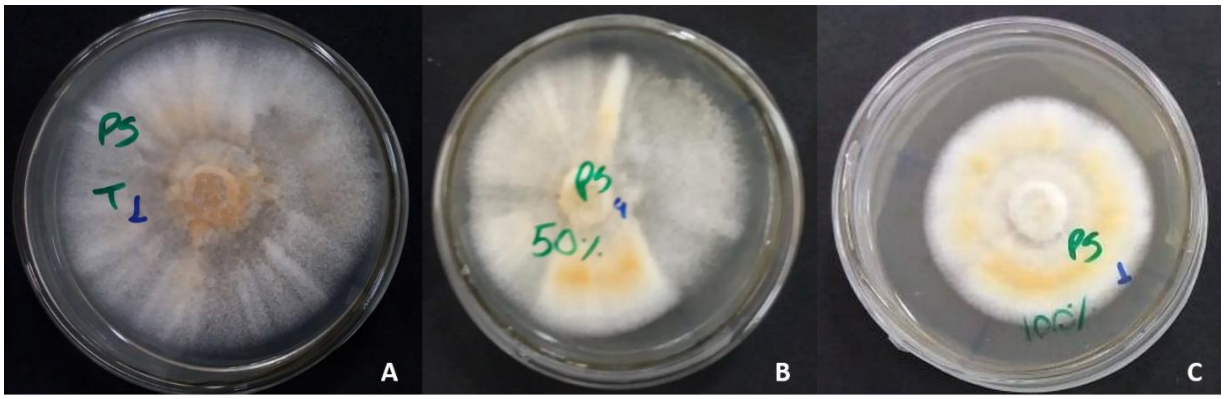


Figura 1. Crescimento micelial do fungo *Pycnoporus sanguineus:* A - testemunha; B - 50% extrato *Ruta graveolens*; C - 100% extrato *Ruta graveolens*.

A imagem ilustra o potencial tóxico do extrativo ao fungo apodrecedor *Pycnoporus sanguineus*, enquanto a testemunha preencheu completamente a placa em sete dias, as placas contendo o extrativo tiveram um crescimento reduzido. Essa constatação pode ser observada desde a menor concentração (50%) tornando-se ainda mais expressiva com o aumento da dose para 100%.

Na natureza, extratos vegetais produzem compostos voláteis que pode induzir, inibir a germinação ou o crescimento de microrganismos, desencadear alterações no desenvolvimento de plantas e fungos (FRENCH, 1992). Com a obtenção destes resultados preliminares, pode-se inferir que o extrato de arruda possui alguma substância capaz de inibir o crescimento micelial, ou seja, a formação de hifas que originam o desenvolvimento fúngico, etapa essencial para o processo que originará o ciclo reprodutivo do patógeno.

4. CONCLUSÕES

A redução no crescimento micelial do fungo *Pycnoporus sanguineus* a partir do extrato aquoso de arruda (*Ruta graveolens*), evidencia a existência de compostos

biologicamente ativos, com efeito fungitóxico. No entanto, é necessário novos estudos para a confirmação do resultado e ajustes nas concentrações, buscando a mais eficiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARILLARI, C.T. Durabilidade da madeira do gênero Pinus tratada com preservantes: avaliação em campo de apodrecimento. 68 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Esalq USP – Piracicaba, 2002.

BROCCO, V. F.; PAES, J. B.; COSTA, L. G.; ARANTES, M. D. C. Potential of teak heartwood extracts as a natural wood preservative. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, n. 4, p. 2093 - 2099, 2017.

FRENCH, R. C. Volatile chemical germination stimulators of rust and other fungal spores. **Mycologia,** v. 84, p. 277 - 288, 1992.

NASCIMENTO, J. M.; SERRA, A. P.; BACCHI, L. M.; GAVASSONI, W. L.; VIEIRA, M. C. Inibição do crescimento micelial de *Cercospora calendulae Sacc.* por extratos de plantas medicinais. Rev. Brasileira de plantas medicinais, vol. 15, n. 4, p.751-756, 2013.

OLIVA, A., LAHOZ, E., CONTILLO, R., & ALIOTTA, G. Fungistatic activity of Ruta graveolens extract and its allelochemicals. **Journal of chemical ecology**, v. 25, n. 3, p. 519 - 526., 1999.

RODRIGUES, E.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S.; FIORI-TUTIDA, A. C. G. Avaliação da atividade antifúngica de extratos de gengibre e eucalipto *in vitro* e em fibras de bananeira infectadas com *Helminthosporium* sp. **Acta Scientiarum,** Maringá, v. 28, n. 1, p.123 - 127, 2006.

ROWELL, R. M. **Handbook of wood chemistry and wood composites**. Madison: CRC press, 2012. 703 p.

SALMAN, H. A., VENKATESH, S., SENTHILKUMAR, R., KUMAR, B. G., & ALI, A. M. Determination of antibacterial activity and metabolite profile of *Ruta graveolens* against Streptococcus mutans and Streptococcus sobrinus. ***Journal of laboratory physicians***, v. 10, n. 3, p. 320, 2018.

STANGARLIN, J. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S.; NOZAKI, M. H. Plantas medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 2, n. 11, p. 16 - 21, 1999.

VENTUROSO, L. R. et al. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. Summa Phytopathologica, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 18-23, 2011.

Fauna edáfica: caracterização dos organismos em diferentes sistemas de uso do solo

Wild fauna: characterization of organisms in different soil use systems

Marieli Konig Grancke[1]
Taís Peruzzo Capeletti[1]
Eliara Marin Piazza[1]
Tainan Basso Balestrin[1]
Renata Chiuza Pietrobelli[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria – *Campus* Frederico Westphalen, Linha 7 de Setembro, s/n BR Km 40marieligrancke1012@gmail.com; taiscapeletti@hotmail.com; eliarapiazza@hotmail.com; tainanbasso@hotmail.com; eng.renatachiuza@gmail.com

Resumo: Muitas vezes, os levantamentos realizados sobre as populações da fauna edáfica não apresentam as diferenças reais sobre a quantidade de organismos presentes no solo. Muitas vezes isso acontece pela dificuldade encontrada em se instalar as armadilhas de coletas, utilizadas a esse experimento. Diante disso, para uma maior eficácia e também como alternativa aos métodos já existentes, foi avaliada o método Provid, proposto pela bióloga Zaida Antonielli et al (2006) para uma maior praticidade de implantação e de determinação do nível populacional de organismos edáficos. Para a realização deste trabalho utilizou-se este método com o objetivo de caracterizar os grupos de organismos existentes no solo de uma floresta nativa, de uma plantação de eucalipto e em uma lavoura de milho, na Universidade Federal de Santa Maria, campus Frederico Westphalen.
Palavras-chave: Fauna edáfica. Provid. Armadilha. UFSM.

Abstract. Often, surveys carried out on the populations of edaphic fauna do not present the real differences in the amount of organisms present in the soil. Often this happens because of the difficulty in installing the collection traps used in this experiment. Therefore, the Provid method, proposed by the biologist Zaida Antonielli et al. (2006) for a more practical implementation and determination of the population level of edaphic organisms, was evaluated for greater efficiency and as an alternative to existing methods. This method was used to characterize the groups of organisms in the soil of a native forest, a eucalyptus plantation and a maize crop at the Federal University of Santa Maria, Frederico Westphalen campus.
Keywords: Edaphic fauna. Provid. Trap. UFSM.

1. INTRODUÇÃO

O solo possui uma relação única e intrínseca com os seres que nele habitam, servindo principalmente como abrigo e fonte de nutrientes, além de conter diferentes mecanismos para o desenvolvimento e a permanência da vida destes seres no ambiente.

Por meio da biologia do solo, é possível estudar os organismos e suas inter-relações, a fim de compreender sua evolução, sua forma de manejo, bem como analisar a fauna edáfica no desenvolvimento dos agroecossistemas. “Os processos de um ecossistema são influenciados por uma gama de fatores incluindo clima, vegetação, solo e fauna” (WRIGHT; COLEMAN, 2000).

Diante disso, o uso de diferentes práticas culturais, assim como de distintas coberturas vegetais podem influenciar diretamente sobre a população da fauna

edáfica. Com relação a isso, a partir do momento em que se interfere na dinâmica da decomposição dos resíduos orgânicos do solo, automaticamente sua fauna edáfica realiza uma manutenção da cadeia alimentar e do fluxo energético (ANTONELLI, 2006).

Assad (1997, p. 364) define a “fauna edáfica como a comunidade de invertebrados que vivem permanentemente no solo ou que passa um ou mais ciclos de vida nele”. Essa fauna é dividida de acordo com seu tamanho corporal, a qual pode ser em micro, meso ou macrofauna. Dessa forma, fazendo a relação dos animais com as plantas, Brown et al (2006) afirma que os ajustes dos efeitos químicos, físicos e biológicos dos animais do solo e em seus procedimentos de precedência alimentar, como resíduos de raízes, deterioração de raízes e brotos, também influenciam o crescimento das plantas, ambos positivamente ou negativamente.

O status da sustentabilidade também pode ser definido pela fauna de invertebrados do solo e a estreita relação entre a fauna edáfica e a qualidade ambiental do solo demonstra a importância significativa desses organismos como responsáveis pela indicação do equilíbrio de funcionamento do sistema (LIMA et al., 2007).

Os organismos atuam no processo de transformação da matéria orgânica, na interação com outras espécies e na ciclagem de nutrientes, por isso, têm papel importante na identificação da qualidade do solo. “Dentre os organismos da fauna do solo, existem aqueles que influenciam direta ou indiretamente a disponibilidade de recursos para outros organismos, através da modificação do ambiente físico e químico” (ZATORRE, 2008, p. 10).

Por isso, conhecer o modo como os indivíduos de uma espécie distribuem-se em certa comunidade é considerado um dos primeiros passos para facilitar a compreensão sobre a as características da dinâmica de populações vegetais.

Nesse sentido, o objetivo do trabalho é caracterizar os grupos de organismos existentes em três tipos diferentes de solo: uma floresta nativa, uma plantação de eucalipto e uma lavoura de milho. Utilizando para isso os principais métodos de avaliação da fauna edáfica, assim como relacionar os fatores abióticos e bióticos do meio, analisar a qualidade do solo pelas espécies e quantidades de insetos encontrados em cada local onde foram colocas as armadilhas.

Para realizar esse estudo foi utilizado o método de Provid, que se caracteriza por ser uma “armadilha” com o objetivo de buscar amostras da fauna edáfica do solo. Por isso, este trabalho tem por objetivo quantificar os organismos da fauna em diferentes usos do solo.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O trabalho foi realizado no município de Frederico Westphalen, região Norte do Rio Grande do Sul, durante o mês de agosto de 2017. Foram escolhidas áreas distintas, com o objetivo de avaliar a quantidade de indivíduos nestes locais e quais as diferenças entre as populações.

As áreas se localizam na propriedade da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen e foram escolhidas a fim de tentar representar da melhor forma possível as diferenças que ocorrem nestes solos. Segue a classificação das áreas:

- Área 1: área da floresta nativa do campus; local com bastante folhas velhas em decomposição;
- Área 2: área de lavoura de milho; plantação realizada e colhida;
- Área 3: área de eucalipto plantada com idade de 8 anos.

Depois de conhecidas e identificadas às áreas, utilizou-se a Trampa Provid para a realização da coleta dos indivíduos, a qual foi idealizada pela bióloga Zaida Inês Antoniolli, juntamente com seus mestrandos e orientandos, da Universidade Federal de Santa Maria. Ela é constituída por uma garrafa pet de plástico, com capacidade de dois litros, contendo quatro aberturas na forma de janelas com dimensões de 6x4 cm de altura e 20 cm de base (Figura 1).

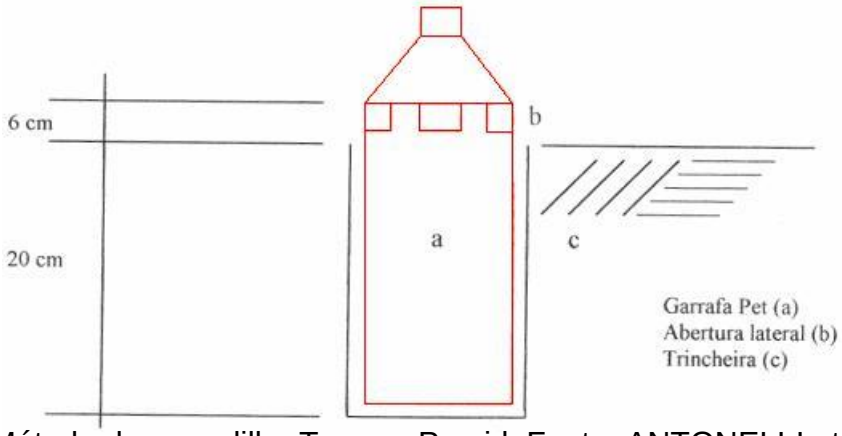


Figura 1. Método de armadilha Trampa Provid. Fonte: ANTONELLI et al (2006).

Em cada uma das áreas foram instaladas cinco amostras, totalizando assim quinze amostras. Estas permaneceram durante um período de sete dias, a qual foi realizada apenas uma coleta. No seu interior havia 200 ml de álcool 70% e mais 30% de detergente neutro.

Estas foram enterradas no solo de modo que as bordas dos frascos ficassem ao nível da superfície do solo. Após a coleta foi realizado a contagem e a identificação dos indivíduos encontrados em cada uma das amostras.

Para análise dos dados foi calculado o índice de Simpson (Equação 1):

$$C = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{S} n_i(n_i - 1)}{N(N-1)} \qquad \text{(Eq. 01)}$$

Em que:

C = índice de dominância de Simpson;

n_i = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie;

N = número total de indivíduos amostrados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os indivíduos do solo representam um papel muito importante, principalmente quando se trata de florestas. Estes são afetados por diferentes fatores, como temperatura, textura e umidade. Por isso, a fauna do solo pode dar as principais respostas que se procura sobre a qualidade do solo, principalmente por ser fácil e

econômica de medir e isso auxilia na tomada de decisões para um manejo ecológico mais sustentável do solo.

Depois da coleta e análise, foram contabilizados um total de 1266 indivíduos, dentre todas as áreas analisadas, por meio das 5 armadilhas colocadas em cada área (Tabela 1).

Tabela 1. Número de indivíduos por grupo taxonômico no tratamento floresta nativa, plantio de milho e eucalipto, considerando os pontos de amostragem.

Área 1 - Floresta Nativa						
Ordem	***P1***	***P2***	***P3***	***P4***	***P5***	**Total**
Aranae	9	5	7	7	6	**34**
Coleoptera	2	3	5	3	2	**15**
Collembola	36	12	24	18	15	**105**
Diptera	21	12	18	17	15	**83**
Hemiptera	2	3	3	2	3	**13**
Hymenoptera	13	12	12	14	11	**62**
Isoptera	3	3	4	5	5	**20**
Lepidoptera	1	0	0	0	0	**1**
Molusca	4	0	0	0	0	**4**
Orthoptera	2	3	2	2	2	**11**
Total	**93**	**53**	**75**	**68**	**59**	
Área 2 - Plantio de milho						
Ordem	***P1***	***P2***	***P3***	***P4***	***P5***	**Total**
Aranae	2	2	3	0	0	**7**
Coleoptera	5	7	9	3	0	**24**
Collembola	32	20	12	17	10	**91**
Diptera	10	14	12	12	11	**59**
Hemiptera	2	3	0	0	0	**5**
Hymenoptera	10	13	10	9	12	**54**
Isoptera	4	2	5	7	0	**18**
Lepidoptera	2	2	4	0	0	**8**
Molusca	0	0	0	0	0	**0**
Orthoptera	2	2	3	3	0	**10**
Total	**69**	**65**	**58**	**51**	**33**	
Área 3 - Plantio de Eucalipto						
Ordem	***P1***	***P2***	***P3***	***P4***	***P5***	**Total**
Aranae	7	5	6	7	4	**29**
Coleoptera	9	8	6	9	8	**40**
Collembola	103	100	75	95	80	**453**
Diptera	8	6	5	7	6	**32**
Hemiptera	2	2	3	0	0	**7**
Isoptera	3	3	3	0	0	**9**
Lepidoptera	0	0	0	0	0	**0**
Molusca	0	0	0	0	0	**0**
Orthoptera	1	1	1	1	1	**5**
Total	**148**	**138**	**115**	**131**	**110**	

Fonte: Autores (2017).

No tratamento 1, que é a área analisada Floresta Nativa, destaca-se em números de indivíduos os grupos taxonômicos Collembola, Diptera e Hymenoptera.

O grupo Collembola pertence, de acordo com pesquisadores, a Classe Insecta e, segundo Canhos (1998), se caracterizam por pequenos insetos sem asas e ametabolos (não sofrem metamorfose). São considerados bons indicadores de condições edáficas porque em meio a sua grande abundância, sustentam inúmeras cadeias tróficas ao servirem de alimento para vários artrópodes em desenvolvimento. São pouco conhecidos, principalmente porque não passam de 5 mm de tamanho.

O segundo grupo, Diptera, é um dos grupos de insetos que possui a maior diversidade, tanto de espécies quanto ecologicamente. Compreende moscas, mosquitos e afins e se mantém de uma forma mais eficaz em ambiente aquático, no qual ocorre o estágio larval.

O terceiro grupo mais encontrado neste tratamento foi o Hymenoptera que tem como principais representantes as abelhas, vespas, marimbondos, mamangavas e formigas. O grupo inclui uma impressionante diversidade de formas, tamanhos e hábitos de vida e alguns pesquisadores defendem que esta ordem é provavelmente a mais benéfica de toda a classe dos insetos, principalmente pelas abelhas, que são os mais importantes agentes polinizadores da natureza.

Os outros grupos que apareceram nesse tratamento foram os Aranae, que pertence a classe Arachnida, que inclui espécies de aranhas ou aracnídeos; os Coleoptera, que são uma ordem de insetos conhecidos como besouros; os Hemiptera que fazem parte da ordem os insetos conhecidos como percevejos, barbeiros e cigarras; os Isoptera, que compreende a classe popularmente designadas por cupim; os Lepidoptera, uma ordem de insetos que inclui especialmente as borboletas; Molusca, que são os moluscos e os Orthoptera, que são uma ordem de insetos que possuem as asas superiores retas e coriáceas e pertencem a esta ordem os insetos conhecidos popularmente como grilos, gafanhotos, esperanças e paquinhas.

O maior índice de indivíduos nesse tratamento é representado pelo grupo taxonômico Collembola, que totalizou 105 espécies entre as 5 armadilhas. Esse fenômeno se dá pelo fato dessa espécie ser facilmente encontrada em solos úmidos, principalmente entre musgos e sob folhas caídas. Eles se alimentam de vegetais ou animal em decomposição, como algas e fungos.

No tratamento 2, identificado pela lavoura de milho, os grupos taxonômicos mais encontrados também foram o Collembola, Diptera, Hymenoptera. Aqui se percebe que o Collembola teve o maior índice de indivíduos, totalizando 91 dentre as 5 armadilhas analisadas. Isso se deve também pela característica do solo destinado a plantação do milho.

Essa cultura é exigente com relação a água, tendo uma quantidade diferente de água consumida em cada etapa do desenvolvimento. Os organismos da espécie Collembola provavelmente se desenvolveram mais nesta área pela incidência de água durante o desenvolvimento e também pela matéria em decomposição, fruto da colheita do milho.

No tratamento 3, que é a plantação de eucalipto, o grupo mais encontrado também foi a Collembola, com 453 indivíduos, seguida da Hymenoptera com 67 e da Coleoptera com 40, que foi a única que se diferenciou das outras duas áreas e que se caracteriza por insetos como besouros e joaninhas.

Algo que se percebe nessa área é que ele teve uma presença exorbitante do grupo Collembola, com uma amostra de 453. Isso se deve às condições do plantio de eucalipto que possui menor competição entre espécies e indivíduos, às condições climáticas e a incidência de luz e matéria orgânica.

Diante disso, dentro da análise buscamos entender também quais os índices de diversidade de espécies encontrados em cada área. Este refere-se à variedade de espécies de organismos vivos de uma determinada comunidade, habitat ou região.

No trabalho o índice utilizado para verificar esses dados foi o de dominância de Simpson que “mede a probabilidade de dois indivíduos, selecionados ao acaso na amostra, pertencer à mesma espécie” (BROWER & ZARR, 1984, p.154). Por meio dele foi possível afirmar que o plantio em mata nativa possui maior diversidade de espécies, considerando que seu índice varia de 0 a 1, onde valor mais próximos de 1 indica maior diversidade (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado índice de dominância Simpson, nas diferentes áreas analisadas.

Ponto	Floresta nativa	Plantio de Milho	Floresta de Eucaliptos
1	0,071	0,063	0,053
2	0,023	0,055	0,046
3	0,046	0,044	0,032
4	0,038	0,034	0,042
5	0,029	0,014	0,029
Total	**0,207**	**0,211**	**0,202**
D-1	**0,792**	**0,789**	**0,798**

Fonte: Autores (2017).

O resultado da maior diversidade ser da mata nativa se deve ao fato desta possuir maior diversidade de espécies plantadas, mais matéria orgânica e serapilheira, se deve também a dispersão de sementes e a maior diversidade de fauna e flora, ou seja, a biodiversidade do local é maior do que as outras áreas.

4. CONCLUSÕES

As constatações que chegamos ao final da análise das áreas foram que, primeiramente, o método Provid possui confiabilidade para ser utilizado a campo para coleta dos organismos da fauna edáfica, sendo de fácil manuseio e trazendo resultados eficazes.

Além disso, as espécies que mais apareceram nas três áreas foram Collembola, Diptera, Hymenoptera e na plantação de eucalipto apareceu também a espécie Coleoptera.

Pela análise percebeu-se um número grande de espécies encontradas em cada área, contudo, a maior diversidade foi encontrada na área mata nativa, principalmente por ser um ecossistema que não sofre ou sofre muito pouca intervenção na sua cobertura vegetal. Diante disso, percebe-se que os sistemas agroflorestais deveriam ser melhores do que as monoculturas para a conservação da diversidade biológica porque os sistemas agroflorestais são estruturalmente mais diversos (CORREIA, 2002).

O menor índice de diversidade encontrado na área da plantação de milho e de eucalipto pode ser atribuído ao fato desses sistemas representarem também

sistemas monoculturistas de exploração vegetal, o que caracteriza uma menor serrapilheira e consequentemente uma menor reserva orgânica que aumentariam a quantidade e a diversidade de espécies nesses ambientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONELLI, Z. I. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 407-417 407, 2006.

ASSAD, M. L. L. Fauna do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M., (Eds) **Biologia dos solos dos cerrados.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. Field and laboratory methods for general ecology. 2ª ed. Dubuque: Wm. C. Publishers, 226p. 1984.

BROWN, G.G., et al. In: GAMA, R. et al. (Eds.) **Sistemas Agroflorestais:** Bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense - RJ, 2006.

CANHOS, V. P. 1998. Grupo de Trabalho Temático: Microrganismos e Biodiversidade de Solos BDT. In: **Estratégia Nacional de Diversidade Biológica**. Campinas: Unicamp.

CORREIA, M. E. F. Relações entre a diversidade da fauna de solo e o processo de decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas. Seropédica: Embrapa Agroecologia. 18p. (Documento 156).

LIMA, S. S. de et al. Diversidade da macrofauna edáfica em agroflorestas de diferentes estádios sucessionais. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 2, n. 2, 2007.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Circular Técnica:** Estudos de Solos do Município de Frederico Westphalen, RS. Pelotas, set, 2011.

WRIGHT, C. J. ; COLEMAN, D. C. Cross-site comparison of soil microbial biomass, soil nutrient status, and nematode trophic groups. **Pedobiologia**, n.44, p.2-23, 2000.

ZATORRE, N. P. Atributos biológicos do solo como indicadores de qualidade do solo. **Gaia Scientia**, v. 2(1): p. 9 – 13, 2008.

Viabilidade de aplicação do Método GUT para classificação de áreas sob erosão em reservatórios de usinas hidrelétricas

Feasibility of applying the GUT method for classification of areas with erosion in hydroelectric power plants reservoirs

Junior Joel Dewes[1]
Rita dos Santos Sousa[2]
Fabrício Jaques Sutili[3]

[1] Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Santa Maria; E-mail: juniordewes2011@gmail.com

[2] Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Santa Maria; E-mail: ritasousa.ufsm@gmail.com

[3] Docente da Universidade Federal de Santa Maria, Campus Santa Maria: E-mail: fjsutili@gmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade do Método GUT (Gravidade, Urgência, Tendência) em classificar áreas submetidas a diferentes condições e intensidades de erosão ao longo das margens de um reservatório de uma usina hidrelétrica. O objeto de estudo é o reservatório da Usina Hidrelétrica de Itá, localizada no município de Itá, SC. A partir do levantamento a campo avaliaram-se 20 áreas submetidas a erosão. Em cada área foram levantadas as seguintes variáveis: inclinação, cobertura superficial, altura do talude, tipo de solo, circulação de gado, presença de árvores instáveis e outros tipos de erosão (sulcos, ravinas). As variáveis observadas foram pontuadas em relação à Gravidade, Urgência e Tendência em uma escala de 1 (menos problemático) a 5 (mais problemático). A multiplicação dos 3 fatores de cada variável e a soma de todas as variáveis resultou na pontuação total de cada área avaliada. O método permitiu diferenciar e classificar as áreas avaliadas em ordem prioritária de intervenção. Portanto, o método mostrou-se eficiente na diferenciação dos processos erosivos vigentes em cada área, podendo ser aplicado à dinâmica lacustre em outras regiões do país. No entanto, o processo de pontuação demanda certo nível de experiência por parte do avaliador.
Palavras-chave: Engenharia Natural, dinâmica lacustre, perda de solo, conservação da natureza

Abstract: The aim of this work was to evaluate the viability of the GUT method (Severity, Urgency, Tendency) for areas classification submitted to different conditions and intensities of erosion along the banks of a hydroelectric plant reservoir. The object of study is the hydroelectric plant of Itá reservoir, located in the municipality of Itá, SC. From the field survey were evaluated 20 areas with erosion. In each area the following variables were observed: slope, soil cover, slope height, soil type, livestock circulation, presence of unstable trees and other types of erosion (furrows, ravines). The observed variables were scored in relation to the severity, urgency and tendency on a scale of 1 (less problematic) to 5 (more problematic). The multiplication of the 3 factors of each variable and the sum of all variables resulted in the total score of each evaluated area. The method allowed to distinguish and classify the evaluated areas in priority order of intervention. Therefore, the method proved to be efficient in the differentiation of the existing erosive processes in each area and could be applied to the lake dynamics in other regions of the country. However, the scoring process requires a certain level of experience of the evaluator.
Key words: Soil Bioengineering, lake dynamics, soil loss, nature conservation

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui um dos maiores potenciais hídricos do mundo (Freitas e Coimbra, 1998). Segundo a ANA (2016), o país apresenta um total de 22.920 reservatórios de água cadastrados, sendo 21.796 classificados como espelhos d'água de reservatórios artificiais para geração de energia elétrica e usos múltiplos, ou seja, decorrentes de barragens construídas pelo homem.

A execução de barragens e a criação de grandes reservatórios modifica a dinâmica fluvial e hidráulica do local (Hacker e Johannsen, 2012; Sales et al., 2017). Um dos problemas decorrentes de barramentos é a perda de solo e vegetação ao longo das margens dos reservatórios pela ação paulatina, mas constante, das ondas formadas pelo vento na superfície do lago. Como forma de amenização, o empreendedor responsável pelo reservatório deve intervir tecnicamente para o cumprimento do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório, bem como da manutenção da faixa de mata ciliar que, atualmente, é de 30 m, segundo o Novo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012).

No entanto, o comportamento dos processos erosivos não se dá de forma linear ao longo de todo o reservatório. O poder erosivo junto às margens pode ser influenciado por inúmeros fatores como o tipo, coesão e resistência do solo, largura do reservatório, altura das ondas, frequência e velocidade do vento, cobertura superficial dos taludes, dentre outros. A combinação destes fatores contribui para o estabelecimento de diferentes intensidades de erosão ao longo das margens, o que condiciona a maiores taxas de perdas de solo em alguns trechos.

Esta condição leva à necessidade de mapeamento e classificação destes trechos sob erosão, a fim de hierarquizar as áreas mais problemáticas e prioritárias de intervenção do ponto de vista do controle dos processos erosivos vigentes. Uma técnica potencial para este tipo de abordagem é a utilização do Método GUT (Gravidade, Urgência, Tendência) (Fáveri e Silva, 2016; Hékis et al., 2013).

O Método GUT apresenta grande simplicidade de aplicação (Meireles, 2001) e consiste na pontuação dos fatores Gravidade, Urgência e Tendência relacionados a determinado problema ou variável (Periard, 2011). A Gravidade abrange os impactos que poderão advir da não resolução do problema; a Urgência considera o tempo disponível para a resolução e a Tendência analisa o comportamento futuro de evolução ou redução do problema (Daychoum, 2012; Hékis et al., 2013). Segundo Hékis et al. (2013), a cada fator (G, U, T) é atribuída uma pontuação de 1 a 5, na qual o número 1 e 5 representam a condição menos e a mais problemática, respectivamente.

Este método foi desenvolvido inicialmente para tomada de decisões, priorização e resolução de problemas no setor da indústria (Kepner e Tregoe, 1981). No entanto, o método também pode ser aplicado a inúmeros outros campos de atuação, conforme relatado por Lopes et al., 2018.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade do Método GUT em classificar áreas submetidas a diferentes condições e intensidades de erosão ao longo das margens de um reservatório de uma usina hidrelétrica.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1. **Descrição da área em estudo**

A área objeto de estudo deste trabalho localiza-se ao longo do reservatório da Usina Hidrelétrica de Itá (UHE Itá), cuja usina é operada pela empresa franco-belga

Engie Brasil Energia. O empreendimento hidrelétrico está situado no rio Uruguai na divisa entre os estados de Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS). O barramento principal e a casa de força encontram-se localizados próximos do município de Itá (SC) e Aratiba (RS) (27°16' S e 52°23' W).

O reservatório da UHE Itá possui 760 km de perímetro e 141 km² de área total (Consórcio Itá, 2000). Os municípios limítrofes mais importantes são Itá, Aratiba, Marcelino Ramos, Severiano de Almeida, Peritiba e Arabutã (Eletrosul, 1988).

2.2. **Método GUT (Gravidade, Urgência, Tendência)**

Para aplicação do método GUT, percorreu-se todo o perímetro do reservatório com o uso de barco e identificaram-se os trechos de margem com ocorrência de erosões. Estas áreas foram nomeadas levando em consideração o posicionamento em relação à margem (MD: margem direita; ME: margem esquerda) do rio Uruguai.

A visita ao reservatório para reconhecimento das áreas ocorreu em outubro de 2017. Na ocasião foram observadas as seguintes variáveis em cada área: Inclinação do talude inferior e do talude superior (°); Cobertura superficial do talude inferior, talude superior e terreno natural (%) (avaliação realizada de forma visual); Tipo de solo do talude inferior e talude superior; Altura do talude superior (m); Presença de gado; Presença de árvores instáveis na crista do talude superior; Outros tipos de erosão (sulcos, ravinas, voçorocas).

A nomenclatura para diferenciação dos segmentos do terreno segue a metodologia proposta por Dewes et al. (2018), conforme representado na Figura 3.

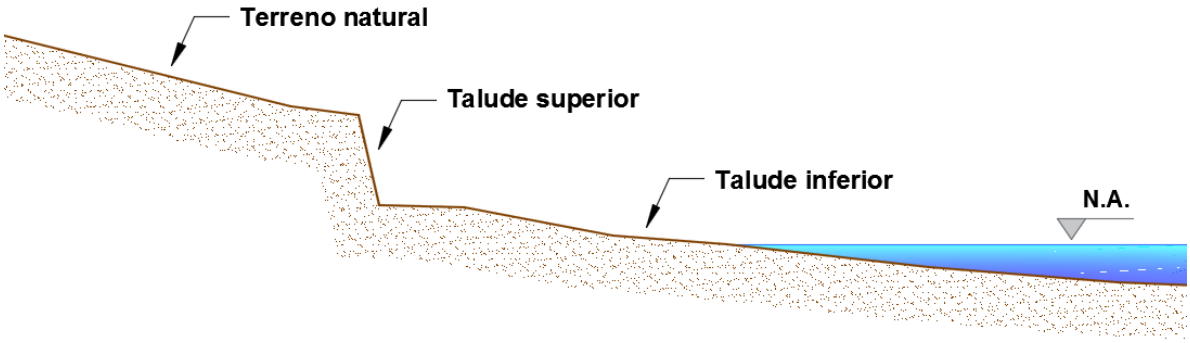


Figura 3 – Nomenclatura utilizada para os diferentes segmentos do terreno próximos do reservatório de água. Fonte: Dewes et al. (2018).

Para aplicação do método GUT foram escolhidas aleatoriamente 20 áreas. A partir das variáveis quantificadas a campo foi realizada a classificação das mesmas, conforme apresentado na Tabela 1 e Figura 4.

Tabela 1 – Tabela para determinação da pontuação GUT de cada área.

VARIÁVEIS SOB ANÁLISE	G GRAVIDADE	U URGÊNCIA	T TENDÊNCIA	GUT
Aspectos técnicos e ambientais				
Variável i	G_i	U_i	T_i	$G_iU_iT_i$
Variável i+1	G_{i+1}	U_{i+1}	T_{i+1}	$G_{i+1}U_{i+1}T_{i+1}$
Variável n	G_n	U_n	T_n	$G_nU_nT_n$
Aspectos sociais e outros				
Variável i	G_i	U_i	T_i	$G_iU_iT_i$
Variável i+1	G_{i+1}	U_{i+1}	T_{i+1}	$G_{i+1}U_{i+1}T_{i+1}$
Variável n	G_n	U_n	T_n	$G_nU_nT_n$
SOMA				$\sum$ ***GUT***

Figura 4 – Método GUT com atributos de pontuação para cada variável.

Os intervalos definidos para a atribuição da pontuação para as diferentes variáveis podem ser observadas na Tabela 22 e Tabela .

Tabela 2 – Intervalos das variáveis observadas para atribuição da pontuação GUT.

Inclinação dos taludes (°)		Cobertura superficial (%)		
Talude inferior	Talude superior	Talude inferior	Talude superior	Terreno natural
Até 5,0	Até 30,0	Até 10,0	Até 10,0	Até 10,0
5,1 - 10,0	30,1 - 45,0	10,1 - 35,0	10,1 - 35,0	10,1 - 35,0
10,1 - 15,0	45,1 - 60,0	35,1 - 60,0	35,1 - 60,0	35,1 - 60,0
15,1 - 20,0	60,1 - 75,0	60,1 - 85,0	60,1 - 85,0	60,1 - 85,0
>20,0	>75,0	>85,0	>85,0	>85,0

Tabela 3 - Intervalos das variáveis observadas para atribuição da pontuação GUT.

Tipo de solo		Altura (m)	Erosão	Gado	Árvores instáveis	
Talude inferior	Talude superior					
Rocha/Saprólito	Rocha/Saprólito	Até 1,0	Splash	Presente	Poucas	1 - 7
Argiloso/saprólito	Argiloso/saprólito	1,1 - 2,0	Laminar	Ausente	Várias	>7
Argiloso	Argiloso	2,1 - 3,0	Sulcos	-	Ausente	-
Franco	Franco	3,1 - 4,0	Ravinas	-	-	-
Arenoso/siltoso	Arenoso/siltoso	>4,0	Voçorocas	-	-	-

As variáveis para cada área foram pontuadas em relação à gravidade, urgência e tendência, sendo atribuído um número de 1 (menos problemático) a 5 (mais problemático). A partir da pontuação total obtida para cada área realizou-se a classificação decrescente das mesmas.

A presente análise considerou somente aspectos técnicos e ambientais, já que prejuízos de cunho social não foram observados durante o levantamento a campo.

O tratamento e análise dos dados foram realizados com a ajuda do pacote Microsoft Excel 2010.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta os dados levantados a campo para as 20 áreas consideradas.

Pode-se observar que a inclinação do talude inferior variou de 10,0° até 21,7°, o que resulta em uma amplitude de 10,7°. Este segmento do terreno encontra-se sob influência direta da oscilação do nível de água do reservatório e, portanto, submetido à ação paulatina e constante das ondas formadas na superfície do reservatório. À medida que o nível de água é rebaixado, o solo erodido é arrastado para dentro do reservatório, o que resulta na formação de pequenas praias que apresentam baixas inclinações (denominado efeito *beaching*).

Por outro lado, a inclinação do talude superior variou de 40,2° até 80,7°, resultando em uma amplitude de 40,5°. Este segmento do terreno apresenta maiores inclinações do talude em comparação ao talude inferior devido à queda e desmoronamento de solo à medida que ocorre a erosão no talude inferior pela ação das ondas. A presença de raízes de gramíneas e de vegetação arbórea no topo do talude superior aumenta a estruturação e fixação do solo, o que contribui para a existência de inclinações maiores.

Na análise da cobertura superficial do solo foi considerada a presença de vegetação arbustiva, arbórea e herbácea, presença de pedras, troncos e/ou galhos. Pode-se observar que praticamente 50% das áreas levantadas apresentaram algum tipo de cobertura superficial no talude inferior e superior, ou seja, os segmentos do terreno sob influência direta do nível do reservatório.

Na maioria dos casos esta cobertura foi caracterizada pela presença de blocos de pedras, os quais permanecem na superfície do terreno após erosão do solo propriamente dito em seu entorno, como pode ser observado na Figura 3 .

Quanto ao terreno natural, todas as áreas apresentaram boa cobertura superficial do solo (100%). Os tipos de cobertura mais comumente observados

foram de mata ciliar, gramíneas com indivíduos arbóreos isolados e capoeira em estágio avançado de regeneração.

Tabela 4 – Dados médios obtidos para cada área com base no levantamento de campo (TI: talude inferior; TS: talude superior; TN: terreno natural).

Área	Inclinação (°)		Cobertura (%)			Solo		Altura (m)	Erosão	Gado	Árvores instáveis
	TI	TS	TI	TS	TN	TI	TS				
MD 01	13,0	65,6	30	50	100	Argiloso	Argiloso	3,1	-	-	Várias
MD 02	19,0	71,0	90	30	100	Argiloso	Argiloso	1,5	-	-	Poucas
MD 03	21,7	74,0	80	80	100	Argiloso	Argiloso	1,7	Sulco	Sim	Várias
MD 04	10,8	54,2	0	90	100	Argiloso	Argiloso	1,1	-	-	Poucas
MD 09	14,8	40,2	0	0	100	Argiloso	Argiloso	5,0	Sulco	-	-
MD 12	19,4	63,0	0	0	100	Argiloso	Argiloso	0,9	-	-	Poucas
MD 13	20,3	79,7	30	5	100	Argiloso	Argiloso	0,9	-	-	Várias
ME 01	14,0	54,0	30	30	100	Argiloso	Argiloso	0,6	-	-	-
ME 03	11,5	64,5	0	0	100	Argiloso	Argiloso	1,2	-	-	Poucas
ME 05	11,3	59,7	0	0	100	Argiloso	Argiloso	1,5	-	-	Várias
ME 06	10,5	53,5	0	100	100	Argiloso	Argiloso	1,5	-	-	-
ME 08	10,0	58,0	0	0	100	Argiloso	Argiloso	1,5	-	-	Poucas
ME 09	17,5	71,0	60	60	100	Saprólito	Argiloso	1,6	Sulco	Sim	Várias
ME 10	11,0	80,0	0	60	100	Argiloso	Argiloso	0,6	-	-	Poucas
ME 12	12,5	73,0	10	0	100	Argiloso	Argiloso	0,6	-	-	Poucas
ME 13	13,5	80,0	2	0	100	Argiloso	Argiloso	1,2	-	-	Poucas
ME 15	18,3	69,3	40	0	100	Argiloso	Argiloso	0,7	-	Sim	Várias
ME 16	16,3	80,7	50	0	100	Argiloso	Argiloso	0,8	-	-	Várias
ME 18	14,3	42,7	8	0	100	Argiloso	Argiloso	2,4	Sulco	-	Várias
ME 20	21,0	68,5	0	0	100	Argiloso	Argiloso	0,7	-	-	Poucas

Figura 3 – Presença de pedras cobrindo de forma parcial superficialmente o talude inferior na Área ME 15 (à esquerda). Solo de constituição argilosa na Área ME 03 (à direita). Fotografias: Junior J. DEWES.

Os solos presentes em todas as áreas, exceto no talude inferior da área ME 09 (saprólito), devido ao estágio avançado de erosão são de constituição argilosa, como representado na Figura 3 . Estes tipos de solo ocorrem com frequência ao longo das margens do reservatório da UHE Itá (Eletrosul, 1988).

A altura do talude superior variou de 0,6 m até 5,0 m de altura, acarretando em uma amplitude de 4,4 m entre as áreas avaliadas.

Em algumas áreas foram ainda observados agravantes adicionais que favorecem a ocorrência de processos erosivos, como a circulação de gado, a formação e erosão em sulcos e a presença de árvores em condições de instabilidade na crista do talude superior, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – Circulação de gado e agravamento dos processos erosivos na Área ME 09 (à esquerda). Árvore em condições de instabilidade geotécnica na crista do talude superior da Área MD 03 (à direita). Fotografias: Junior J. DEWES.

A Figura 5 apresenta a pontuação GUT organizada em ordem decrescente, para todas as áreas avaliadas neste estudo. Os resultados obtidos a partir da Tabela 1 representam a condição atual (gravidade), a rapidez necessária para a correção (urgência), bem como a expectativa de evolução ou estagnação (tendência) dos processos erosivos em cada área.

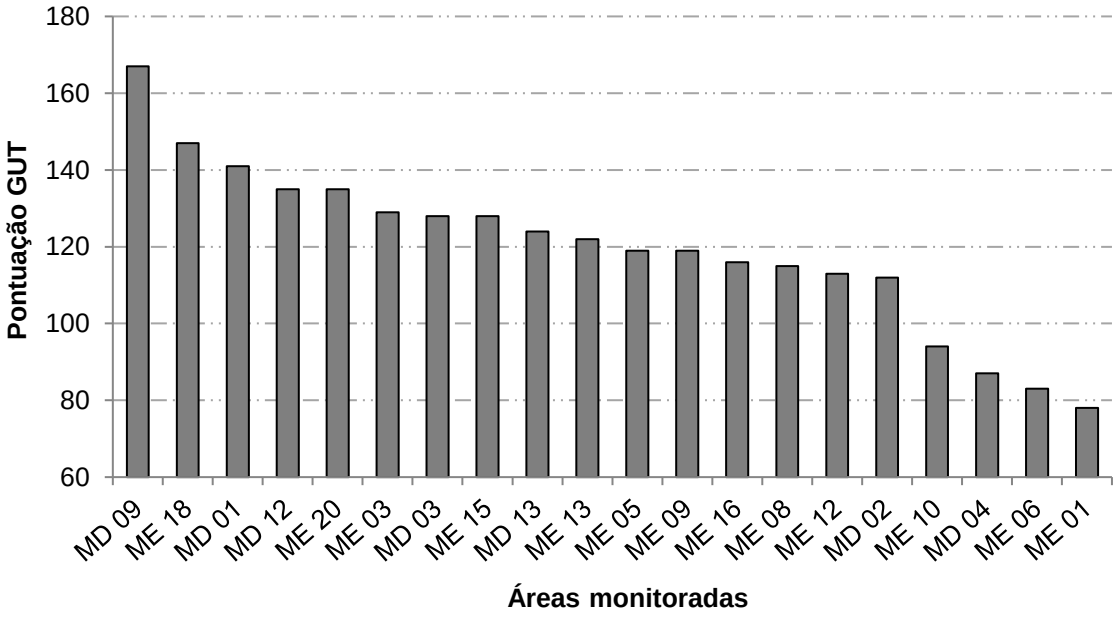


Figura 5 – Classificação decrescente e pontuação GUT total obtida para todas as áreas analisadas.

A área MD 09 apresentou a maior pontuação (167) dentre todas as áreas analisadas, seguida da área ME 18 (147) e MD 01 (141). As áreas com menor pontuação foram constatadas para a ME 01 (78), seguida de ME 06 (83), MD 04 (87) e ME 10 (94). Portanto, as áreas MD 09 e ME 01 apresentam a maior e a menor necessidade de intervenção, respectivamente.

A classificação de diferentes problemas por meio do método GUT pode ser compreendida como uma ferramenta de gestão útil para a tomada de decisões, locação de recursos e avaliação de pontos prioritários de correção (Fáveri e Silva, 2016; Hékis et al., 2013). Para este caso concreto, a classificação obtida pode servir de base para a elaboração de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), dentre outros. Serve também como ferramenta para análise espacial, ou seja, as regiões ao longo do reservatório nas quais os processos erosivos são mais intensos. Isto demonstra o potencial e aplicabilidade do método em reservatórios de usinas hidrelétricas, na ausência de métodos de classificação mais quantitativos.

A análise das áreas pelo método GUT mostrou-se interessante, pois permite a inclusão, ou inclusive exclusão, de variáveis na análise. Isto demonstra uma grande flexibilidade e potencial do método em adaptar-se às fisionomias e particularidades de diferentes locais.

Além das variáveis avaliadas neste estudo, é importante a inclusão de outras variáveis, quando se fizer necessário, como ocorrência de movimentos de massa, riscos a edificações e/ou infraestrutura, perda de área de uso econômico e/ou recreativo, grande impacto visual, dentre outros.

A classificação de áreas com estes tipos de processos erosivos deve ser realizada em um intervalo máximo de um ano, tendo em vista que a deflagração de novas formas de perda de solo pode levar à reclassificação das áreas e consequente prioridade de intervenção.

O controle de perdas de solo nas margens de reservatórios devido ao embate das ondas pode ser realizado com técnicas de Engenharia Natural.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que o método de pontuação GUT (Gravidade, Urgência, Tendência) mostrou-se viável para aplicação em monitoramento qualitativo de áreas submetidas a processos erosivos em reservatório de usina hidrelétrica. As pontuações obtidas para cada área permitiram classificar as mesmas quanto à condição da erosão vigente em cada local.

Os resultados de monitoramento obtidos pelo método GUT são úteis para nortear a escolha de áreas prioritárias de intervenção, o que é interessante no planejamento e execução de obras de recuperação de áreas degradadas (RAD).

Apesar de simples e de fácil aplicação, o processo de pontuação pode envolver grande subjetividade na análise, o que demanda certo nível de experiência prática por parte do avaliador.

A aplicação deste método em reservatórios de água possui caráter inovador e pode ser replicado em outras regiões do país.

AGRADECIMENTOS

À Engie Brasil Energia pelo apoio financeiro e concessão de bolsa e à Real Topografia pela assistência durante o levantamento de dados a campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Relatório de segurança de barragens 2016**. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas (ANA), 2017. 225 p.

BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012**. Proteção da vegetação nativa. Brasília, DF, maio 2012. 29 p.

CNEC — CONSÓRCIO NACIONAL DE ENGENHEIROS CONSULTORES S.A. Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica de Itá: IR2 - RT - RE1 – CN – 13, 1988.

CONSÓRCIO ITÁ. **Itá: Memória de uma Usina**. Itá: Ed. Takano, 2000. 169 p.

DAYCHOUM, M. **40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento**. Rio de Janeiro: Brasport, 2012. v. 4. 360 p.

DEWES, J. J.; SOUSA, R. S.; SUTILI, F. J. **Metodologia para monitoramento de processos erosivos nas margens do reservatório da UHE Itá**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM): Laboratório de Engenharia Natural (LabEN), 2018. 14 p.

FÁVERI, R.; SILVA, A. Método GUT aplicado à gestão de risco de desastres: uma ferramenta de auxílio para hierarquização de riscos. **Revista Ordem Pública e Defesa Social**, Florianópolis, v. 9, p. 93 – 107, 2016.

FREITAS, M. A. V.; COIMBRA, R. M. **Perspectivas da hidrometeorologia no Brasil**. In: Tópicos em hidrometeorologia no Brasil. (S.I.): INMET: GHF-Ambiental: Sociedade Brasileira de Meteorologia: ANEEL, 1998.

HACKER, E.; JOHANNSEN, R. **Ingenieurbiologie**. Stuttgard: Eugen Ulmer KG, 2012. 383 p.

HÉKIS, H. R.; SILVA, A. C.; OLIVEIRA, I. M. P.; ARAUJO, J. P. F. Análise GUT e a gestão da informação para tomada de decisão em uma empresa de produtos orgânicos no Rio Grande do Norte. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, v. 34, p. 20 – 32, 2013.

KEPNER, C. H.; TREGOE, B. B. **O administrador racional**. São Paulo: Atlas, 1981. 222 p.

LOPES, M. A.; REIS, E. M. B.; DEMEU, F. A.; MESQUITA, A. A.; ROCHA, A. G. F.; PELEGRINI, D. F.; FARIA, J. G. K.; JUNIOR, F. E. P. T. Uso de ferramentas de gestão na atividade leiteira: um estudo multicascos em Uberlândia, MG. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, v. 39, p. 73 – 86, 2018.

MEIRELES, Manuel. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente**. São Paulo: Arte & Ciência, 2001. v. 1. 144 p.

PERIARD, G. **Matriz GUT: Guia Completo** Disponível em: <http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>. Acesso em: 11 ago. 2018.

SALES, M. M.; CARVALHO, J. C.; MASCARENHA, M. M. A.; LUZ, M. P.; SOUZA, N. M.; ANGELIM, R. R. (Org.) **Erosão em borda de reservatório**. Goiânia: Gráfica UFG, 2017. 621 p.

9.4 TRABALHOS DE FITOSSOCIOLOGIA

Análise de risco e conflitos da vegetação sob linhas de transmissão de energia elétrica como subsídio para manutenção

Risk analysis and vegetation conflicts under electric power lines as subsidy for maintenance

Leandro Blunk[1]
Samara Welter Duarte[1]
Tatiele Anete Bergamo Fenilli[1]
Julio Cesar Refosco[1]
Moacir Marcolin[1]
Diogo Soliman Medeiros[2]

[1]Universidade Regional de Blumenau - FURB, Blumenau/SC.
leandro.blunk@gmail.com[1], swduarte0@gmail.com[2], tfenilli@furb.br[3], refosco@furb.br[4], marcolin@furb.br[5]

[2]Companhia Estadual de Energia Elétrica – CEEE, Porto Alegre/RS, diogom@ceee.com.br[6]

Resumo: O sistema de transmissão de energia elétrica demanda monitoramento e manutenção da vegetação interferente com linhas de transmissão. Diversos fatores somados ao uso indevido de áreas abaixo ou próximas de linhas acarretam falhas na transmissão. Considerando a necessidade do monitoramento, os recursos geotecnológicos são ferramentas eficientes que auxiliam na tomada decisões. O presente estudo tem por objetivo avaliar áreas de risco em relação à vegetação em uma linha de transmissão no Rio Grande do Sul. O estudo apresenta um modelo gerado através do cruzamento de dados matriciais da declividade do terreno, uso e ocupação do solo e distanciamento entre torres, sendo que cada variável influencia independentemente no modelo, recebe um peso para cada classe de cada variável. O produto final resultou em um mapeamento das áreas propensas a conflitos da vegetação com a linha de transmissão, indicando um quantitativo espacial de áreas prioritárias ao monitoramento da vegetação que, pode ser usado aliado ao levantamento florístico que permite conhecer a composição de espécies determinando assim melhores práticas de manutenção.
Palavras-chave: faixa de servidão, manutenção, sistema de informações geográficas, vegetação.

Abstract: Electric power transmission systems demands monitoring and maintenance of the vegetation. Several factors associated to the improper use of the areas under or near the lines lead to transmission failures. Considering the need for monitoring, geomatic resources are efficient tools that help making decisions. The main objective of the present study was to evaluate the risk areas in relation to vegetation in an electric power line in Rio Grande do Sul. The study presents a model generated through the cross-reference of the land slope, land use and occupation, and distance between towers, each variable independently influencing the model, assigning a weight for each class of each variable. The final product resulted in a mapping of the risk areas to vegetation conflicts with the transmission line, indicating a spatial quantitative of priority areas to the monitoring of the vegetation that can be allied to the floristic survey that allows to know the composition of species, thus determining better maintenance.
Key words: right of way, maintenance, geographic information system, vegetation

1 INTRODUÇÃO

O sistema elétrico de potência brasileiro é caracterizado por uma cadeia composta pelas atividades de geração, transmissão e distribuição de energia, devendo garantir confiabilidade, qualidade e segurança (Lopes 2013; ONS, 2018).

Para garantir a qualidade do sistema elétrico brasileiro criou-se o sistema interligado nacional (SIN), o qual apresenta uma rede hidro-térmico-eólico, com presença de linhas de transmissão de energia elétrica (LT's).

As linhas de transmissão de energia elétrica (LT's) percorrem grandes extensões e abrangem diferentes usos do solo, fitofisionomias, relevos, influenciando diretamente na constituição e manutenção das LT's (Rosa, 2014). Esses fatores interferem na perda da qualidade, confiabilidade, segurança e pelas falhas na distribuição de energia elétrica (Lopes, 2013).

As falhas ou interrupções na transmissão dependem de um conjunto de fatores, sendo estes relacionados principalmente à geometria do contato entre as árvores e condutores, número de condutores envolvidos, tipo de árvore (relacionado a condutividade da madeira), altura da árvore, temperatura, umidade relativa do ar, e podas realizadas impropriamente (Wischkaemper et al. 2008). Dessa forma, a realização de manutenções se torna fundamental para minimizar os conflitos gerados pela vegetação em linhas de transmissão (Ulrich, 1987; Xavier et al. 2007).

Estudos sobre a estrutura da vegetação, relevo, uso do solo, através de dados de sensoriamento remoto integrados em um sistema de informações geográficas (SIG) tornam-se fundamentais para determinar a melhor prática de manutenção da vegetação e verificar áreas potenciais de riscos para ocorrência de desligamentos. Dessa forma, o presente estudo tem por objetivo avaliar áreas potenciais de risco relacionadas a fatores ambientais e estruturais em uma LT no sul do Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 **Caracterização da área**

O estudo foi desenvolvido no estado do Rio Grande do Sul em uma Linha de Transmissão de Energia Elétrica (LT) pertencente à empresa CEEE (Companhia Estadual de Energia Elétrica). A LT possui uma extensão de 65 quilômetros e percorre 14 municípios, entre Farroupilha e Novo Hamburgo.

A área está inserida na bacia hidrográfica do Rio Guaíba, com altitudes variando de 300 a 600 metros (Alvares et al. 2014) e entre as coordenadas (subestações de Scharlau e Farroupilha) 29°43'0.45"S, 51° 8'57.47"W e 29°13'15.67"S, 51°19'28.20"W. Conforme a classificação de Köppen, a área de estudo apresenta clima do tipo Cfa, úmido em todas as estações do ano, verão quente e moderadamente quente. A temperatura média anual varia de 9 °C a 26 °C com precipitação total anual variando de 1.600 a 2.200 mm bem distribuídos durante todo o ano e umidade relativa variando de 60 a 85% (Alvares et al. 2014).

O relevo varia de ondulado a forte ondulado e os solos predominantes constituem-se de NEOSSOLO Litólico e NEOSSOLO Regolítico (Embrapa, 2006). A vegetação da região estudada está inserida no bioma Mata Atlântica compreendendo as regiões fitoecológicas Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Decidual e Área de Tensão Ecológica (IBGE, 2012).

2.2 **Coleta de Dados**

Para avaliação das áreas de riscos utilizou-se as seguintes informações: imagem de satélite através do *software* Google Earth; modelo digital de elevações SRTM; dados vetoriais das torres e LT; dados vetoriais do uso do solo (Figura 1).

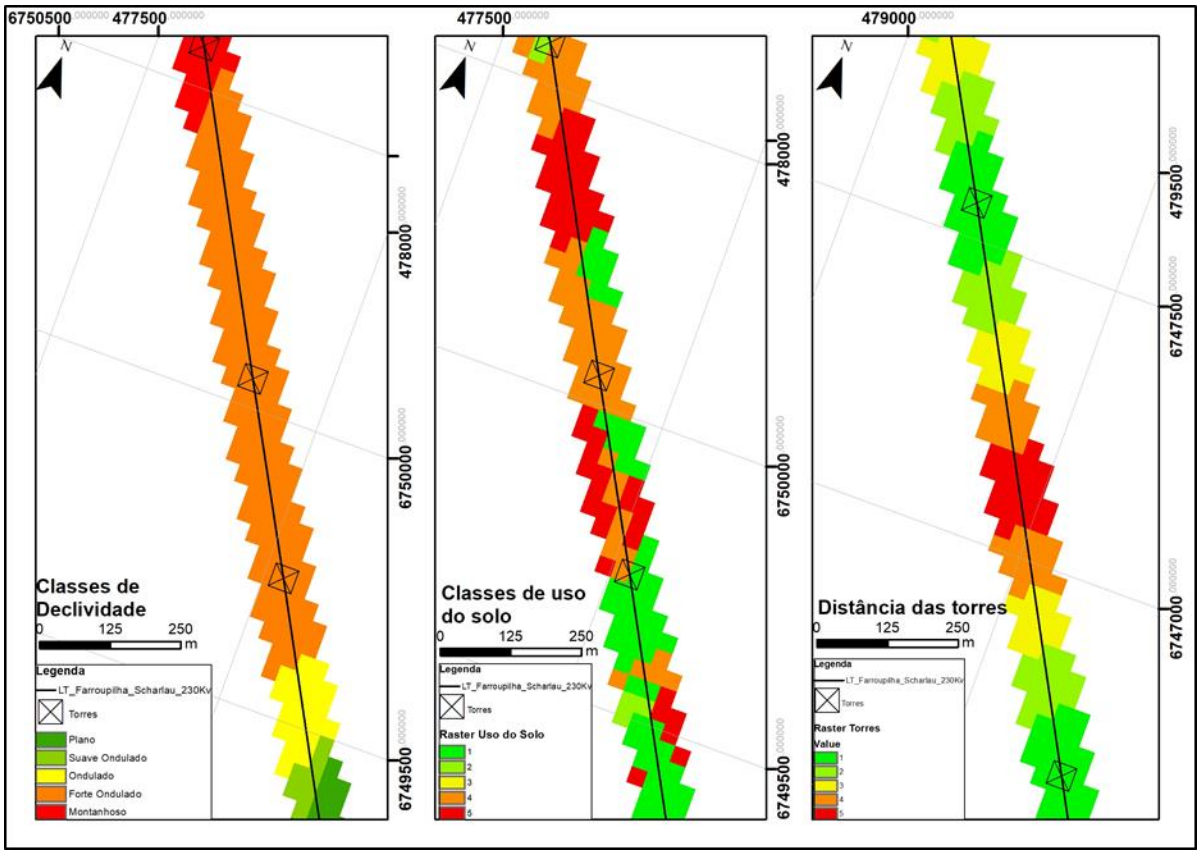


Figura 1. Representação do raster de declividade, uso do solo e distância das torres em uma Linha de Transmissão de Energia Elétrica, no sul do Brasil.

Inicialmente obteve-se as imagens georreferenciadas pelo Google Earth, a fim de realizar o mapeamento do uso do solo. As classes foram definidas de acordo com o Manual Técnico do Uso da Terra (IBGE, 2013). Os dados de relevo obtidos através do projeto TOPODATA (referência) foram gerados através do Modelo Digital de Elevação (MDE), elaborados a partir de dados SRTM (*Shutle Radar Topography Mission*), disponibilizados pelo USGS. O traçado da LT e a posição das torres foram obtidos com a concessionária.

Em sequência foram definidos os pesos das variáveis, relacionadas ao risco e conflitos da LT com a vegetação. Neste caso, utilizou-se três variáveis: uso do solo; classes de declividade; e vão entre as torres. Para cada variável foi aplicada uma escala de valores com cinco graduações de risco de conflito com a linha (1 = menor risco de desligamento; 5 = maior risco de desligamento). Além disso, foi definida a participação de cada variável no cruzamento dos dados, sendo que o uso do solo participa com 50%; e classe de declividade e tamanho do vão com 25%, respectivamente.

A declividade do terreno foi gerada a partir de imagens SRTM, fornecidas pelo INPE. Após a delimitação do raster foi realizado a reclassificação da declividade utilizando a ferramenta *Spatial Analyst* do *software* ArcGis, sendo atribuído o valor de 1 (menor declividade) a 5 (maior declividade) (Embrapa, 2006) (Tabela 1).

Posteriormente foi determinado a distância entre as torres, permitindo identificar as áreas com maior propensão a conflitos da LT com a vegetação. Para gerar os polígonos das classes de distâncias das torres utilizou-se a ferramenta *Multiple*

Rings Buffer com pesos de 1 (menor conflito) a 5 (maior conflito) (Tabela 1). Em sequência o vetor foi transformado para raster.

Tabela 1. Variáveis, classes e pesos atribuídos para determinar as áreas de risco em uma Linha de Transmissão de Energia Elétrica no sul do Brasil.

Variável	Classes	Peso Atribuído Risco de conflito com a LT	Raster Calculator
Declividade do Terreno	0 a 3% Plano	1	50% de Importância
	3 a 8% Suave Ondulado	2	
	8 a 20% Ondulado	3	
	20 a 45% Fortemente Ondulado	4	
	>45% Montanhoso	5	
Distanciamento das torres	0 a 110 m	1	25% de Importância
	110 a 220 m	2	
	220 a 330 m	3	
	330 a 440 m	4	
	440 a 550 m	5	
Uso do Solo	Agricultura, Subestação, Vias, Lagos/Lagoas, Hidrografia, Pastagens	1	25% de Importância
	Antropizado, industrial	2	
	Floresta Nativa (estágio inicial)	3	
	Floresta Nativa (estágio inicial a médio)	4	
	Floresta Nativa (estágio médio a avançado), Reflorestamentos	5	

Por fim, foi realizado o mapa de uso com imagens Landsat 8 através do *software* Google Earth. Para determinar a área da LT, foi realizada a vetorização da faixa de servidão, considerando uma escala de 1:1500, e uma faixa de 100 metros de largura (50 metros em cada lado, partindo do centro da LT). Da mesma forma que as outros atributos, considerou-se um peso de 1 (pastagem) a 5 (reflorestamento e floresta nativa) (Tabela 1).

Com os arquivos raster configurados com as classes de peso e equivalência no tamanho dos *pixels* (30,0 m), aplicou-se a ferramenta *Raster Calculator* da extensão *Spatial Analyst* do programa ESRI/ArcMAP. permitindo cruzar as variáveis, através da sobreposição das informações contida em cada *pixel* de cada variável. Além dos pesos de cada classe cada variável possui seu grau de importância, este valor (porcentagem) foi embutido na fórmula e aplicado no *Raster Calculator:*

[(Declividade * 0,5) + (Uso do solo * 0,25) + (Distâncias das torres * 0,25)]

Para auxiliar a interpretação dos resultados foi realizado levantamento florístico da vegetação na área de estudo. Foram instaladas paralelamente ao vão principal da LT 25 parcelas de 300 m² (10 m x 30 m). Em cada parcela foram registrados todos os indivíduos vivos do estrato arbóreo-arbustivo com CAP (circunferência a

altura do peito) igual ou superior a 15 cm e altura superior a 1,3 m. As espécies foram devidamente coletadas e identificadas.

2.3 **Análise de Dados**

O processamento de dados foi realizado através do *software* ArcGIS versão 10.4 para a edição dos dados vetoriais e para o processamento de dados matriciais (*raster*). Acho que poderia dizer aqui que a análise de dados foi realizada através de análise visual dos resultados cotejados com dados de manutenção da LT especializados sobre a linha.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As classes de risco de conflito foram graduadas entre 1 a 5, apresentando 5,6% de baixo risco (1), 38,8% das áreas de baixo/médio risco (2), 40,1% de médio risco (3), 15,5% de médio/alto risco (4) e 0,1% de alto risco (5) (Figura 2).

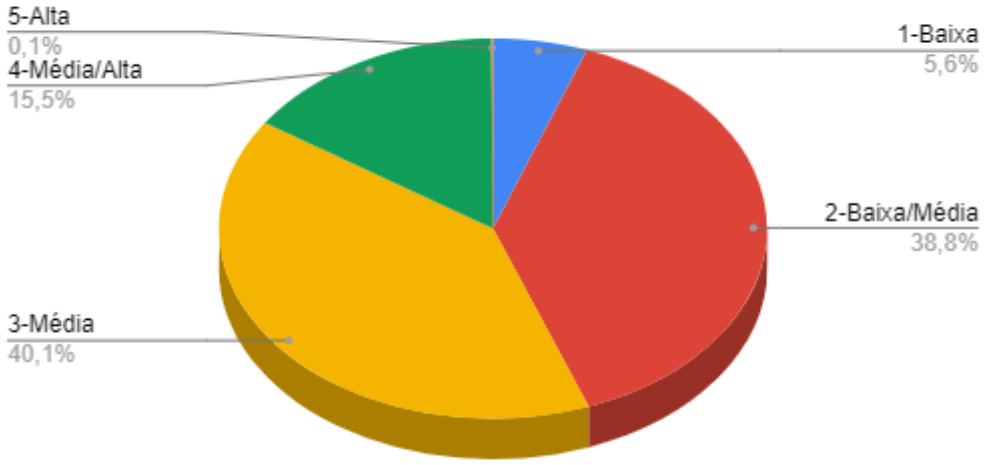


Figura 2. Avaliação das taxas de riscos de desligamento em uma Linha de Transmissão de Energia Elétrica no sul do Brasil.

A distribuição das classes apresenta-se variada ao longo da área de estudo. Considerando que as classes 2 (baixa a média propensão (acho que devemos padronizar isso, ou usa sempre risco de conflito ou usa sempre propensão de conflito. Eu acho melhor usar risco já que está no título) e 3 (alta propensão) são compostas principalmente por manchas de floresta nativa em estágio médio de regeneração e reflorestamentos (Eucalipto e Acácia), verifica-se que o uso do solo teve grande influência na identificação destas áreas em função do porte da vegetação nativa e altura dos reflorestamentos. O modelo proposto gerou um indicativo quantitativo e espacial de áreas propensas a riscos da vegetação a linha de transmissão.

A partir dos valores atribuídos para cada variável gerou-se um mapa síntese no formato raster, permitindo identificar as possíveis áreas de riscos na linha de transmissão de energia elétrica (Figura 3).

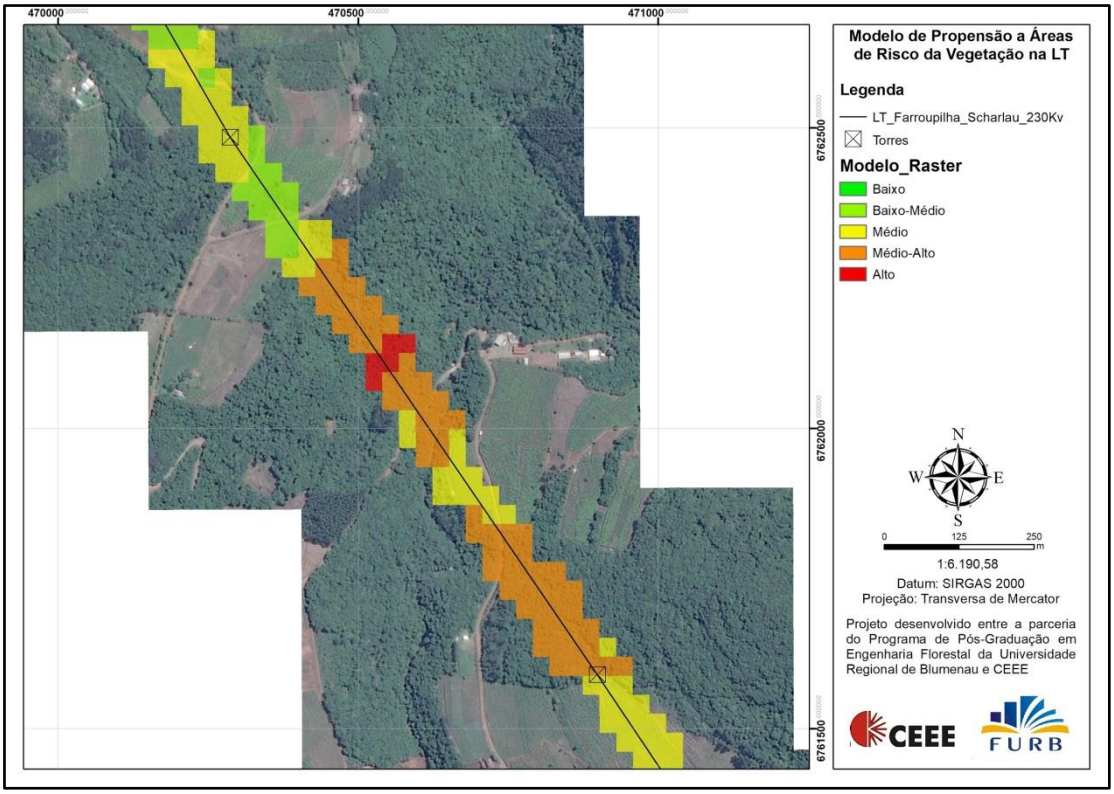


Figura 3. Modelo de propensão a áreas de risco da vegetação em uma Linha de Transmissão de Energia Elétrica no sul do Brasil.

Partindo do pressuposto de que 15,6% da área total encontra-se em áreas de alta/média propensão de risco de desligamento de acordo com a vegetação presente no entorno ou sob a linha de transmissão avaliou-se a composição florísticas destas áreas. Dentre os pontos de alto risco de desligamento podemos citar o trecho entre as torres 214 a 268, caracterizando de acordo com IBGE (2012) áreas pertencentes a Floresta Estacional Decidual.

De forma geral, foram amostrados 1.087 indivíduos (1.907 ind ha^{-1}) distribuídos em 82 espécies, 67 gêneros e 35 famílias botânicas. Dentre as espécies com maior densidade e presente em mais de 50% das parcelas observou-se a presença de *Cupania vernalis* Cambess., *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Luehea divaricata* Mart. & Zucc., *Sambucus australis* Cham. & Schltdl., e *Myrsine umbellata* Mart.. Estas espécies são classificadas como pioneiras, com exceção de *N. megapotamica* (Secundária Tardia), portanto verifica-se um padrão de espécies de rápido crescimento em áreas potenciais de risco. A partir disso observa-se que o corte de espécies como *N. megapotamica* não terá tanta influência nos desligamentos como as restantes. Portanto é necessário um conhecimento prévio sobre a florística local visando otimizar o processo de manutenção e realizar o corte de plantas alvos que possam gerar conflitos com as Linhas de Transmissão.

Dessa forma o levantamento florístico torna-se uma ferramenta complementar para determinar as melhores práticas de manutenção. Levar em consideração a época de corte e influências ambientais pode ser um fator a mais a ser estudado para determinar o melhor período de corte.

4. CONCLUSÃO

O estudo propõe um método para auxiliar no monitoramento e gestão da faixa de servidão de linha de transmissão de energia elétrica. O sistema de informações geográficas permite cruzar as informações relevantes para determinar as áreas de riscos.

O mapa temático das áreas propensas a riscos da vegetação indica o gradiente de áreas que devem ser monitoradas e estudadas com mais detalhe.

Vale destacar que o modelo usa dados de declividade obtidas de um arquivo raster com 30 m de resolução espacial, podendo ser aperfeiçoado com a obtenção de dados mais precisos de relevo. O mesmo deve ser aplicado ao uso do solo, com a obtenção de imagens atualizadas.

O modelo permite ainda as concessionárias planejar melhor suas ações preventivas e evitar o uso de novas áreas para silvicultura, que possuem potencial de risco a linha de transmissão.

Além disso a inclusão de levantamentos florísticos permite indicar as espécies alvos e portanto manter a conservação dos ecossistemas locais e diminuir os conflitos com as Linhas de Transmissão.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). 2006. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasília: EMBRAPA, 2ed. 2006, 286 p.

ESRI – Environmental Systems Research Institute (Estados Unidos). What's new in ArcGIS 10.4. Tópico de ajuda ArcGIS Desktop 10.4. Licenciado 2018. CD-ROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2013. Manual Técnico de Uso da Terra. Rio de Janeiro: IBGE, 3ed. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro: IBGE, 2ed. 2012, 275 p.

LOPES, R da F. Otimização do Processo de Manutenção de Faixas de Serviço de Linhas de Média e Alta Tensão. 2013. 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2013.

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico: Sobre o SIN. NOS, 2018. Disponível em:< http://www.ons.org.br/ >Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

ROSA, D.M. Sistema LiDAR portátil terrestre: Estudos e aplicações Florestais. 2014. 31p. Programa de Educação Continuada (Especialização em Gestão Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 2014.

WISCHKAEMPER, J.A.; BENNER, C.L.; RUSSEL, B.D. Electrical Characterization of vegetation contacts with distribution conductors – Investigation of progressive fault behavior. **IEEE Transactions on power delivery**, 2008.

ULRICH, E.S. Utility line clearance in our urban forests. **Journal Arboriculture**, v. 13, n.2, p. 62–64, 1987.

XAVIER, F.A. da S. et al. Manejo da Vegetação sob linhas de transmissão de energia elétrica na Serra de Baturité. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 4, p. 351-364, 2007.

Avaliação do efeito de borda e cobertura do dossel sobre as espécies de *Ilex paraguariensis* A.St.–Hil. e *Cedrella fissilis* Vell. em diferentes fragmentos florestais na Floresta Nacional de Três Barras – SC.

Evaluation of the border effect and canopy cover on the species of *Ilex paraguariensis* A.St.–Hil. and *Cedrella fissilis* Vell. in different forest fragments in the Floresta Nacional de Três Barras – SC.

Bruna Hellen Ricardo[1]
Karine Petter da Silva[1]
Maurício Sedrez dos Reis[2]
Alexandre Siminski[1]

[1]Universidade Federal de Santa Catarina – Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Rod. Ulysses Gaboardi, Km 3. bruna.hr@posgrad.ufsc.br; s.karine@posgrad.ufsc.br

[2]Universidade Federal de Santa Catarina – Centro de Ciências Agrárias, Rod. Admar Gonzaga, 1346. Itacorubi msedrez@gmail.com

Resumo: A Floresta Ombrófila Mista é um ecossistema que apresenta diversas espécies arbóreas representativas, tais como a *Ilex paraguariensis* A.St.–Hil. e *Cedrella fissilis* Vell. Há poucos estudos que relatem a influência de fatores ambientais sobre a distribuição destas espécies. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi verificar a ocorrência de efeito de borda sob as espécies e analisar a cobertura do dossel em dois fragmentos: um de floresta nativa (F.N.) e um de floresta plantada (F.P.), na Floresta Nacional de Três Barras-SC. A amostragem se deu através da instalação de seis transectos de 50m x 5m em dois talhões selecionados, nos quais foram levantados todos os indivíduos das duas espécies, mensurada a cobertura do dossel, e aferidas medidas de temperatura de cada fragmento. Os parâmetros fitossociológicos apresentaram maior densidade de indivíduos de *I. paraguariensis* (p=0,02245) em F.P. Para cobertura do dossel e temperatura, não houve significância estatística e relação entre a entrada de luminosidade e distribuição dos indivíduos das espécies. A correlação de Pearson não apresentou relação linear entre a distribuição dos regenerantes e a cobertura do dossel. Sugere-se aumento na área de amostragem para que haja possibilidade de inferência dos fatores ambientais.
Palavras-chave: unidade de conservação, área protegida, floresta ombrófila mista, levantamento fotossociológico.

Abstract: The Mixed Ombrophilous Forest is an ecosystem that features several representative tree species, such as *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil. and *Cedrella fissilis* Vell. Few studies report the influence of environmental factors on the distribution of these species. The objective of this work was to verify the occurrence of border effect over the species and to analyze the canopy cover in two fragments: one of native forest (FN) and one of planted forest (PF), in the Floresta Nacional de Três Barras-SC. The sampling of his by installing six 50m x 5m transects in two selected fragments. All individuals of the two species were surveyed, measured the canopy cover, and gauged temperature measurements of each fragment. The phytosociological parameters showed higher density of *I. paraguariensis* (p = 0.02245) in F.P. For canopy cover and temperature, there was no statistical significance and relation between the entrance of luminosity and distribution of the individuals of the species. The Pearson correlation did not present a linear relationship between the regenerant distribution and the canopy cover. It is suggested an increase in the sampling area so that there is possibility of inference of environmental factors.
Key Words: conservation unit, protected area, mixed ombrophilous forest, phytosociology.

1. INTRODUÇÃO

O processo de fragmentação florestal no bioma Mata Atlântica no Brasil, é evidente deste os primórdios da colonização por imigrantes europeus. A conversão de sua terra para diversos fins, em especial o uso madeireiro e agrícola, reduziu significativamente as porções originais de floresta, comprometendo sua funcionalidade (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2009).

Na Floresta Ombrófila Mista (FOM), formação florestal integrante da Mata Atlântica, a fragmentação ocorreu principalmente pela extração seletiva de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) descaracterizando a fitofisionomia anterior desta floresta, a qual era marcada pela forte presença desta espécie (KLEIN, 1960). Em alguns estados, como Santa Catarina, é possível encontrar remanescentes da FOM os quais tem relativa importância por possibilitar uma gama de estudos sobre sua estrutura e manejo (KLAUBERG et al., 2010).

Ademais, a FOM abriga inúmeras espécies arbóreas representativas tais como *Ilex paraguariensis* A.St.–Hil. (Aquifoliaceae) e *Cedrella fissilis* Vell. (Meliaceae), ocorrentes no sub-bosque e, de elevado potencial econômico, tendo ocasionado, historicamente, sua superexploração no estado de Santa Catarina, em especial *C. fissilis* para produção madeireira. A fragmentação pode levar a redução no número de indivíduos de uma espécie, bem como o comprometimento de seu fluxo gênico (KAGEYAMA et al., 1998).

Diante destas considerações, justifica-se a importância de estudos na FOM, com enfoque na demografia e fitossociologia, de forma a contribuir com estratégias de conservação desta formação florestal, abrangendo não somente sua espécie-chave, *A. 262ngustifólia*, mas as demais arbóreas igualmente expressivas.

Tendo em vista que algumas áreas florestais no estado de Santa Catarina caracterizadas como FOM apresentam diferentes estruturas em sua cobertura vegetal, entre elas, áreas com presença de fragmentos de floresta nativa – mata com araucárias – e áreas com plantio desta espécie, hipotetiza-se que haja diferença na distribuição de *I. paraguariensis* e *C. fissilis* nestes fragmentos afetados positiva ou negativamente por efeitos de borda e cobertura de dossel. Desta forma, o presente estudo objetivou levantar indivíduos de *I. paraguariensis* e *C. fissilis* em diferentes estágios de crescimento, presentes nos tipos de fragmentos citados e comparar características entre as áreas quanto àqueles efeitos ambientais.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Área de estudo**

O local de estudo encontra-se em área interna da Floresta Nacional de Três Barras (FLONA Três Barras), Unidade de Conservação (UC) inclusa na categoria Floresta Nacional e no grupo Uso Sustentável, de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (BRASIL, 2000). A FLONA (Figura 1) encontra-se totalmente inserida no município de Três Barras, estado de Santa Catarina, tendo como marcos geográficos o Rio Canoinhas à oeste e o Rio dos Pardos à nordeste. Localiza-se entre as coordenadas 26°09’ e 26°16’ de latitude Sul e, 50°15’ e 50°20’ de longitude oeste (ICMBIO, 2016). A formação florestal ocorrente na área da FLONA Três Barras é a FOM, em remanescentes

apresentando diversos estágios de sucessão, além de áreas com plantio de nativas em sistema homogeneizado e sistema diversificado.

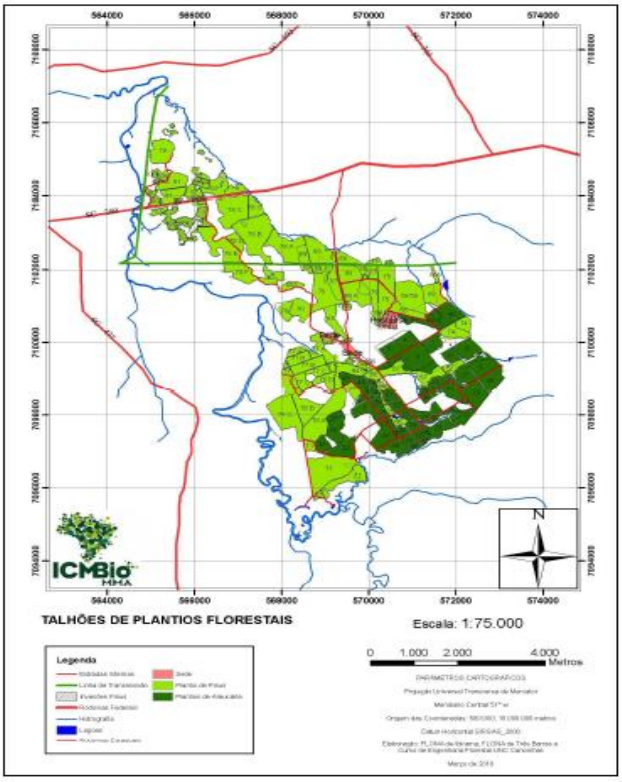


Figura 1. Mapa de talhões florestais da FLONA Três Barras.

2.2 **Amostragem da área e levantamento da vegetação**

Dois talhões de área florestada, sendo um de Floresta Nativa (F.N.) e outro de Floresta Plantada (F.P.) ambos com presença da espécie chave *A. angustifolia*, foram selecionados para amostragem. Em cada talhão, foram abertos três transectos de 50m x 5m (250m²) com o auxílio de fita métrica, os quais foram divididos em subparcelas de 5m x 5m (25m²) para a coleta de dados (Figura 2).

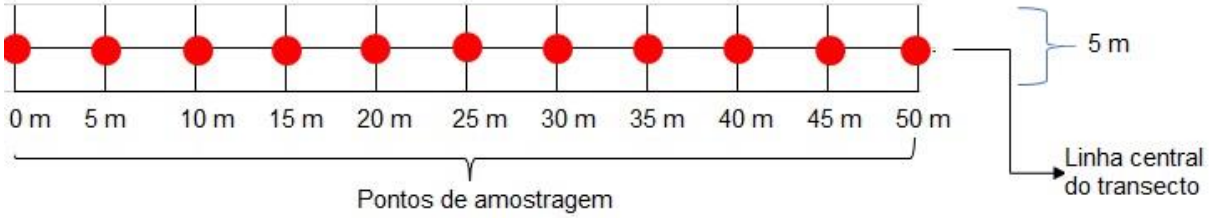


Figura 2. Representação da estrutura de um dos transectos e de seus pontos de amostragem. Cada subparcela possui 25m².

Foram levantados todos os indivíduos de *I. paraguariensis* e *C. fissilis* de cada subparcela, sendo realizado a aferição do diâmetro à altura do peito (DAP) para os maiores de 3 cm, com o auxílio de suta e também a altura estimada de todos os indivíduos. Ainda, levantou-se os indivíduos das outras espécies vegetais presentes nas subparcelas com DAP superior à 3 cm.

2.3 **Cobertura de dossel e efeito de borda**

Com uso de densiômetro esférico convexo a 1,0m do solo, foram aferidas quatro medidas: Norte, Sul, Leste e Oeste no início de cada subparcela, totalizando 11 leituras em cada transecto. Ainda, no início e final de cada transecto foi aferida a temperatura do ar com uso de termômetro. Os dados da abertura do dossel e temperatura foram usados para discutir o possível efeito de borda nos talhões.

2.4 **Análise de dados**

Os dados obtidos em campo foram tabelados, sendo que, para cada transecto foram calculados os parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas. Também foram avaliados os estágios de desenvolvimento dos regenerantes de *I. paraguariensis*, *C. fissilis* sendo enquadrados conforme classificação adaptada de Paludo et al. (2009) onde: a) regenerantes b) classe II (indivíduo com DAP, não reprodutivo), c) classe III (indivíduos com DAP >10cm, não reprodutivos) e d) adultos (indivíduos com DAP >20cm, ou apresentando estruturas reprodutivas – independente se masculinas ou femininas). Os dados de cobertura do dossel foram submetidos ao teste ANOVA e ao teste *t* de Student, para comparação das médias de abertura. As analises foram feitas através dos *softwares* Past, Palaentological statistics (2001) e R, R Core Team (2014). Utilizou-se ainda análise através da matriz de correlação de Pearson para a distribuição dos indivíduos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos seis transectos amostrados, foram levantados 337 indivíduos arbóreos e arbustivos, entre I. *paraguariensis*, *C. fissilis* e demais espécies com DAP>3. Destes, 114 indivíduos de *I. paraguariensis* e 3 de *C. fissilis* foram encontrados somando os dois talhões. Para *I. paraguariensis* no total 79 indivíduos foram classificados como regenerantes e 31 como Classe I (Figura 3).

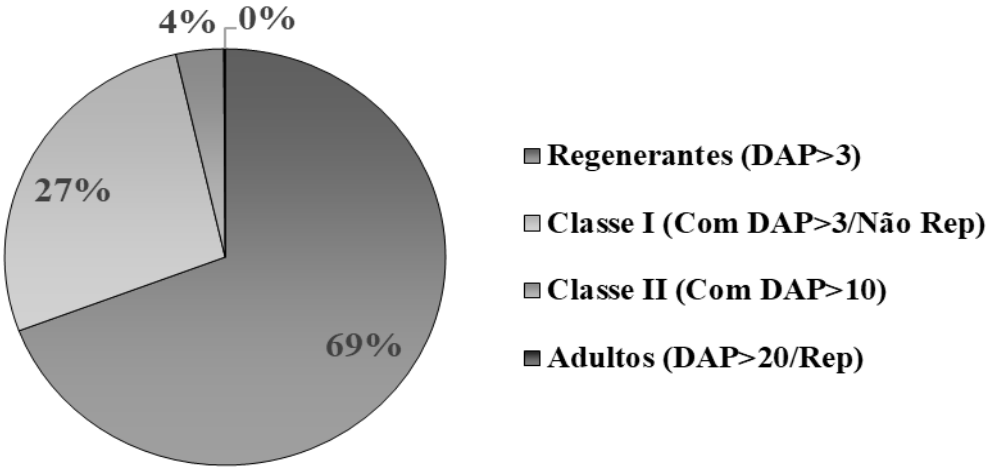


Figura 3. Classes de indivíduos de *I. paraguariensis* em F.N. e F.P. onde: Regenerantes (n=79) indivíduos com DAP>3; Classe I (n=31) indivíduos com DAP>3 não reprodutivo; Classe II (n=4) indivíduos com DAP>10; Adultos (n=0) indivíduos com DAP>20 e reprodutivos

Houve diferença significativa pelo teste ANOVA entre os talhões (p=0,02245), onde F.P. apresentou maior número de indivíduos na classe de regenerantes do que F.N. Nenhum talhão apresentou indivíduos adultos. Para *C. fissilis,* somente três indivíduos foram amostrados, sendo um adulto e dois regenerantes. Ao todo, foram encontradas mais plântulas regenerantes de *I. paraguariensis* em F.P. (n61) em comparação com F.N. (n53). Destas, 41% foram encontradas a partir dos 15m nos transectos 1 e 3 em F.P. (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros fitossociológicos calculados para os transectos em cada talhão [DA = densidade absoluta (indivíduos.ha); DR = densidade relativa (%); FR = Frequência Relativa (%) ; DoA = dominância absoluta (m².ha-1); DoR = dominância relativa (%); VI= valor de importância.

	DA **(n° ind/ha)**	DR **(%)**	FR **(%)**	DoA **(m²/ha)**	DoR **(%)**	VI
T1 F.N.						
I. paraguariensis	600	28,85	90	33.414,4	8,44	127,28
C. fissilis	40	1,92	10	24.454,4	6,18	18,09
Outras	1440	69,23	100	337.850,8	85,38	254,6
T2 F.N.						
I. paraguariensis	80	8,33	20	909,6	0,53	28,86
Outras	880	91,67	80	169.988,8	99,47	271,12
T3 F.N.						
I. paraguariensis	240	8,82	50	3697,6	0,45	59,27
Outras	2480	91,18	100	816.531,2	99,55	290,71
T1 F.P.						
I. paraguariensis	240	10,71	30	8364	0,71	41,41
Outras	2000	89,29	100	1.176.198,4	99,29	288,57
T2 F.P.						
I. paraguariensis	160	7,02	30	10.896,4	1,71	38,72
Outras	2120	92,98	100	624.922,8	98,29	291,26
T3 F.P.						
I. paraguariensis	120	3,49	20	2.601,2	0,27	23,74
Outras	3320	96,51	100	968.947,2	99,73	296,24

O tratamento F.N. apresentou DA de 600 (n° ind/ha) para *I. paraguariensis* sendo encontrados os valores de no T1, 80 (n° ind/ha) no T2 e 240 (n° ind/ha) no T3. Já em F.P., os valores para a mesma espécie foram de 240 (n° ind/ha) no T1, 160 (n° ind/ha) no T2 e 120 (n° ind/ha) no T3. A espécie *C. fissilis* foi encontrada somente no T1 de F.N., sendo seu valor de DA 40 (n° ind/ha). O VI para *I. paraguariensis* foi maior no T1 de F.N. (127,28) quando comparado com o mesmo transecto em F.P. (41,41).

A abertura do dossel, representando aqui o alcance de luminosidade que adentra à parcela, não apresentou significância estatística (p>0,05), em média o talhão F.N. apresentou 2% a mais de entrada de luz frente ao talhão F.P. Entre os transectos, os seis amostrados diferiram, em média 3%, uns dos outros. A abertura do dossel no início dos transectos foi 38%±14% para F.N. contra 13%±6% em F.P. Já no interior da mata, ao final dos transectos, a média de abertura foi de 8%±2% para F.N. e 11%±2% para F.P., não havendo diferença estatística entre eles (p>0,05) quando submetidos ao teste *t*.

Os dados sobre a temperatura, quando submetidos ao teste *t*, não apresentaram diferença significativa (p>0,05) entre os dois tratamentos (FN e FP) para as inferências na borda (0 a 5m) e à 50m (final do transecto). Quando comparados os dados entre todos os transectos nos dois tratamentos (Figura 4) também não houve diferença significativa (p>0,05).

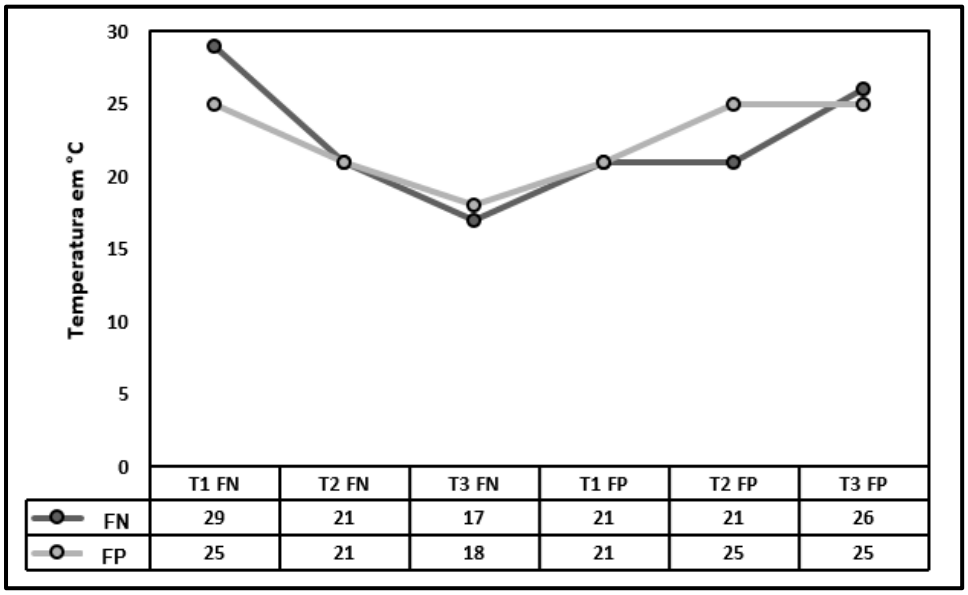


Figura 4. Gráfico de médias de temperatura em °C apresentadas por cada transecto nos dois tratamentos (Talhão F.N. e Talhão F.P.) não apresentanto diferença estatítica quando comparados entre todos através de ANOVA (p>0,05).

Os dados sobre a cobertura do dossel e a distribuição dos indivíduos arbóreos e regenerantes foram submetidos ao teste de correlação de Pearson, a fim de verificar a relação linear ou não-linear entre estas variáveis (Tabela 2).

Tabela 2. Matriz de correlação de Pearson para as variáveis: distribuição dos indivíduos de *I. paraguariensis* e de *C. fissilis* (adultos e regenerantes) em função da cobertura do dossel no trajeto do transecto [onde: r= 1 Correlação perfeita positiva entre as duas variáveis; r= -1 Correlação negativa perfeita entre as duas variáveis; r= 0 significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra].

	Erva-mate	**Regenerantes**	**Cedro**	**Outras**	**Dossel**
Erva-mate	1.0000000	0.79956150	-0.10696342	-0.6102366	-0.2526901
Regenerantes	0.7995615	1.0000000	-0.08576261	-0.3172939	-0.2647203
Cedro	-0.1069634	-0.08576261	1.0000000	0.1578805	-0.2820603
Outras	-0.6102366	-0.31729390	0.15788050	1.0000000	0.4871254
Dossel	-0.2526901	-0.26472035	-0.28206029	0.4871254	1.0000000

Quando analisados, os dados demonstram que não há relação linear entre a distribuição dos indivíduos no trajeto do transecto e a cobertura do dossel no mesmo.

Um maior número de indivíduos de *I. paraguariensis* foi encontrado nas áreas amostradas em comparação com *C. fissilis*, em especial no talhão de F.P. Tal distribuição possivelmente se deve à presença de clareiras intermitentes e, também à presença massiva da espécie *Bromelia antiacantha* Bertol., a qual ocupa grandes

manchas nos transectos amostrados. Justifica-se a esta espécie também a distribuição agregada dos indivíduos arbóreos em algumas metragens do transecto e, esparsa em outras, devido ao espaço físico ocupado por *B. antiacantha.*

Os indivíduos regenerantes de *I. paraguariensis* foram registrados em F.N. e F.P. em maior número que *C. fissilis*. Quando comparados, o talhão F.P. apresentou maior número de regenerantes de *I. paraguariensis* que o talhão F.N. De acordo com plano de manejo da FLONA Três Barras, ICMBIO (2016), a área de F.P. (Plantio diversificado) difere muito das áreas de nativas de mata de araucária, pois promove o adensamento de *A. angustifolia*, devido ao sistema de plantio em linha; o que pode proporcionar dominância do sub-bosque por outras espécies como *Dicksonia sellowiana* Hook., encontrada neste estudo. Devido a ser uma área com histórico de manejo intenso (ICMBIO, 2016) o talhão F.P. apresentou maior porcentagem de abertura no dossel no interior dos fragmentos, apesar de não haver diferença estatística. Isto pode ter favorecido a presença de maior número de regenerantes de *I. paraguariensis* neste talhão.

A ausência de indivíduos adultos reprodutivos nos transectos pode ser justificada pelo tempo de manejo anterior ocorrido nos talhões, e não proximidade de matrizes, sendo que, com base nas clareiras intermitentes, os indivíduos jovens possivelmente são oriundos de dispersão zoocórica ou anemocórica.

Os fragmentos florestais de FOM tem sido frequentemente estudados, Higuchi et al. (2012); Nascimento et al. (2011); Klauberg et al. (2010), no estado de Santa Catarina; porém, poucas pesquisas levantaram dados sobre a composição estrutural da floresta e o efeito de borda. De acordo com definição de Primack e Rodrigues (2001), as bordas são a região de contato entre a matriz antrópica e o fragmento florestal. O efeito de borda é causado através de intensificação de ações antrópicas nesta região de contato em áreas florestadas, podendo causar alteração na dinâmica estrutural das espécies vegetais.

Neste trabalho, os valores de abertura de dossel e temperatura foram utilizados para explicar um possível efeito de borda ocorrente sobre os transectos nos dois talhões amostrados. Apesar de as médias de entrada de luminosidade e de temperatura em F.N. e F.P. terem sido diferentes, não apresentaram significância estatística, apresentando assim, padrões de dossel semelhantes do início ao final do transecto em ambos os talhões. Estes resultados indicam que, tanto F.N. quanto F.P. oferecem as mesmas condições de luminosidade para o desenvolvimento de *I. paraguariensis* e *C. fissilis*.

Nascimento et. al. (2001), em estudo em área de FOM no município de Nova Prata-RS, encontrou baixa densidade (DA=2) de indivíduos de *C. fissilis*, assim como o presente estudo. Todavia esse padrão se assemelha com a distribuição natural da espécie nas áreas florestadas, por ser longeva e de grande porte.

Quanto às classes regenerantes encontradas para *I. paraguariensis*, o grande número de indivíduos enquadrados nas classes Regenerantes e Classe I assemelha-se com os dados de Ávila et. al (2016), que encontrou 806 ind.ha^{-1} em sua amostragem e com maior distribuição de indivíduos regenerantes. Este resultado sugere boa capacidade regenerativa da espécie em ambos os talhões amostrados.

4. CONCLUSÃO

Apesar de, estatisticamente, não ter ocorrido relação entre a cobertura de dossel

e o efeito de borda no estabelecimento de indivíduos de *I. paraguariensis* e *C. fissilis,* pode-se observar maior presença de regenerantes de *I. paraguariensis* em áreas com maior abertura de dossel, consequentemente, início dos transectos e clareiras naturais, assim como os três indivíduos de *C. fissilis* amostrados, a qual, mesmo sendo uma espécie secundária tardia, seus regenerantes são heliófitos e dependem de clareiras (RODRIGUES, 1990).

A área total amostrada neste trabalho foi de 750m² para cada talhão. Considerando outros estudos realizados em área de FOM no estado de SC, Ferreira et al. (2016), Ávila et al. (2016), Klauberg et al. (2010), Paludo et. al. (2009) os quais amostraram área mínima de 1 ha com uso de método de parcelas, acredita-se ser relevante aumentar a área de estudo para que se possa, com maior número de dados, verificar a correlação entre a cobertura do dossel e a distribuição espacial dos indivíduos das espécies aqui amostradas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVILA, A. L.; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; SCHNEIDER, P. R.; CARVALHO, J. O. P. Estrutura populacional e regeneração de espécies arbóreas na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 825-838, jul.-set., 2016.

BRASIL. Governo Federal. **Lei Federal 9.985 de 18/07/2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC).

FERREIRA, T. et al. Composição florístico-estrutural ao longo de um gradiente de borda em fragmento de floresta ombrófila mista alto-montana em Santa Catarina. **Ciência Florestal**, Santa maria, v. 26, n. 1, p. 123-134, 2016.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica – 2005 a 2008 – **Relatório Parcial**. São Paulo, 2009. Disponível em http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas%20mata%20atlantica-relatorio2005-2008.pdf Acesso em 21 agosto 2017.

HIGUCHI, P. et al. Floristic composition and phytogeography of the tree component of Araucaria Forest fragments in southern Brazil. **Brazilian Journal of Botany,** São Paulo, v. 35, n. 2, p. 145-157, abr./jun. 2012.

ICMBIO. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Três Barras – Volume I.** Brasília, 2016.

ICMBIO. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Três Barras – Volume II.** Brasília, 2016.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; SOUZA, L. M. I. Consequências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba/SP, v. 12, n. 32, p. 65-70, dez. 1998.

KLAUBERG, C.; PALUDO, G. F.; BORTOLUZZI, R. L. C.; MANTOVANI, A. Florística e estrutura de um fragmento de floresta ombrófila mista no planalto catarinense. **Biotemas,** Florianópolis/SC, v. 23, n. 1, p. 35-47, 2010.

KLEIN, R. M. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. **Sellowia,** Itajaí/SC, v. 12, p. 17-45, 1960.

NASCIMENTO, A. R. T. et al. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 105-119, jan./jun. 2001.

NASCIMENTO, A. R. T. et al. Estrutura e classificação de um remanescente de floresta ripária no município de Lages, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 209-218, abr./jun. 2011.

PALUDO, G. F.; MANTOVANI, A.; KLAUBERG, C.; REIS, M. S. Estrutura demográfica e padrão espacial de uma população natural de *Araucaria agustifolia* na reserva genética florestal de Caçador, estado de Santa Catarina. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 33, n. 6, p. 1109-1121, 2009.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação.** Londrina: Ed. Planta, 2001. 328 p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Disponível em: <(http://www.R-project.org)>.

RODRIGUES, V. A. **Propagação vegetativa de aroeira Schinus terebinthifolius Raddi, canela-sassafrás Ocotea pretiosa Bent & Hook e cedro Cedrela fissilis Vellozo, através de estacas radiciais e caulinares**. 1990. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 1990.

Composição florística e grupos ecológicos da regeneração natural de espécies arbóreas em uma floresta ribeirinha do Bioma Pampa, Brasil

Floristic composition and ecological groups of the forest species of natural regeneration in a riparian forest of Pampa Biome, Brazil

Ana Claudia Bentancor Araujo[1]
Helio Junior Bentancor Araujo[2]
Edenir Luis Grimm[3]
Camila Andrzejewski[4]
Francieli de Fátima Missio[4]
Solon Jonas Longhi[4]

[1]Instituto Federal Farroupilha/Campus Alegrete, IFFar, RS-377 - Km 27 - Passo Novo - Alegrete – RS. ana.araujo@iffarroupilha.edu.br.

[2]Instituto Federal Sul-Riograndense/Campus Santana do Livramento, IFSul, Av. Paul Harris, 410 - Fortim, Santana do Livramento – RS. bentancorhelinho@gmail.com.

[3]Instituto Federal Farroupilha/Campus Alegrete, IFFar, RS-377 - Km 27 - Passo Novo – Alegrete – RS. edenir.grimm@iffarroupilha.edu.br.

[4]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Av. Roraima, 1000 - 7 - Camobi, Santa Maria – RS. camila_andrzejewski@hotmail; comfranmissio@yahoo.com.br; longhi.solon@gmail.com.

Resumo: O presente estudo objetivou avaliar o componente arbóreo regenerante, identificando a composição e abundância, grupos funcionais de dispersão, estratificação vertical e necessidade de luz para a germinação e comparar estes valores com o componente adulto. O levantamento da regeneração natural ocorreu em 100 subunidades que diferiram em tamanho devido à classe de altura: Classe I (regeneração natural estabelecida): plantas com h ≥ 1 m e DAP < 5 cm, subunidades de 5 m × 5 m, e Classe II (banco de plântulas): plantas com 0,1 m ≤ h < 1 m, subunidades de 2 m × 2 m. Foram amostrados 1.756 indivíduos na regeneração natural (Classe I e Classe II), pertencentes a 24 espécies e distribuídos em 16 famílias botânicas. Na Classe I a densidade estimada foi 1.037 ind.ha^{-1} e as espécies com maior densidade foram *Eugenia uniflora, Pouteria salicifolia* e *Styrax leprosus.* A densidade estimada da Classe II foi 17.975 ind.ha^{-1} e as espécies com maior densidade foram *Eugenia uniflora, Blepharocalyx salicifolius e Celtis iguanaea.* Dentre os grupos funcionais, verificou-se que o componente regenerante esta mantendo as mesmas proporções observadas para o componente adulto, maior proporção de espécies zoocóricas, dependentes de luz para germinação, com exceção para a estratificação.
Palavras-chave: Campanha Gaúcha, grupos funcionais, análise de coordenadas principais.

Abstract: The goal of this study was to analyze tree regeneration by identifying composition and abundance, the ecological groups of dispersion, vertical stratification and light requirements for germination and relationships with structure of adult trees. A sapling survey was conducted in plots that differed in size due to the height class of regeneration: Class I (established natural regeneration): plants with h ≥ 1 m and diameter at breast height (DBH) < 5 cm, plots with 5 m × 5 m; Class II (seedling bank): plants with 0,1 m ≤ h < 1 m, plots 2 m × 2 m. We sampled 1.756 living trees in natural regeneration (Class I and Class II), 24 species and 16 botanical families. In Class I the total density was 1.037 ind.ha^{-1} and th e species with higher absolute density were *Eugenia uniflora, Pouteria salicifolia* e *Styrax leprosus.* The total density of Class II was 17.975 ind.ha^{-1} and the species with higher absolute density were *Eugenia uniflora, Blepharocalyx salicifolius e Celtis iguanaea.* Among the

ecological groups we found that the regenerative component has kept the same proportions of adults, with a higher proportion of zoochorous and light demanding, except for stratification.
Key words: Campanha Gaúcha, ecological groups, principal coordinates analysis.

1. INTRODUÇÃO

O Bioma Pampa é predominante campestre, embora nele também ocorram florestas (VÉLEZ et al., 2009). Essas estão presentes nas encostas do Escudo-Cristalino-Rio Grandense e do Planalto da Campanha, e ao longo dos cursos d'água, nos quais se limitam a estreitos cordões ou a faixas de largura variável, segundo as características do relevo (MARCHIORI, 2004).

As florestas ribeirinhas deste Bioma são muito importantes para proteção do solo e margens dos cursos d'água, além de destinarem-se, juntamente com os campos, como habitat natural de uma grande quantidade de espécies animais e vegetais (GRELA; BRUSSA, 2003).

Infelizmente, a vegetação ribeirinha deste Bioma não foge a regra da exploração predatória do restante das florestas ribeirinhas brasileiras, sendo constante e crescente a transformação dessas formações florestais em áreas para cultivo agrícola ou para anteparo no manejo pecuário, atividades essas que resultam em degradação da sua vegetação.

Embora existam alguns trabalhos, ainda que poucos, abordando as florestas ribeirinhas do Estado, os mesmos apresentam abordagens de cunho fisionômico, florístico e ecológico das formações arbóreas adultas e muito pouco a respeito da regeneração natural dessas comunidades.

A compreensão do processo de regeneração natural e de sua organização espacial em florestas nativas é muito importante para se entender o funcionamento de comunidades arbóreas e, assim, subsidiar estratégias de manejo florestal, objetivando a conservação e a exploração sustentável de recursos madeireiros e não-madeiros.

Neste sentido, o presente estudo teve por objetivo avaliar a florística e os grupos ecológicos do componente arbóreo regenerante de um trecho de floresta ribeirinha do Bioma Pampa.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Área de estudo**

O presente estudo foi realizado em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho (30º52'44" S e 55º51'28" O, e 30º52'49" S e 55º51'26" O), localizado no município de Sant'Ana do Livramento, Rio Grande do Sul, Brasil. Esse arroio pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí, situada a sudoeste do RS e integrante do Bioma Pampa na região da Campanha Gaúcha (IBGE, 2006), cuja vegetação ribeirinha insere-se na Região Fitoecológica da Savana. Na atualização do mapeamento das Regiões Fitoecológicas do Estado (IBGE, 1986), Cordeiro e Hasenack (2009) ampliaram a delimitação da Savana-Estépica, na qual as formações ribeirinhas foram classificadas como pertencentes ao Bloco Ciliar da Floresta Estacional Decidual.

Nesta região há predominância de uma paisagem campestre, verificando-se a ocorrência de formações florestais nas áreas de drenagens entre coxilhas e

notadamente ao longo dos rios e arroios (MARCHIORI, 2004; OLIVEIRA et al., 2015), além da ocorrência de árvores esparsas inseridas na matriz campestre.

O clima da região é classificado como Cfa (Subtropical úmido, sem estação seca definida e com verões quentes) (ALVARES et al., 2013). A temperatura média anual é de 17,8 °C e a precipitação pluviométrica anual média em torno de 1.700 mm (MATZENAUER; RADIN; ALMEIDA, 2011).

Toda a região da Campanha tem ampla dominância de Neossolos Litólicos ou Regolíticos Eutróficos (Unidade Pedregal), normalmente situados em relevo suave ondulado e também ocorrendo em áreas com relevo forte ondulado em associação com afloramentos de rocha. Associados a esses, ocorrem Chernossolos Ebânicos Carbonáticos Vertissólicos (Unidade Uruguaiana) em áreas quase planas, expressivas na calha do rio Quarai e de outros rios da região (STRECK et al., 2008).

2.2 **Amostragem e análise dos dados**

O levantamento do componente regenerante arbóreo foi realizado, abrangendo indivíduos com 0,1 m ≤ altura (h) ≥ 1,0 m e o Diâmetro a Altura do Peito (DAP) < 5 cm, amostrados em subunidades amostrais, as quais diferiram no tamanho em função da classe de altura. A Classe I correspondeu ao banco de plântulas, a qual abrangeu plantas com 0,1 m ≤ h < 1 m, avaliadas em subunidades de 2 m × 2 m (4 m^2) e a Classe II correspondeu a regeneração natural estabelecida, abrangendo plantas com h ≥ 1 m e DAP < 5 cm, avaliadas em subunidades de 5 m × 5 m (25 m^2). Assim, foram alocadas 100 subunidades para cada classe de tamanho, totalizando 400 m^2 de área amostrada para a Classe I e 2.500 m^2 de área amostrada para a Classe II.

A altura das plântulas foi medida com auxílio de uma trena métrica, enquanto que a circunferência a altura do peito (CAP) foi medida com uma fita métrica quando a planta apresentava altura superior a 1,30 m. Valores de circunferência foram posteriormente transformados para diâmetro. O levantamento de dados foi realizado nos meses de janeiro, fevereiro, março e junho de 2015.

A identificação foi realizada *in loco* ao nível de espécie e material vegetativo dos indivíduos não identificados foi coletado para posterior identificação com auxílio de bibliografias e especialistas, no Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). As espécies foram classificadas dentro das famílias reconhecidas pelo sistema Angiosperm Phylogeny Group IV (BYNG et al., 2016) e a confirmação da nomenclatura científica foi baseada na Lista de Espécies da Flora do Brasil (FORZZA et al., 2015).

Os parâmetros fitossociológicos do componente regenerante foram estimados pelo programa FITOPAC 2 (SHERPHERD, 2006) obtendo-se os valores absolutos de densidade e frequência.

As espécies foram distribuídas em grupos funcionais: necessidade de luz para germinação de sementes e estabelecimentos de indivíduos; estratificação vertical e estratégias de dispersão. Quanto à necessidade de luz para germinação, as espécies foram classificadas como tolerantes a sombra, dependentes de luz e pioneiras (SWAINE; WHITMORE, 1988).

A determinação da estrutura vertical das espécies arbóreas foi realizada pela metodologia descrita por Vale et al. (2009) e Milhomem, Araújo e Vale (2013). Neste estudo foram determinados os estratos apenas para espécies que apresentaram, no mínimo, três indivíduos amostrados no componente adulto. Os critérios e intervalos

para classificação da estratificação florestal foram: Estrato 1 (denominado sub-bosque): Q3e ≤ Mc; Estrato 2 (denominado estrato intermediário): Mc < Q3e ≤ Q3c; Estrato 3 (denominado dossel): Q3e > Q3c, Onde: Q3e = terceiro quartil das alturas dos indivíduos amostrados da espécie; Mc = mediana das alturas dos indivíduos amostrados da comunidade; Q3c = terceiro quartil das alturas dos indivíduos.

Para determinar as estratégias de dispersão foi realizada a observação *in loco*, consulta à literatura e adotada a classificação que caracteriza as espécies como zoocóricas, anemocóricas e autocóricas (VAN DER PIJL, 1982).

Foi utilizado o teste Qui-quadrado para verificar se houve diferenças significativas entre os grupos funcionais (ZAR, 1996) para cada categoria (proporção de espécies e indivíduos) e o teste *G* para a comparação da proporção de cada categoria ecológica entre componentes.

3. RESULTADOS

No levantamento do componente regenerante foi amostrado um total de 1.756 indivíduos, reunindo a Classe I (banco de plântulas) e a Classe II (regeneração natural estabelecida). Os indivíduos amostrados pertencem a 24 espécies, distribuídas em 16 famílias. As famílias com maior número de espécies foram Myrtaceae (5), Anacardiaceae (2), Lauraceae (2), Sapindaceae (2) e Verbenaceae (2) (Tabela 1).

Tabela 1. Famílias, espécies, grupo funcional e parâmetros estruturais da regeneração natural arbórea amostrada em um trecho de floresta ribeirinha do Bioma Pampa. Sant'Ana do Livramento/RS. 2017.

Família/Espécies	GF	Classe I		Classe II	
		DA	FA	DA	FA
ANACARDIACEAE					
Schinus lentiscifolia Marchand	Zoo^{7}-Pi^{9}-In	-	-	20	2
Lithraea molleoides (Vell.) Engl.	Zoo^{11}-Pi^{11}-Do	50	2	-	-
CANNABACEAE					
Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg.	Zoo^{11}-Pi^{11}-Sb	1950	31	204	16
CELASTRACEAE					
Maytenus ilicifolia Mart. ex Reissek	Zoo^{2}-TS^{8}-Ne	50	2	-	-
EUPHORBIACEAE					
Gymnanthes klotzschiana Müll. Arg.	Au^{1}-Pi^{1}-In	1250	28	52	9
FABACEAE					
Calliandra tweedii Benth.	Au^{4}-Pi^{1}-Ni	750	8	4	1
LAURACEAE					
Nectandra megapotamica (Spreng.) Mez	Zoo^{1}-DL^{1}-Do	-	-	52	6
Ocotea acutifolia (Nees) Mez	Zoo^{12}-DL^{12}-Do	450	7	196	12
MYRTACEAE					
Blepharocalyx salicifolius (Kunth) O. Berg	Zoo^{5}-DL^{5}-Do	2625	46	48	6
Eugenia uniflora L.	Zoo^{1}-DL^{1}-Sb	4075	56	1980	78
Myrcia selloi (Spreng.) N. Silveira	Zoo^{10}-DL^{10}-Sb	450	9	24	5
Myrcianthes pungens (O.Berg) D.	Zoo^{11}-DL^{11}-Do	125	3		

Legrand					
Myrrhinium atropurpureum Schott	Zoo[5]-DL[5]-Ni	1575	29	64	13
QUILLAJACEAE					
Quillaja brasiliensis (A. St.- Hil. & Tul.) Mart.	An[1]-Pi[1]-Do	25	1	-	-
RHAMNACEAE					
Scutia buxifolia Reissek	Zoo[1]-DL[1]-Sb	625	17	308	25
RUTACEAE					
Zanthoxylum rhoifolium Lam.	Zoo[10]-Pi[10]-Do	125	5	4	1
SALICACEAE					
Xylosma tweediana (Clos) Eichler	Zoo[11]-Pi[11]-Ni	1225	32	12	2
SAPOTACEAE					
Pouteria salicifolia (Spreng.) Radlk.	Zoo[5]-Pi[1]-In	525	15	588	37
SAPINDACEAE					
Allophylus edulis (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	Zoo[6]-DL[6]-In	575	14	12	3
Matayba elaeagnoides Radlk.	Zoo[1]-DL[1]-Ni	225	6	-	-
STYRACACEAE					
Styrax leprosus Hook. & Arn.	Zoo[6]-DL[6]-In	775	13	448	39
THYMELAEACEAE					
Daphnopsis racemosa Griseb.	Zoo[1]-TS[1]-Sb	25	1	-	-
VERBENACEAE					
Aloysia gratissima (Gillies & Hook.) Tronc.	Zoo[3]-Pi[3]-Sb	75	2	112	6
Citharexylum montevidense (Spreng.) Moldenke	Zoo[5]-DL[5]-Do	425	12	20	1

Em que: GF= grupo funcional; DA= densidade absoluta (ind.ha^{-1}); FA= frequência absoluta; Zoo= zoocórica; Au= autocórica; An= anemocórica; Pi= pioneira; DL= dependente de luz; TS= tolerante a sombra; In= intermediária; Do= dossel e Sb= sub-bosque; Ne= espécie não encontrada no componente adulto; Ni= espécie com número de indivíduos insuficientes para a determinação do estrato.
[1] Budke; Jarenkow; Oliveira-filho (2008); [2] Corrêa et al. (2014); [3] Cielo-Filho et al. (2017); [4] Grings e Brack (2009); [5] Kilca et al. (2012); [6] Leyser et al. (2012); [7] Lopes (2017);[8] Maramgnon (2007); [9] Rio Grande do Sul (2007); [10] Santos; Budke; Muller (2012); [11] Scipioni; Galvão; Longhi (2013); [12] Saraiva (2011).

Na Classe I a densidade total estimada foi de 17.975 ind.ha^{-1} com 22 espécies distribuídas em 17 famílias (Tabela 1). Na Classe II foram estimados 4.148 ind.ha^{-1} com 18 espécies dispostas em 13 famílias (Tabela 1).

A redução da densidade entre as classes de tamanho, banco de plântulas e regeneração natural estabelecida sugere a existência de um gargalo demográfico. Em comunidades arbóreas, gargalos demográficos podem ser definidos a partir de um filtro ambiental (GANDOLFI; JOLY; RODRIGUES, 2007; JABOT; ETIENNE; CHAVE, 2008) ou, devido a fatores relacionados a interações ecológicas existentes, como competição, herbívoria e predação (JANZEN, 1970). A diminuição na riqueza em função da classe de tamanho indica igualmente que os fatores que controlam a densidade da comunidade atuam também como filtro, reduzindo o número de espécies na classe de maior tamanho (HIGUCHI et al., 2015).

As espécies *Eugenia uniflora* (4075 ind.ha^{-1}), *Blepharocalyx salicifolius* (2625 ind.ha^{-1}) e *Celtis iguanaea* (1950 ind.ha^{-1}) apresentaram, respectivamente, as maiores densidades absolutas na Classe I, contribuindo com 48% do total de indivíduos amostrados. As maiores frequências absolutas foram observadas para as espécies *Eugenia uniflora, Blepharocalyx salicifolius* e *Xylosma tweediana.* Na Classe II as maiores densidades absolutas foram encontradas para *Eugenia uniflora* (1980 ind.ha^{-1}), *Pouteria salicifolia* (588 ind.ha^{-1}) e *Styrax leprosus* (488 ind.ha^{-1}), participando com 72,4% do somatório dos indivíduos encontrados. Com relação à frequência, as espécies que se destacaram foram *Eugenia uniflora, Styrax leprosus* e *Pouteria salicifolia* (Tabela 1).

A variação das espécies mais abundantes entre as classes de tamanho provavelmente é explicada pelas diferentes estratégias de vida das mesmas e a respectiva capacidade que possuem de se desenvolverem no sub-bosque florestal. Certas espécies podem produzir maior quantidade de propágulos, no entanto, são competidoras pouco eficientes, diminuindo suas participações nas classes de maior tamanho. Entretanto, algumas espécies podem produzir poucos propágulos, mas, com boa capacidade competitiva, mostrando aumento nas classes de maior tamanho (HIGUCHI et al., 2015).

Os grupos funcionais apresentaram diferenças significativas entre si ($p < 0,001$) dentro de cada componente, exceto na categoria estratificação, porcentagem de espécies no componente adulto e componente regenerante. Já na comparação entre os componentes adulto e regenerante, apenas o grupo funcional estratificação apresentou diferenças significativas na porcentagem de indivíduos, o restante das categorias funcionais não apresentaram diferenças significativas (Tabela 2).

Quanto à dependência de luz para a germinação e estabelecimento inicial, 12 espécies se enquadram na categoria dependente de luz para a germinação, seguida pela categoria pioneira com 10 espécies. Apenas *Daphnopsis racemosa* e *Maytenus ilicifolia* enquadraram-se na categoria tolerante a sombra. A categoria dependente de luz correspondeu a mais da metade do total de indivíduos (73,8%) (Tabela 2), influenciada pela abundância de algumas espécies, como: *Eugenia uniflora*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Myrrhinium atropurpureum* (Tabela 1).

Do total de espécies amostradas, a maior proporção foi de dispersão zoocórica (87,5%), sendo seguida por uma baixa proporção de espécies autocóricas (8,3%) e anemocóricas (4,2%) (Tabela 2). Apenas *Gymnanthes klotzschiana* apresentou síndrome de dispersão autocórica (Tabela 1).

A estratificação da floresta configurou maior proporção de espécies pertencentes à categoria dossel (33,3%), seguida por espécies de sub-bosque (25,0%) e intermediarias (20,8%), porém, a proporção de indivíduos pertencentes ao sub-bosque (53,8%) foi maior que a categoria dossel (13,3%) (Tabela 2). A espécie *Maytenus ilicifolia* não foi encontrada no componente adulto e, portanto, não teve a categoria sucessional determinada. As espécies *Calliandra tweedii, Myrrhinium atropurpureum, Xylosma tweediana e Matayba elaeagnoides* apresentaram menos de 3 indivíduos no componente adulto, o que não permitiu a classificação das mesmas (Tabela 1). *Daphnopsis racemosa* não foi encontrada no componente adulto, porém, foi classificada como de sub-bosque, pois, a mesma dificilmente atinge o estrato superior.

Tabela 2. Proporção de espécies e indivíduos arbóreos adultos e em regeneração, distribuídos nos diferentes grupos funcionais em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant'Ana do Livramento/RS. 2017.

Grupos Funcionais	% de espécies		G	% de indivíduos		G
	Adulto	regenerante		adulto	regenerante	
Necessidade de Luz						
pioneiras	42,8	41,7	11,9 ns	30,9	26,0	0,9 ns
dependentes de luz	57,1	50,0		69,0	73,8	
tolerantes a sombra	0,0	8,3		0,0	0,2	
χ^2	53,0*	29,2*		71,7*	83,7*	
Dispersão						
zoocórica	82,1	87,5	3,2 ns	90,0	94,6	3,8 ns
anemocórica	10,7	4,2		0,4	1,8	
autocórica	7,1	8,3		9,5	3,6	
χ^2	107,5*	132,3*		146,1*	167,8*	
Estratificação						
dossel	35,7	33,3	1,6 ns	31,3	13,3	37,7 *
sub-bosque	17,9	25,0		20,9	53,8	
intermediaria	25,0	20,8		46,9	23,1	
Não determinado	21,4	20,8		0,8	8,1	
χ^2	7,1 ns	4,2 ns		44,9*	51,1*	

χ^2= Qui-quadrado para uma amostra independente; G= teste G para proporções em amostras independentes.
*p<0,001; ns = não significativo.

Com relação aos grupos funcionais, foi constatada a maior proporção de espécies com síndrome de dispersão zoocóricas e dependentes de luz para a germinação e estabelecimento inicial, padrão correspondente ao identificado por Lindermaier e Budke (2006) para florestas Estacionais subtropicais no Brasil. Esta característica é observada em formações florestais em estádio médio e avançado de regeneração.

Na área estudada, percebe-se que as espécies estão divididas, na sua maioria, nas categorias pioneiras e dependentes de luz para germinação, havendo o registro, dentro das unidades amostrais, de apenas uma espécie tolerante a sombra. De acordo com Rodrigues e Shepherd (2009), espécies de rápido crescimento (iniciais de sucessão) conseguem se estabelecer melhor e mais rapidamente em florestas ribeirinhas favorecendo-se dos fatores condicionantes dessas áreas. Budke; Jarenkow e Oliveira-Filho (2007) estudando a relação da estrutura arbórea com a topografia e solo da floresta ribeirinha do rio Botucaraí/RS, perceberam o sucesso de espécies pioneiras e dependentes de luz em ambientes com ciclos de inundações periódicos.

A maioria das espécies apresentou síndrome de dispersão zoocórica tanto no componente regenerante quanto adulto. O mesmo resultado foi encontrado por Layser et al. (2012) para o componente regenerante de uma Floresta Estacional Decidual no vale do rio Uruguai, onde os autores destacaram que esta síndrome apresentou aproximadamente 70% do componente. Já a proporção de espécies anemocóricas e autocóricas encontradas no estudo foi muito menor que as

encontradas em áreas ribeirinhas no sul do Brasil (BUDKE et al., 2005; LEYSER et al., 2013).

O componente regenerante apresentou maior parte das espécies classificados como dossel, indicando alto recrutamento para este estrato, destacando-se *Blepharocalyx salicifolius, Ocotea acutifolia* e *Citharexylum montevidense* com as maiores abundâncias. As espécies da categoria sub-bosque apresentaram a segunda maior proporção de espécies encontradas na área e a maior abundância de indivíduos, já a categoria intermediária apresentou a terceira maior proporção. O alto valor de indivíduos de sub-bosque no componente regenerante (53,8%) foi substituído no componente adulto por uma maior abundância de indivíduos na categoria intermediaria (46,9%). No entanto, ainda assim, os dados confirmaram que indivíduos de baixa altura são um dos principais formadores das florestas estacionais (LEYSER et al., 2013).

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que:

- As famílias mais importantes do componente regenerante arbóreo foram: Myrtaceae, Anacardiaceae, Lauraceae, Sapindaceae e Verbenaceae;
- A densidade de indivíduos do banco de plântulas é superior a regeneração natural estabelecida;
- O componente regenerante está mantendo as mesmas proporções de grupos funcionais observadas para o componente adulto, de espécies zoocóricas e dependentes de luz;

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao senhor Helio Lima Araujo e a senhora Maria Martina Bentancor Araujo pelo auxílio nas coletas dos dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONCALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BYNG, J.W. et al. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Reino Unido, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

BUDKE, J. C. et al. Composição florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Iheringia**: **Série Botânica**, Porto Alegre, v. 60, n. 1, p. 17-24, 2005.

BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Relationships between tree componet structure, topography and soils of a riverside forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. **Plant Ecology**, Nova Iorque, v. 189, n. [s.n], p. 187-200, 2007.

BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Tree community features of two stands of riverine forest under diferente flooding regimes in Southern Brazil. **Flora**, [S.l], v. 203, n. [S.n.], p.162–174, 2008.

CIELO-FILHO, R. et al. Tree and shrub flora in the surroundings of the Parque Nacional do Iguaçu, Paraná State, Brazil: contribution to ecological restoration. **Hoehnea**, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 473-489, 2017.

CORDEIRO, J. L. P.; HASENACK, H. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Eds.). **Campos sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 285-299.

CORRÊA, L. S. et al. Estrutura, composição florística e caracterização sucessional em remanescente de Floresta Estacional Semidecidual no sudeste do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.5, p.799-809, 2014.

FORZZA, R. C. et al. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/> Acesso em: 21.04. 2015.

GRELA, I.; BRUSSA, C. Relevamiento florístico y análisis comparativo de comunidades arbóreas de Sierra de Ríos (Cerro Largo – Uruguay). **Revista Agrociência**, Montevideo, v. 7, n. 2, p. 11-26, 2003.

GANDOLFI, S.; JOLY, C. A.; RODRIGUES, R. R. Permeability-impermeability: canopy trees as biodiversity filter. **Sciencia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 4, p. 433-438, 2007.

GRINGS, M.; BRACK, P. Árvores na vegetação nativa de Nova Petrópolis, Rio Grande do Sul. **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v. 64, n. 1, p. 5-22, 2009.

HIGUCHI, P. et al. Fatores determinantes da regeneração natural em um fragmento de floresta com araucária no planalto catarinense. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 106, p. 251-259, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas das representações literárias de regiões brasileiras** – Brasil Meridional. Rio de Janeiro: 2006. 88p. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/atlas/tematicos/atlas_representacoes-literarias/vol_1_brasil_meridional.pdf> Acesso em: 20.05.2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha SH.22 Porto Alegre parte das folhas SH 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, p. 796 (Levantamento de Recursos Naturais, 33). 1986.

JABOT, F.; ETIENNE, R. S.; CHAVE, J. Reconciling neutral community models and environmental filtering: theory and empirical test. **Oikos,** Hoboken, v. 117, n. 9, p. 1308-1320, 2008.

JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American naturalist**, Chicago, v. 104, n. 940, p. 501-528, 1970.

KILCA, R. V. et al. Cambios florísticos y estructurales entre dos comunidades arbóreas de un bosque ripario bajo condiciones ambientales contrastantes en la Pampa sur brasileña. **Iheringia: Série Botânica**, v. 67, p. 165-175-175, 2012.

LEYSER, G. et al. Regeneração de espécies arbóreas e relações com componente adulto em uma floresta estacional no vale do rio Uruguai, Brasil. **Acta Botanica Brasilica,** Belo Horizonte, v. 26, n. 1, p. 74-83, 2012.

LINDENMAIER, D.S.; BUDKE, J.C. Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas em uma Floresta Estacional na Bacia do Rio Jacuí, sul do Brasil. **Pesquisas**, **Botânica**, São Leopoldo, v. s/v, n. 57, p. 193-216. 2006.

LOPES, L. G. ***Schinus lentiscifolia*** **Marchand - Aroeira cinzenta**. Disponível em: <http://sites.unicentro.br/wp/manejoflorestal/12054-2/> Acesso em: 25.9.2017

MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul**: campos sulinos. Porto Alegre: EST Edições, 2004. 110 p.

MATZENAUER, R.; RADIN, B.; ALMEIDA, I. R. de (Ed.). **Atlas Climático: Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura Pecuária e Agronegócio; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), 2011.

MILHOMEM, M. E. V.; ARAÚJO, G. M.; VALE, V. S. Estrutura do estrato arbóreo e regenerativo de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 679-690, 2013.

OLIVEIRA, M. de L. A. et al. Composição, estrutura e fatores edáfico condicionantes da distribuição das espécies do componente arbóreo em floresta ribeirinha do rio Ibirapuitã, Bioma Pampa. **Iheringia: Série Botânica**, v. 70, n. 2, p. 245-263, 2015.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado, Secretaria Especial do Meio Ambiente. **Diretrizes ambientais para restauração de Matas Ciliares**. Porto Alegre: SEMA/DEFAP, 2007. 32p. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/upload/Diretrizes_Restauracao_MatasCiliares.pdf> Acesso em: 08.07.2015.

RODRIGUES, R. R.; SHEPHERD, G. J. 2009. Fatores Condicionantes da Vegetação Ciliar. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Eds.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP/ FAPESP, 2009. p. 101-107.

SANTOS, S. C. dos; BUDKE, J. C.; MULLER, A. Regeneração de espécies arbóreas sob a infl uência de *Merostachys multiramea* Hack. (Poaceae) em uma fl oresta subtropical. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 26, n. 1, p. 218-229, 2012.

SARAIVA, D. D. Composição e estrutura de uma fl oresta ribeirinha no sul do Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, n. 24, v. 4, p. 49-58, 2011.

SCIPIONI, M. C.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Composição florística e estratégias de dispersão e regeneração de grupos florísticos em Florestas Estacionais Deciduais no Rio Grande do Sul. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 2, p. 241-254, 2013.

STRECK, E.V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. Ed. Porto Alegre: Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Sul/Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural, 2008. 222 p.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the defi nition of ecological species groups in tropical rain forest. **Vegetatio**, Nova Iorque, n. 75, v. (1/2), p. 81-86, 1988.

VALE, V. S. et al. Composição florística e estrutura do componente arbóreo em um remanescente primário de Floresta Estacional Semidecidual em Araguari, Minas Gerais, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 36, p. 417-429, 2009.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. Berlim: Springer-Verlag, 1982.

VÉLEZ, E. et al. Um panorama sobre as iniciativas de conservação dos Campos Sulinos. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; MÜLLER, CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Orgs). **Campos Sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. cap. 28, p. 356-379.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersei: Prentice-Hall, 1996. 662 p.

Influência das características do solo na composição florística do estrato arbóreo no entorno de uma linha de transmissão de energia elétrica, Rio Grande do Sul, Brasil

Influence of soil characteristics on the floristic composition of the arboreal stratum in a transmission power line in southern Brazil

Samara Welter Duarte[1]
Leandro Blunk[2]
Tatiele Anete Bergamo Fenilli[2]
Lauri Amândio Schorn[2]
Julio Cesar Refosco[2]
Moacir Marcolin[2]
Diogo Soliman Medeiros[3]

[1]Universidade Regional de Blumenau – FURB. Rua São Paulo, nº 3250 – Itoupava Seca, Blumenau/SC, CEP: 89.030-080.
swduarte0@gmail.com
[2]Universidade Regional de Blumenau – FURB. Rua São Paulo, nº 3250 – Itoupava Seca, Blumenau/SC, CEP: 89.030-080.
leandro.blunk@gmail.com, tfenilli@furb.br, lschorn@furb.br, refosco@furb.br, marcolin@furb.br
[3]Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica – CEEE - GT, Porto Alegre/RS, diogom@ceee.com.br

Resumo: As linhas de transmissão de energia elétrica (LT's) percorrem grandes extensões, abrangendo diferentes formações florestais, essas por sua vez são caracterizadas pela diferença na estrutura vegetal e influenciadas por fatores edafoclimáticos. Dessa forma, estudos sobre a influência das características edáficas sobre a vegetação tornam-se primordiais para determinar as melhores práticas de manejo em LT's. O presente estudo teve por objetivo avaliar a influência das características edáficas na distribuição da vegetação, afim de determinar a melhor prática de manejo e diminuir os impactos gerados no ecossistema local. Foram amostradas 07 unidades amostrais (UA) de 300 m². Em cada UA foram mensurados todos indivíduos arbóreos com CAP ≥ 15cm e coletado amostras de solos com auxílio de trado na profundidade de 0-20cm. Os preditores que mais influenciaram na distribuição das espécies foram pH, % argila e matéria orgânica, índice SMP e H + Al. Considerando que o estudo foi desenvolvido em escala local, é fundamental inserir novas unidades amostrais afim de verificar o padrão florístico presente na linha de transmissão afim de determinar a melhor época de realização de manutenções na vegetação no entorno de LT's, além de considerar diferentes fatores ambientais que possam estar exercendo papel sobre a florística.
Palavras-chave: variável ambiental, CCA, edafoclimáticos, estrato arbóreo.

Abstract: The transmission power line (TP's) cover large areas and different forest formations. These forest formations present differences in the structure and are influenced by edaphoclimatic factors. Thus, studies on the influence of soil characteristics on vegetation become fundamental to determine the best management practices in TP's. This study aimed to evaluate the influence of soil characteristics on the distribution of vegetation, to determine the best management practices and to reduce the impacts generated in the local ecosystem. We evaluated 07 sample units (SU) of 300 m². In each SU were measured all tree individuals with CAP ≥ 15cm and soil samples were collected with a depth of 0-20cm. The predictors that most influenced the distribution of the species were pH, clay and organic matter, SMP index and H + Al. Considering that the study was developed in local scale, it is fundamental to insert new sample units in order to verify the floristic pattern around TP's. In

addition, to determine the best time to perform maintenance in the vegetation is necessary to consider different environmental factors that may be influencing on floristic**.**
Keywords: environmental variable, CCA, edaphoclimatic, arboreal stratum.

1. INTRODUÇÃO

As linhas de transmissão de energia elétrica (LT's) percorrem grandes extensões, abrangendo diferentes formações florestais, essas por sua vez são caracterizadas pela diferença na estrutura vegetal e influenciadas por fatores edafoclimáticos (Rosa, 2014). Dessa forma, a vegetação presente sob e/ou no entorno das LT's é responsável pela perda da qualidade, confiabilidade, segurança e pelas falhas na distribuição de energia elétrica (Lopes, 2013).

Portanto estudos sobre a estrutura da vegetação em LT's são primordiais para determinar quantitativamente e qualitativamente a composição da vegetação (Schorn, 2005) e para poder definir o melhor momento para a realização das manutenções na vegetação, considerando o tempo e o espaço, além de fatores que possam influenciar o crescimento vegetal.

Dentre os fatores ambientais o solo é uma das variáveis que mais influenciam na estrutura da vegetação, principalmente devido à sua função de fornecer suporte mecânico e nutrientes para as plantas (Moreau, 2014; Rossi et al. 2005). A partir deste pressuposto podemos caracterizar o solo como sendo o principal recurso utilizado pelas plantas para crescimento, sendo responsável em fornecer água, ar e nutrientes. As funções do solo são em sua constituição: regulação e distribuição de água, armazenamento, escoamento, irrigação, infiltração, armazenamento e ciclagem de nutrientes para o vegetal, além de ter ação filtrante e protetora para indicar a qualidade da água.

Embora as espécies utilizem os mesmos recursos, elas diferem geralmente no modo como se associam as variáveis abióticas ao longo da sucessão florestal (Aiba et al. 2004), possuindo diferentes associações ou absorção dos nutrientes do solo. Dessa forma torna-se fundamental a identificação das principais características do solo (físicas e químicas) e como influenciam o crescimento e a fixação das plantas (Hamza e Anderson, 2005).

Diante do exposto o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência das características do solo na composição da vegetação em torno de uma linha de transmissão de energia elétrica.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Caracterização da área de estudo**

O estudo foi realizado no estado do Rio Grande do Sul em uma Linha de Transmissão de Energia Elétrica (LT) em 230 kV sob responsabilidade da empresa CEEE - GT (Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica).A linha possui uma extensão de 65 quilômetros e percorre 14 municípios, sendo eles: Farroupilha, Alto Feliz, Vale Real, Nova Petrópolis, Feliz, Linha Nova, Picada Café, Presidente Lucena, Morro Reuter, Ivoti, Dois Irmãos, Estância Velha São Leopoldo e Novo Hamburgo (Figura 1.)

A área está inserida na bacia hidrográfica do Guaíba, com altitudes variando de 300 a 600 metros (Alvares et al. 2014) e entre as coordenadas (sub-estações de

Scharlau e Farroupilha) 29°43'0.45"S, 51° 8'57.47"W e 29°13'15.67"S, 51°19'28.20"W.

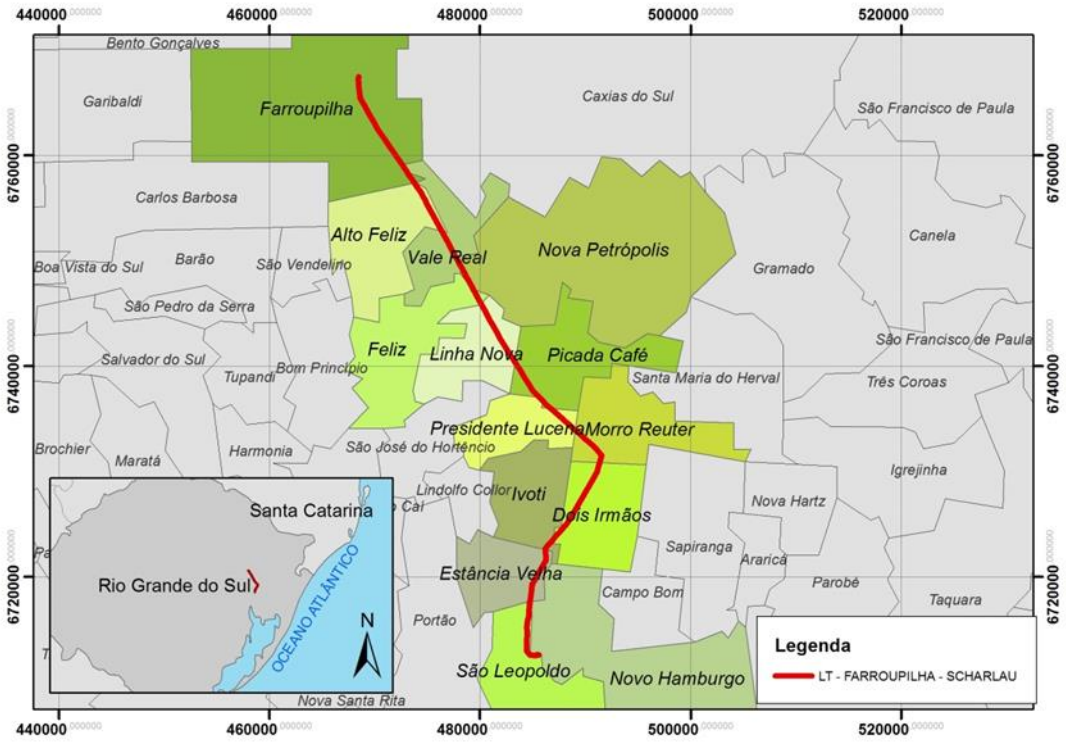


Figura 1. Municípios e localização da linha de transmissão de energia elétrica, Rio Grande do Sul, Brasil.

Possui uma área de 654,7 hectares, sendo composta por 305 hectares de vegetação nativa (17 hectares de Capoeira aberta, 81 hectares de Capoeira fechada e 207 hectares em estágio médio), 38 hectares de áreas de reflorestamento, 101 hectares de agricultura, 3,6 hectares de lagoas e rios, 120 hectares de pastos e, 87,1 hectares de edificações e/ou instalações.

Conforme a classificação de Köppen, o estado do Rio Grande do Sul apresenta clima do tipo Cfa, úmido em todas as estações do ano, verão quente e moderadamente quente. A temperatura média anual varia de 9 °C a 26 °C com precipitação total anual variando de 1600 a 2200 mm bem distribuídos durante todo o ano e umidade relativa variando de 60 a 85% (Alvares et al. 2014).

A área de estudo compreende as regiões geomorfológicas da Depressão Central Gaúcha, Planalto das Araucárias, Patamares da Borda Oriental da Bacia do Rio Paraná e Planícies Fluviais, apresentando formações de rochas sedimentares (Arenitos) e rochas magmáticas (Vulcânicas Básica) (Ibge, 2012). O relevo varia de ondulado a forte ondulado e os solos predominantes constituem de NEOSSOLOS Litólicos e NEOSSOLOS Regolíticos (Embrapa, 2006).

A vegetação da região estudada está inserida no bioma Mata Atlântica compreendendo as regiões fitoecológicas Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Decidual e Área de tensão ecológica (Ibge, 2012).

2.2 **Coleta de Dados**

Para a coleta dos dados foram utilizadas parcelas de 300 m² (10 m x 30 m) demarcadas paralelamente ao vão principal da LT. No total foram distribuídas07

parcelas de forma aleatória, totalizando 2.100 m² de área amostrada. Em cada parcela foram registrados todos os indivíduos vivos do estrato arbóreo-arbustivo com CAP (circunferência a altura do peito) igual ou superior a 15 cm e altura superior a 1,3 m. O material botânico não identificado em campo foi coletado para herborização e posteriormente identificação pela comparação com exsicatas existentes no Herbário Dr. Miguel Klein - FURB e consulta a especialistas da FURB.

Para a obtenção das propriedades químicas do solo, em cada parcela foram coletadas amostras de solo de forma aleatória na profundidade de 0-20 cm com auxílio de trado holandês. Em seguida, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos e secas ao ar. Por fim, foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solos da Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), para obtenção das variáveis químicas: teor de argila (%), pH, teor de fósforo extraível (P), teor de potássio extraível (K), teor de matéria orgânica (%), teor de alumínio trocável (Al), teor de cálcio trocável (Ca), teor de magnésio trocável (Mg) e calculadas a capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por alumínio (m%) e a saturação por bases (V%) (Embrapa, 2011).Para a classificação no nível de Ordem do solo foi análisado o perfil do solo de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (Embrapa, 2006).

2.3 **Análise dos dados**

Para descrever a estrutura fitossociológica da vegetação, calculou-se os parâmetros fitossociológicos, ou seja, densidade, dominância e frequência absoluta para cada espécie (Mueller-Dombois e Ellenberg, 2002). As espécies foram agrupadas em famílias, seguindo o sistema proposto pelo Angiosperm Phylogeny Group III (APG III, 2009). Em seguida, classificadas por grupo ecológico nas seguintes categorias: pioneira (P), secundária inicial (SI) e secundária tardia (ST).

A influência das variáveis ambientais e espaciais sobre a vegetação foi analisada por meio da análise de correspondência canônica – CCA. Removeu-se as variáveis ambientais colineares por meio da análise de componentes principais (PCA) no Past. Após esse procedimento, as variáveis ambientais que permaneceram na análise foram pH, índice SMP, teores de matéria orgânica, acidez potencial (H + Al), e % de argila. Na matriz de abundância de indivíduos removeu-se as espécies que apresentaram menos de 10 indivíduos na amostra, pois essas contribuem pouco para o conjunto de dados e podem dificultar a análise da vegetação. A significância estatística dos eixos de ordenação das CCA's foi verificada por meio de 999 permutações de Monte Carlo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 **Composição Florística e Estrutura Fitossociológica**

Na composição florística foram amostrados435indivíduos (2.071ind ha^{-1}), distribuídos em 50 espécies, 44 gêneros e 28 famílias botânicas (Tabela 1). Dentre as espécies amostradas 04 não foram identificadas. As principais famílias botânicas foram Fabaceae (04espécies), Euphorbiaceae (04), Lauraceae (03), Meliaceae (03) e Sapindaceae (03), correspondendo a 34% do total de espécies. Os gêneros com maior riqueza de espécies foram *Myrsine* (02) e *Trichilia* (02), contribuindo com 9% do total de espécies registradas.

Tabela 1. Lista de espécies presentes no entorno de uma linha de transmissão de energia elétrica, Rio Grande do Sul, Brasil. (GE= Grupo ecológico; Exo = Exótica; Pi = Pioneira; St = Secundária Tardia; Si = Secundária Inicial; SD = Síndrome de dispersão; Ane = Anemocórica; Aut = Autocórica; Zoo = Zoocórica; Inv = Invasora).

Família	Espécies	GE	SD
Euphorbiaceae	*Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll.Arg.	St	Aut
Euphorbiaceae	*Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll.Arg.	Si	Zoo
Sapindaceae	*Allophylus edulis* (A.St.-Hil. et al.) Hieron. Ex Niederl.	Si	Zoo
Annonaceae	*Annona sylvatica* A.St.-Hil.	Pi	Zoo
Fabaceae	*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.	Si	Ane
Araucariaceae	*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze	Pi/Se	Zoo
Asteraceae	*Baccharis semiserrata* DC.	Pi	Ane
Urticaceae	*Boehmeria caudata* Sw.	Pi	Zoo
Meliaceae	*Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.	Si	Zoo
Salicaceae	*Casearia sylvestris* (Vell.) Mart.	Si	Zoo
Malvaceae	*Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) Ravenna	Pi	Zoo
Solanaceae	*Cestrum intermedium* Sendtn.	Si	Zoo
Lauraceae	*Cinnamomum glaziovi*i (Mez) Kosterm.	St	Zoo
Rutaceae	*Citrus reticulata* Blanco	Exo	Zoo
Boraginaceae	*Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. exSteud	Pi	Ane
Rubiaceae	*Coutarea hexandra* (Jacq.) K.Schum	Si	Ane
Sapindaceae	*Cupania vernalis* Cambess.	Pi	Zoo
Fabaceae	*Erythrina crista-galli* L.	Pi	Zoo
Erythroxylaceae	*Erythroxylum argentinum* O.E.Schulz	Pi	Zoo
Escalloniaceae	*Escallonia bifida* Link & Otto	Pi	Ane
Rhamnaceae	*Hovenia dulcis*Thunb.	Exo	Inv
Asteraceae	*Kaunia rufescens* (Lundex DC.) R.M. King	Pi	Ane
Cunoniaceae	*Lamanonia ternata*Vell.	Pi	Ane
Malvaceae	*Luehea divaricata* Mart. &Zucc.	Pi	Ane
Fabaceae	*Machaerium stipitatum*Vogel.	Si	Ane
Sapindaceae	*Matayba elaeagnoides*Radlk.	St	Zoo
Primulaceae	*Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. exRoem. & Schult.	Pi	Zoo
Primulaceae	*Myrsine umbellata* Mart.	Pi	Zoo
Lauraceae	*Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez	St	Zoo
Fabaceae	*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan	Si	Aut
Lauraceae	*Persea americana* Mill.	Exo	Zoo
Quillajaceae	*Quillaja brasiliensis* (A.St.-Hil. &Tul.) Mart	Pi	Ane
Proteaceae	*Roupala montana*Aubl.	St	Ane
Adoxaceae	*Sambucus australis*Cham. &Schltdl.	Pi	Zoo
Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum* (L.) Morong	Pi	Aut
Araliaceae	*Schefflera morototoni*(Aubl.) Maguire et al.	Pi	Zoo
Moraceae	*Sorocea bonplandii* (Baill.) W.C.Burger et al.	St	Zoo

Família	Espécies	GE	SD
Loganiaceae	*Strychnos brasiliensis* Mart	Si	Zoo
Arecaceae	*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman	St	Zoo
Euphorbiaceae	*Tetrorchidium rubrivenium* Poepp.	Si	Zoo
Cannabaceae	*Trema micrantha* (L.) Blume	Pi	Zoo
Meliaceae	*Trichilia clausseni* C.DC.	St	Zoo
Meliaceae	*Trichilia elegans*A.Juss.	St	Zoo
Urticaceae	*Urera baccifera* (L.) Gaudich. exWedd.	Pi	Zoo
Salicaceae	*Xylosma pseudosalzmanii* Sleumer	Si	Zoo
Rutaceae	*Zanthoxylum rhoifolium* Lam.	Pi	Zoo

A maior riqueza florística foi determinada na parcela 04 (18 espécies) e a menor na parcela 03 (12 espécies) enquanto que a maior densidade foi observado na parcela 05 (108 indivíduos) e a menor densidade na parcela 04 (37 indivíduos). Dessa forma pode-se observar que apesar da parcela 04 apresentar a menor densidade, a riqueza florística foi superior as demais parcelas, indicando uma melhor distribuição das espécies neste ambiente.

Outra consideração a ser observada é que grande parte das áreas avaliadas sofrem constantemente influências externas e por consequência ocorre grande influência na vegetação. Sendo assim, a presença de algumas espécies é justificada pela presença de agricultura, histórico da área ou até mesmo da realização de manutenções nas LT's.

De forma geral, a densidade do estrato arbóreo foi de 2.071ind ha^{-1}, sendo que as espécies com maior densidade absoluta e relativa foram *Escallonia bifida* (233ind ha^{-1} – 11,26%), *Myrsine umbellata* (204ind ha^{-1} – 9,89%), Sambucus australis (195ind ha^{-1} – 9,43%) e *Persea americana* (180 ind ha^{-1} – 8,74%), representando 39,32% da florística total, ou seja, pequena parte das espécies representando o componente arbóreo da área estudada. Neste mesmo sentido, apenas 24% das espécies estão presentes em mais de 50% das unidades amostradas, mostrando que a dominância no estrato arbóreo é composta de poucas espécies.

Das espécies presentes no estrato arbóreo 22 são pioneiras (47,8%) e 21 não pioneiras (45,7%), sendo 12 espécies classificadas como secundárias iniciais e 09 como secundárias tardias. Ainda no estrato arbóreo 03 das espécies são exóticas (6,5%), dentre estas uma é considerada como exótica invasora (*Hovenia dulcis).* Em relação a síndrome de dispersão 67,5% das espécies são zoocórica (31), 23,9% são anemocóricas (11) e 6,5% são autocóricas (03). A adaptação das espécies em relação a dispersão das sementes está relacionada a distribuição e sobrevivência das plantas, bem como o estágio sucessional da floresta.

A área basal foi de 28,54 m^2 ha^{-1}, representada principalmente por *Sambucus australis*, Luehea divaricata, *Myrsine umbellata*, *Persea americana* e *Nectandra megapotamica*, compreendendo 49,37% da dominância total, apresentando poucas espécies na estrutura da floresta. Da mesma forma o maior valor de importância é representado pelas espécies acima citadas com adição de *Escallonia bifida,* correspondendo a 41,52% do total.

3.2 **Características do Solo**

Em relação a classificação pedológica da área estudada foi observada a predominância de solos do tipo NEOSSOLO Litólico. Esse por sua vez compreende mais de 15% da área total do Rio Grande do Sul (Pedron, 2007) e ocorrem devido à baixa infiltração de água em terrenos declivosos, apresentando menor alteração no material de origem (Pedron e Dalmolin, 2011). O material de origem dos NEOSSOLOS é sedimentar e é condicionado por diversos fatores como resistência do material de origem, clima, relevo ou até mesmo pela interação destes fatores (EMBRAPA, 2006). De acordo com Medeiros et al. (2007) os perfis de NEOSSOLO são caracterizados por pequena profundidade efetiva limitando o crescimento radicular da vegetação estabelecida na área.

Já em relação as características químicas do solo, verificou-se que o teor de argila variou entre 24% e 35%, apresentado uma textura média. A saturação por bases (V%) é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo (Ronquim, 2010), sendo que no presente estudo o V% médio foi igual a 78%, variando entre 53% e 91%. Dessa forma o solo é caracterizado como eutrófico apresentando alta fertilidade (Tabela 2).

Segundo Ronquim (2010), a capacidade de troca de cátions (CTC) de um solo, argila ou húmus representa a quantidade de cátions disponíveis na superfície em condição permutável (Ca^{2+} Mg^{2+} $K+$ $H+$ Al^{3+}). Se a maior parte da CTC do solo é composta por bases essenciais como Ca^{2+} Mg^{2+} e K, pode-se dizer que é um solo propício a nutrição das plantas. Por outro lado, se a CTC for ocupada em grande parte por cátions potencialmente tóxico como $H+$ e Al^{3+} este será um solo pobre. No presente estudo os cátions potencialmente tóxicos são praticamente nulos em relação as bases essenciais presentes no solo.

3.3 **Distribuição Florística**

Na análise de correspondência canônica (CCA), as parcelas diferiram conforme a variação das variáveis ambientais. Os autovalores dos dois primeiros eixos de ordenação explicaram 74,93% da variância dos dados (eixo 1 = 43,77%; eixo 2 = 31,16%).

No diagrama de ordenação das espécies foi verificado correlação significativa entre *A. edulis, E. argentinum,* ou seja solos mais argilosos apresentam maior chance de ocorrer essas espécies.

Em contrapartida as espécies *P. americana, A. concolor e T. clausseni* possuem preferência por solos menos argilosos.

Neste mesmo sentido, observa-se na Figura 4 a formação de um gradiente entre % MO, índice SMP e pH do solo, caracterizando a formação de um solo fértil e consequentemente a presença de determinadas espécies (e.g., *M.stipitatum, C. vernalis, L. divaricata*) em contrapartida solo com alto teor de H + Al, ou seja, solos mais ácidos e consequentemente menos férteis estão associados a presença de *E. bífida* e *M. umbellata* (Figura 2).

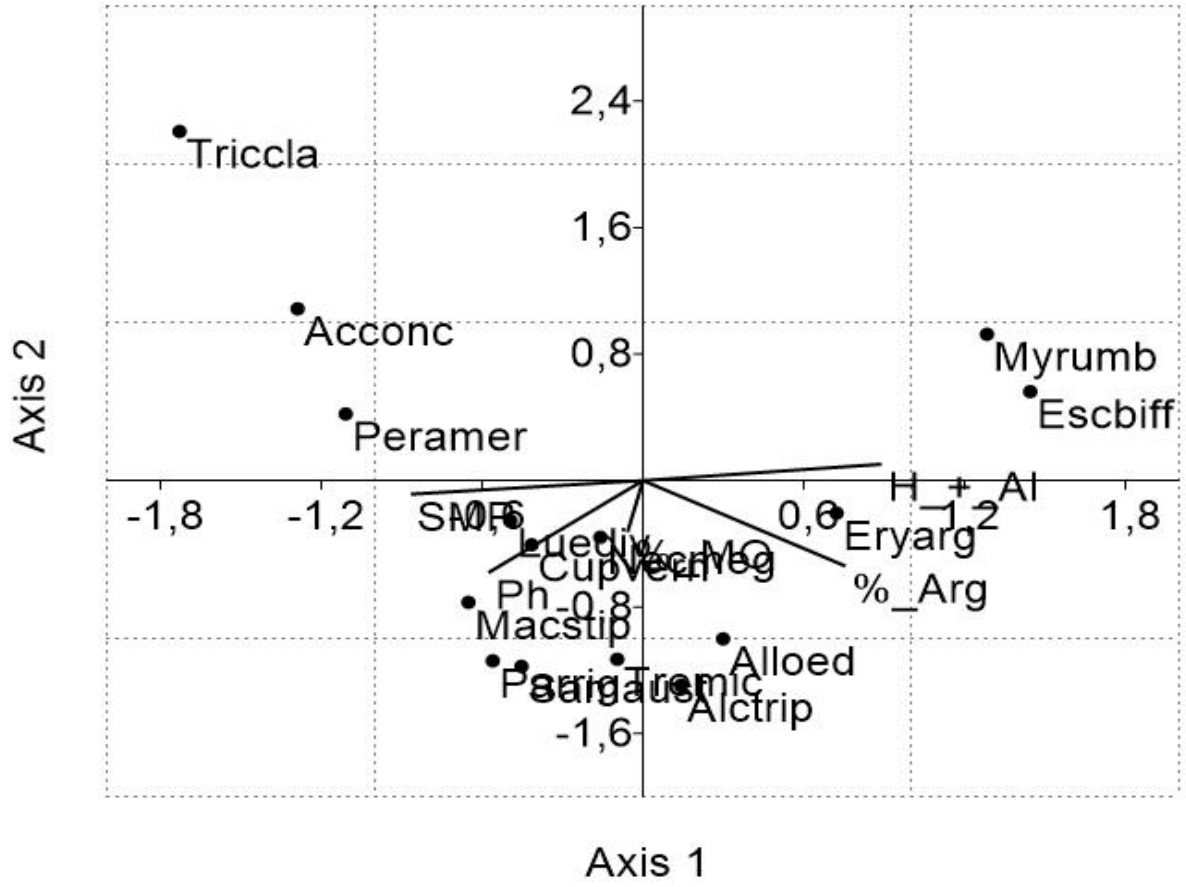


Figura 2. Análises de correspondência canônica (CCA) produzida por espécies e variáveis ambientais em remanescentes florestais no entorno de uma LT, no Rio Grande do Sul.

No diagrama de ordenação das parcelas, verifica-se a formação de quatro grupos de parcelas, sendo o primeiro influenciado pela fertilidade do solo caracterizado pelo pH, índice SMP e % de matéria orgânica. Em contrapartida o segundo grupo de solos é formado pela presença de solos com menor fertilidade. O terceiro e quarto grupo estão associado a % de argila no solo, sendo que apenas uma parcela está associada a solos mais argilosos enquanto que outras duas estão associadas a menor % de argila (Figura 3).

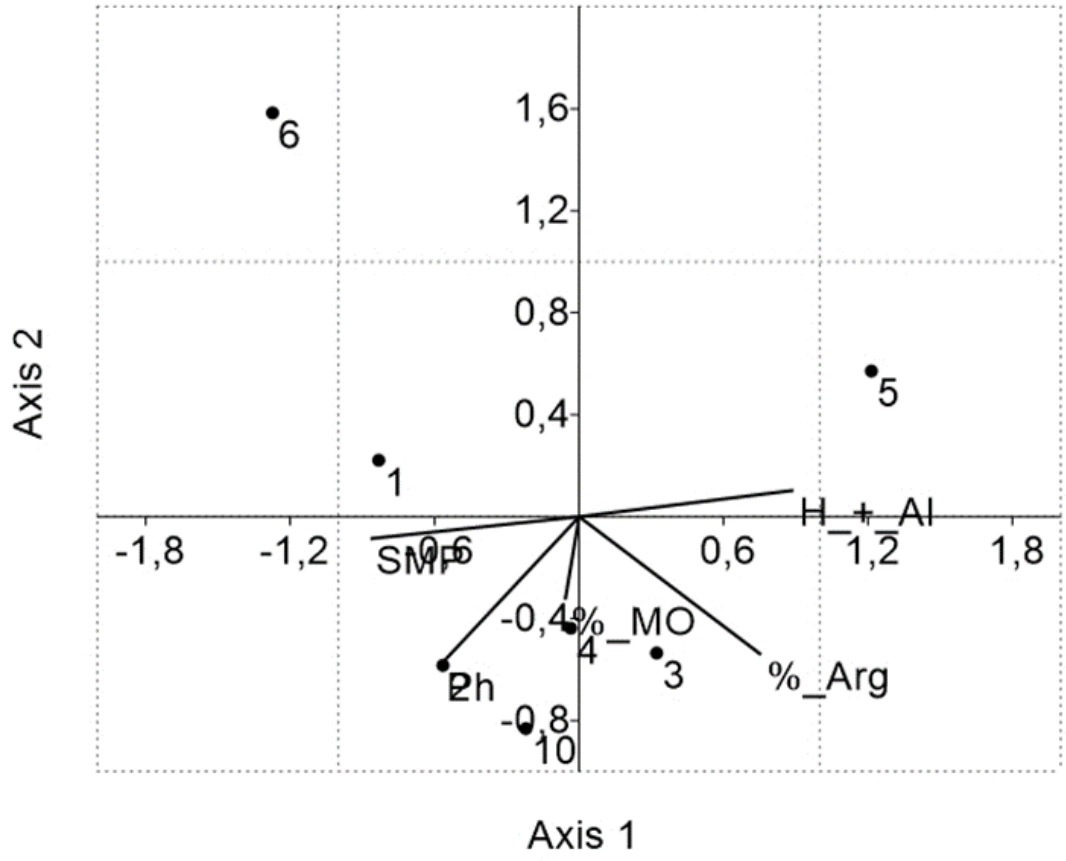


Figura 3. Análises de correspondência canônica (CCA) produzida por parcelas e variáveis ambientais em remanescentes florestais no entorno de uma LT, no Rio Grande do Sul.

4. CONCLUSÃO

Verificou-se que as variáveis pH, índice SMP, saturação por bases (V%), teores de matéria orgânica e acidez potencial (H+Al) solo foram os preditores que influenciaram na distribuição das espécies. De forma geral as características dos solos indicam uma alta fertilidade mostrando a complexidade entre fatores edáficos e distribuição das espécies. Para determinar melhor quais variáveis ambientais afetam o crescimento e distribuição das espécies é necessário a inclusão de novas parcelas e estudo de diferentes fatores ambientais e espaciais como por exemplo dispersão, competição, luminosidade, localização espacial, etc.

AGRADECIMENTOS

A CEEE – GT no âmbito do Projeto ANEEL PD-05785-5203/2016, pela concessão da bolsa e desenvolvimento do P&D.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIBA, S.; KITAYAMA, K.; TAKYU, M. Habitat associations with topography and canopy structure of tree species in a tropical montane forest on Mount Kinabalu, Borneo. **Plant Ecology**, v.174, p. 147–161, 2004.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P.C; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n.6, p. 711–728, 2014.

APG III - The Angiosperm Phylogeny Group III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the ordens and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.161, p.105-121, 2009.

BEUTLING, F. **Mapeamento da compactação do solo proveniente do processo de colheita de árvores inteiras em reflorestamento de *Pinus taeda* L.** 2014. 79 f. (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau. 2014.

CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; ALBURQUERQUE, J.A.; NICOLODI, R. Avaliação temporal da umidade do solo como consequência do tipo e porcentagem de cobertura vegetal. **Ciência Rural**, v.24, n.3, p.459-463, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasília: EMBRAPA, 2 ed. 2006, 286 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2 ed. 2011, 226 p.

HAMZA, M.A.; ANDERSON, W.K. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. **Soil Tillage Research**, v. 82, p. 121-145, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro: IBGE, 2 ed. 2012, 275 p.

LOPES, R da F. **Otimização do Processo de Manutenção de Faixas de Serviço de Linhas de Média e Alta Tensão.** 2013. 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2013.

MEDEIROS, P.S.C.; PEDRON, F.A; STÜRMER C.S.L; RODRIGUES, M.F.; AZEVEDO, A.C.; DALMOLIN, R.S.D. Caracterização de Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos do RS e análise do seu potencial agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2007, Gramado. **Anais....** Gramado, 2007.

MOREAU, J. S. **Estrutura e interação entre vegetação e ambiente de uma floresta ombrófila densa das terras baixas, Espírito Santo**.2014. 96 f. (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Espirito Santo, 2014.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. The Blackburn Press: New Jersey, 547p. 2002.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Cerne**, v.1, p.64-72, 1994.

PEDRON, F.A. **Mineralogia, morfologia e classificação de saprolitos e neossolos derivados de rochas vulcânicas no Rio Grande do Sul.** 2007. 160p. (Tese – Doutorado em Ciências do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

PEDRON, F.A.; DALMOLIN, R.S.D. Solos da região do rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul. In: SCHUMACHER, M.V. et al. (Orgs.). **A Florestal estacional subtropical. Caracterização e ecologia no rebordo do planalto meridional.** Santa Maria, 2011. p.33-51

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade do Solo e Sustentabilidade de Sistemas Agrícolas. **Ciência e Ambiente**, v. 27, p.29-48, 2003.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agrários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Ciência do Solo**, v. 5, p. 49-134, 2007.

RONQUIM, C.C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite. Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 8: 26, 2010.

ROSA, D.M. **Sistema LiDAR portátil terrestre: Estudos e aplicações Florestais.** 2014. 31p. (Especialização em Gestão Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2014.

ROSSI, M.; et al. Relação solos/vegetação em área natural no Parque Estadual de Porto Ferreira, São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, v. 17, n. 1, p. 45-61, 2005.

SCHORN, L.A. **Estrutura e dinâmica de estágios sucessionais de uma Floresta Ombrófila Densa em Blumenau, SC.** 2005. 192p. (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SOUZA, J. S. **Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do Rio Capivari, Lavras, MG**. 2001. 75 p. (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

Levantamento florístico da praça General Daltro Filho, São Leopoldo/RS

Floristic survey of the square General Daltro Filho, São Leopoldo/RS

Roberta Aparecida Fantinel[1]
Fernanda Dias dos Santos[1]
Elenice Broetto Weiler[1]
Táscilla Magalhães Loiola[1]
Camila Andrzejewski[1]

[1]Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Avenida Roraima, 1000 – Camobi – Santa Maria – RS, Brasil
roberta.fantinel@bol.com.br; fernandadiotti@hotmail.com; elenicebroettoweiler@gmail.com; tascillaloiola@gmail.com; camiandrzejewski@gmail.com.

Resumo: As praças possuem espaços verdes que apresentam diversos benefícios para a cidade, uma vez que as espécies vegetais presentes nestes lugares, são elementos de suma importância na composição paisagística, seja por meio do contado visual, qualidade ambiental, social, histórica, identidade local ou pela função estética. O presente trabalho teve como objetivo realizar o levantamento florístico das espécies vegetais da Praça General Daltro Filho, no município de São Leopoldo – RS. O levantamento florístico foi realizado por meio de inventário quantitativo, sendo contados e identificados todos os indivíduos arbóreos e não arbóreos, verificando o nome popular, científico, família e origem. Foram identificadas 13 famílias e 23 espécies, totalizando 101 indivíduos (árvores e palmeiras). As famílias que se destacaram com maior número de indivíduos foram Bignoniaceae com 31 exemplares, seguida da Arecaceae (19), Fabaceae (13), Malvaceae (9). Quanto a origem das espécies, houve o predomínio das exóticas com 69,5%. Das 13 famílias botânicas analisadas, a Bignoniaceae apresentou maior riqueza de espécies, sendo o ipê-amarelo com maior número de indivíduos.
Palavras-chave: Praça pública, inventário quantitativo, silvicultura urbana.

Abstract: The squares have green spaces that present several benefits to the city, since the vegetal species present in these places are very important elements in landscape composition, whether through visual contact, environmental quality, social, historical, local identity or aesthetic function. The present work had as objective to carry out the floristic survey of the vegetal species of Square General Daltro Filho, in the municipality of São Leopoldo - RS. The floristic survey was carried out by means of an inventory quantitative, counting and identifying all arboreal and non - arboreal individuals, verifying the popular name, scientific name, family and origin. 13 families and 23 species were identified, totalizing 101 individuals (trees and palms). Bignoniaceae with 31 specimens, followed by Arecaceae (19), Fabaceae (13) and Malvaceae (9). As for the origin of the species, the predominance of exotic species was 69.5%. Of the 13 botanical families analyzed, the Bignoniaceae showed greater species richness, being the ipê-amarelo one with the largest number of individuals.
Keywords: Public square, quantitative inventory, urban forestry.

1. INTRODUÇÃO

As cidades crescem desordenadamente alterando as condições climáticas locais, a qualidade de vida de seus habitantes e consequentemente, impedem a convivência harmoniosa com o meio natural (SHAMS et al., 2009). Partindo dessa premissa, torna-se cada vez mais necessário a existência e a construção de

espaços públicos, que agregam qualidade ao ambiente urbano, favorecendo as condições de funcionalidade, salubridade e sociabilidade (CUNHA, 2003).

Desta forma, buscando um ambiente fisicamente e ecologicamente equilibrado para os munícipes, as praças constituem-se em áreas verdes de grande importância e para que estas possam cumprir todas as suas funções benéficas, devem ser bem planejadas e administradas (SERRANO et al., 2010).

Para Bovo e Andrade (2012), as praças se destacam por sua função social, histórica, cultural e ambiental, apresentando características bastante abrangentes destinadas a práticas esportivas, lazer e convívio. As praças são locais públicos, podendo ter presença ou não de vegetação cercado por quarteirões edificados contribuindo assim para um ambiente agradável para o lazer e o convívio social (MATOS e QUEIROZ, 2009).

Tischer et al. (2014) destacam que as praças, devido ao seu espaço e sua área verde, contribuem para manter o clima ameno nas áreas urbanas, auxiliam na retenção e ciclagem da água, minimizam a intensidade do vento, e ainda dão condições de sobrevivência para algumas espécies da fauna local. Conforme Meunier et al. (2001), as praças melhoram as condições de drenagem das águas pluviais, são espaços privilegiados para a educação ambiental e possibilitam experiências estéticas única, permitindo que se vivencie a harmonia dos elementos naturais.

As praças proporcionam beleza estética no qual os indivíduos apresentam diferentes formas, cores e texturas (DANTAS e SOUZA, 2004). Por fim, cabe ressaltar que as praças assim como toda a arborização de uma cidade contribuem para a sobrevivência de diversos animais, que acabam por utilizar a cidade como habitat natural ou como rota durante a migração, além de auxiliar no equilíbrio das cadeias alimentares (SANTOS 2011).

O conhecimento da flora urbana faz parte segundo Kramer e Krupek (2012, p. 648), “de um programa de estudos que toda cidade deveria se preocupar em desenvolver, visando um plano de arborização que valorize os aspectos paisagísticos e ecológicos com a utilização, principalmente, de espécies nativas”.

Conhecer a composição florística e a estrutura fitossociológica das praças para Teixeira et al. (2016) é fundamental para que se possa entender a dinâmica da vegetação, visando proporcionar suporte às ações de preservação e melhoria na diversidade dessas áreas. Desta forma, a realização de inventários se faz necessário, pois por meio deste, é possível conhecer a composição florística das praças, sua estrutura e suas relações com o meio ambiente, bem como indicar ações de manejo, para utilização racional dos recursos naturais (FREITAS e MAGALHÃES, 2012; SILVA et al., 2018).

O inventário propicia o conhecimento do componente florestal em um dado local, assumindo importância para o manejo e adoção de intervenções culturais e silviculturais prioritárias, atuando como instrumento de planejamento (MELO et al., 2007).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar o levantamento florístico das espécies vegetais presentes na Praça General Daltro Filho, no município de São Leopoldo – RS.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O estudo foi desenvolvido, na Praça General Daltro Filho que está localizada no centro do município de São Leopoldo no Estado do Rio Grande do Sul, entre coordenadas geográficas 29°45'56'' e 29°45'59'' de latitude Sul; 51°08'35'' e 51°08'38'' de longitude Oeste. A praça é conhecida popularmente como a "Praça dos Brinquedos" e abrange uma área de aproximadamente 9.235m^2 (SILVA, 2009) (Figura 1).

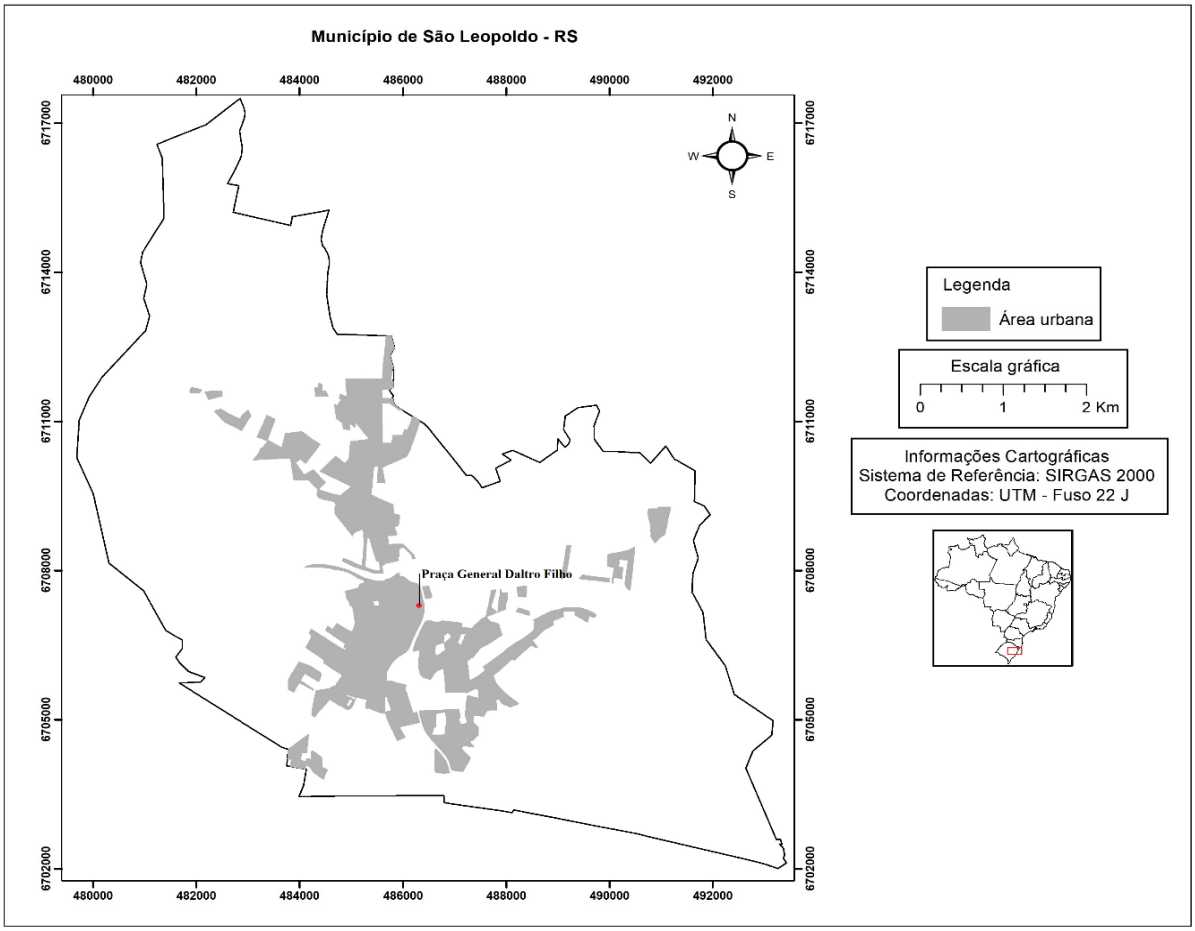


Figura 1. Localização da praça General Daltro Filho, São Leopoldo – RS.
Fonte: Autores.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima no município de São Leopoldo é Cfa, com temperatura média é 19,5 °C e pluviosidade média anual é 1440 mm (ALVARES et al., 2013).

O método utilizado para o levantamento florístico foi o inventário quantitativo do tipo censo, sendo contabilizados e identificados todos os indivíduos de porte arbóreo e não arbóreo (palmeiras). A classificação das espécies foi registrada em um formulário específico, contendo informações referentes ao nome popular, nome científico, família, origem (nativa ou exótica).

A identificação das espécies foi realizada *in loco*, tendo como objetivo de coleta, dados referentes as espécies arbóreas e palmeiras, para posterior identificação do material botânico. Após a coleta de dados das espécies, as mesmas foram observadas quanto as suas características e identificadas por meio de literatura específica de acordo com Lorenzi e Mattos (2011), Flora Digital do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2018) e Flora do Brasil 2020 (2018). Posteriormente foram

calculados o número de espécies por famílias e a frequência relativa (FR%), sendo esta calculada de acordo com Schwabet et al. (2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na praça General Daltro Filho foram encontrados no total 101 indivíduos (árvores e palmeiras), correspondendo a 23 espécies, distribuídas em 13 famílias (Tabela 1).

Tabela 1. Composição florística da praça Daltro Filho no município de São Leopoldo, RS.

Família	Nome científico	Nome pop.	O	Ind.	FR (%)
Arecaceae	*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman	Jerivá	N	10	9,9
	Dypsis lutescens H. (Wendl.) Beentje & J. Dransf.	Areca-bambu	E	9	8,9
	Washingtonia robusta H. Wendl.	Palmeira-de-saia	E	3	2,97
Anacardiaceae	*Mangifera indica* L.	Manga	E	1	0,99
Bignoniaceae	*Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex A. DC.) Mattos	Ipê-amarelo	N	17	16,83
	Jacaranda mimosifolia D. Don	Jacarandá	E	2	1,98
	Catalpa bignonioides Walter	Árvore-das-trombetas	E	12	11,88
Fabaceae	*Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze	Tipuana	E	9	8,91
	Inga marginata Willd.	Ingá-feijão	N	4	3,96
Lauraceae	*Cinnamomum zeylanicum* Breyn.	Canela	E	2	1,98
Lythraceae	*Lagerstroemia indica* L.	Extremosa	E	3	2,97
Malvaceae	*Ceiba speciosa* (A. St. Hil.) Ravenna	Paineira	N	3	2,97
	Cedrela fissilis Vell.	Cedro	N	3	2,97
	Luehea divaricata Mart.	Açoita-cavalo	N	3	2,97
Meliaceae	*Melia azedarach* L.	Cinamomo	E	1	0,99
Moraceae	*Morus nigra* L.	Amora	E	1	0,99
	Ficus benjamina L.	Ficus	E	3	2,97
	Ficus luschnathiana (Miq.) Miq.	Figueira	N	3	2,97
Myrtaceae	*Psidium guajava* L.	Goiabeira	E	3	2,97
	Syzygium jambolanum (Lam.) DC.	Jambolão	E	3	2,97
Oleaceae	*Ligustrum lucidum* W.T. Aiton	Ligustro	E	2	1,98
Proteaceae	*Grevillea robusta* A. Cunn ex. R. Br.	Grevilha	E	1	0,99
Rutaceae	*Citrus limon* (L.) Osbeck	Limoeiro	E	3	2,97
Total	**-**	**-**	**-**	**101**	

N: espécies nativas; **E:** espécies exóticas; **Nome pop.:** nome popular; **O:** origem; **Ind.:** número de indivíduos; **FR (%):** frequência relativa. **Fonte:** Autores.

As famílias que se destacaram com maior número de indivíduos foram Bignoniaceae (31), seguida da Arecaceae (19), Fabaceae (13), Malvaceae (9), Moraceae (6) e Myrtaceae (6 espécies). As demais famílias encontradas na área de estudo foram a Rutaceae e Lythraceae, com três espécies cada; enquanto a Lauraceae (2) e Oleaceae (2) e com apenas uma espécie cada destacaram-se as famílias Meliaceae, Proteaceae, Anacardiaceae.

Corroborando com o estudo realizado na Praça Palmira Vieira Da Silva no município de São Gabriel/RS, Rodrigues et al. (2009) tiveram como resultado o predomínio da família Bignoniaceae. De acordo com Amaral e Guilherme (2015) em sua pesquisa sobre a arborização em praças no município de Jataí/GO, constatou-se que a família Arecaceae possui a segunda maior riqueza florística, com 11 espécies.

Das 23 espécies encontradas na arborização da praça General Daltro Filho, 16 são de origem exótica (representando 69,5%) e sete espécies são nativas (30,5%). Segundo o estudo de Ferraz et al. (2017) foram registradas 26,0% de espécies nativas e 74,0% exóticas no levantamento florístico de uma praça na cidade Nakatsugawa, Registro/SP.

A utilização de espécies exóticas de acordo com Lorenzi (2002) torna-se insignificante, considerando que a flora nativa brasileira é rica e possui espécies de grande valor paisagístico. Conforme os autores Teixeira et al. (2016), Kramer; Krupek (2012) e Souza et al. (2011) a dominância de espécies exóticas na arborização de praças é um problema enfrentado em diversas cidades do Brasil.

Quanto à frequência relativa as espécies com os maiores valores encontrados na praça General Daltro Filho foram o *Handroanthus chrysotrichus* (16,83%), seguida *de Catalpa bignonioide*s (11,88%); *Syagrus romanzoffiana* (9,9%); *Dypsis lutescens; Tipuana tipu* (8,91% cada) e *Inga marginata* (3,96%) (Figura 2).

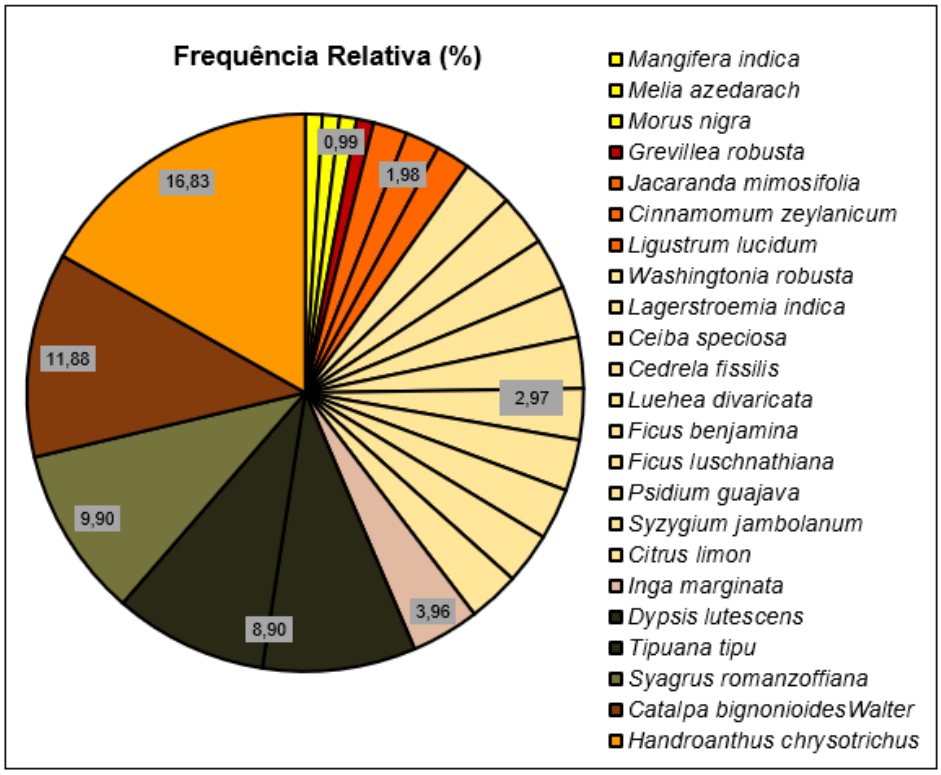


Figura 2. Distribuição das espécies por taxa de frequência relativa. **Fonte:** Autores.

4. CONCLUSÕES

Com base no inventário das espécies que compõem a arborização da praça General Daltro Filho, foi possível averiguar que a maioria das espécies são de origem exótica. Das 13 famílias botânicas analisadas, a Bignoniaceae apresentou maior riqueza de espécies, sendo de maior incidência a espécie *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AMARAL, E. V.; GUILHERME, F. A. G. Arborização em praças no município de Jataí, GO, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 9, n. 2, p. 18-33, 2015.

BOVO, M. C.; ANDRADE, T. B. Produção do espaço histórico-cultural de Campo Mourão (PR) Brasil: um estudo de suas praças centrais. **Formação**, v.19, n.1, p. 3-24, 2012.

CUNHA, R. D. A. Os espaços públicos abertos e as leis de uso e ocupação do solo: uma questão de qualidade para ambientes sustentáveis. **Anais...** III encontro nacional sobre edificações e comunidades sustentáveis: "produção e gestão do ambiente construído sustentável". São Paulo, 2003.

DANTAS I. C.; SOUZA, C. M. C. Arborização urbana na cidade de Campina Grande-PB: Inventário e suas espécies. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristovão-SE, v.4, n.2, 2004.

FERRAZ, M. V.; DEL NERI, L. A.; NUNES, J. V. Levantamento florístico das espécies utilizadas na ornamentação da praça cidade Nakatsugawa, Registro, SP. **Revista Tree Dimensional**, ProFloresta - Goiânia, v.2 n.4; p. 45-50, 2017.

FLORA DIGITAL DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/index.php>. Acesso em: 29 jul. 2018.

FLORA DO BRASIL 2020. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 29 jul. 2018.

FREITAS, W. K.; MAGALHÃES, L. M. S. Métodos e Parâmetros para Estudo da Vegetação com Ênfase no Estrato Arbóreo. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p. 520- 540, 2012.

KRAMER, J. A.; KRUPEK, R. A. Caracterização florística e ecológica da arborização de praças públicas do município de Guarapuava, PR. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 647-658, 2012.
LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Editora Plantarum Ltda, v. 1, 2002, 384 p.

LORENZI, H.; MATTOS, A. F. J. **Plantas Tóxicas**. Nova Odessa: Plantarum, 2011. 256 p.
MATOS, E.; QUEIROZ, L. P. **Árvores para cidades**. Editora: Solisluna. Ministério Público do Estado da Bahia, 2009. 340 p.

MELO, R. R.; LIRA FILHO, J. A.; RODOLFO JUNIOR, F. Diagnóstico quantitativo e qualitativo da arborização urbana no bairro Bivar Olinto, Patos, Paraíba. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 2, n. 1, p. 64-80, 2007.

MEUNIER, I. M. J.; SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C. **Inventário florestal: Programas de estudo**. Recife, PE: Imprensa Universitária da UFRPE, 2001. 189 p.

TABORDA, Í. G. R.; MOURA, R. R.; DA ROCHA, N. S.; TEIXEIRA, I. F. (2009). Composição da vegetação da Praça Palmira Vieira Da Silva do município de São Gabriel–RS. **Anais...** do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão. v. 1, n. 1, 2009.

SANTOS, E. **Companhia Energética de Minas Gerais. Manual de arborização**. Belo Horizonte: Cemig/Fundação Biodiversitas, 2011. 112 p.

SERRANO, D. G.; AGASSI, J. D.; BARBOSA, L. C.; DE OLIVEIRA, V. H. M.; SIMÕES, F. A. Gestão pública dos espaços vazios do município de Sarandi/PR. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, Ponta Grossa, PR, v. 2, n. 3, p. 114-124, 2010.

SILVA, A. da M. **Atratividade e dinâmica de apropriação de espaços públicos para o lazer e turismo**. Porto Alegre, 2009. 250f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,2009.

SILVA, I. DOS R.; OLIVEIRA, A. T. DE S.; DA SILVA, L. B. O.; BAIA, R. S.; CORREA, T. B. C.; MARTINS, W. B. R. Diagnóstico visual e fitossociologia na arborização de praças em Paragominas, Pará. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.13, n.1, p. 01-13, 2018.

SOUZA, A. L.; FERREIRA, R. A.; MELLO, A. A.; PLÁCIDO, D. R.; SANTOS, C. Z. A.; GRAÇA, D. A. S.; JÚNIOR, P. P. A.; BARRETTO, S. S. B.; DANTAS, J. D. M.; PAULA, J. W. A.; SILVA, T. L.; GOMES, L. P. S. Diagnóstico quantitativo e qualitativo da arborização das praças de Aracaju, SE. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 1253-1263, 2011.

SCHWABET, N. T.; GIRARDI, L. B.; NEUHAUS, M.; BACKES, F. A. A. L.; BELLÉ, R. A.; MENEGAES, J. F. Diversidade florística do bairro Nossa Senhora das Dores em Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 20, n. 2, p.155-162, 2014.

SHAMS, J. C. A.; GIACOMELI, D. C.; SUCOMINE, N. M. Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 4, n. 4, p. 1-16, 2009.

TEIXEIRA, I. F.; FIGUEIREDO, F. M.; TABORDA, I. G. R.; SOARES, L. M. Análise fitossociológica da praça Camilo Mércio no centro histórico de São Gabriel, RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana,** Piracicaba, v. 11, n. 1, p. 01-13, 2016.

TISCHER, J. C.; FORTE, A. R.; MORAES, C. P. de. Análise qualiquantitativa de indivíduos arbóreos das praças centrais do município de Leme, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 9, n. 3, p. 49-64, 2015.

Levantamento florístico e fitossociológico do componente arbóreo em Floresta Estacional Decidual, RS

Floristic and phytosociological investigation of trees species component in Deciduous Seasonal Forest, RS

Roberta Aparecida Fantinel[1]
Francieli de Fátima Missio[1]
Ronaldo Kanopf de Araújo[2]
Delmira Beatriz Wolff[2]

[1]Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Avenida Roraima, 1000 – Camobi – Santa Maria – RS, Brasil
roberta.fantinel@bol.com.br; franmissio@yahoo.com.br.
[2]Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Avenida Roraima, 1000 – Camobi – Santa Maria – RS, Brasil
ronaldo.kanopf@gmail.com; delmirawolff@hotmail.com.

Resumo: Objetivou-se avaliar a composição florística de espécies arbóreas em um fragmento florestal localizado no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, no município de Santa Maria, RS. Para a caracterização da vegetação arbórea, foram instaladas de 8 unidades amostrais de 100 m². Quanto a análise dos dados, foi realizada a curva de acumulação de espécie para verificar a suficiência amostral do levantamento florístico e fitossociológico. A estrutura horizontal foi determinada por meio dos seguintes parâmetros: densidade absoluta e relativa; dominância absoluta e relativa; frequência absoluta e relativa e o índice de valor de importância, após realizou-se a distribuição diamétrica da comunidade arbórea, determinando as classes de DAP (diâmetro na altura do peito). Foram identificados 160 indivíduos, distribuídos em 15 espécies arbóreas, classificadas em 10 famílias botânicas. Pela estrutura horizontal, a família com maior riqueza foi Fabaceae com três espécies. A espécie com maior densidade absoluta foi a exótica *Ligustrum lucidum* (80 indivíduos), seguida de *Schinus terebinthifolius* com 34 indivíduos. Do total de espécie amostradas, quatro foram exóticas, dentre elas *Ligustrum lucidum*. Foi possível verificar uma vegetação em estágio intermediário de sucessão, com predomínio de espécies exóticas, as quais apresentaram maior importância relativa na vegetação quando comparado com as nativas.
Palavras-chaves: densidade, distribuição diamétrica, fragmento florestal.

Abstract: The objective of this study was to evaluate the floristic composition of tree species in a forest fragment located in the Santa Maria Federal University Campus, Santa Maria, RS. For the characterization of the arboreal vegetation, 8 sample units of 100 m² were installed. Regarding the data analysis, the curve of accumulation of species was performed to verify the sampling adequacy of the floristic and phytosociological survey. The horizontal structure was determined using the following parameters: absolute and relative density; absolute and relative dominance; absolute and relative frequency, and the importance value index, after the diameter distribution of the tree community, determining the classes of DBH (diameter at breast height). It was identified 160 individuals, distributed in 15 tree species, classified in 10 botanical families. By the horizontal structure, the family with the greatest wealth was Fabaceae with three species. The species with the highest absolute density was the exotic Ligustrum lucidum (80 individuals), followed by Schinus terebinthifolius with 34 individuals. Of the total species sampled, four were exotic, among them Ligustrum lucidum. It was possible to verify a vegetation in intermediate stage of succession, with predominance of exotic species, which presented greater relative importance in the vegetation when compared with the native ones.
Keywords: density, diametric distribution, forest fragment.

1. INTRODUÇÃO

Os levantamentos fitossociológico e florístico são de grande importância para um melhor conhecimento das plantas que ocupam uma determinada área, bem como avaliar o comportamento dessas espécies em um ecossistema. Para GILHUIS (1986); VILELA et al. (1993) e CUSTÓDIO FILHO et al. (1994), o estudo da fitossociologia e da composição florística de uma floresta está relacionado com a sua estrutura e sua dinâmica, podendo ser construída uma base teórica visando auxiliar na conservação da diversidade, na recuperação das áreas e dos fragmentos florestais degradados.

O estudo da estrutura fitossociológica de uma floresta, fornece o conhecimento do estado atual dos fragmentos florestais (ROSA et al., 2008). Assim, o levantamento florístico voltado para a identificação das espécies e sua distribuição tem como finalidade subsidiar a conservação de fragmentos remanescentes de área com cobertura vegetal, frente aos crescentes impactos provocados pela ação antrópica (CHAVES et al., 2013).

A fitossociologia possibilita a identificação de parâmetros quantitativos de uma comunidade vegetal, definindo a frequência de determinada espécie, abundância e a relação de dominância (TABARELLI et al.,1993). O estudo fitossociológico fornece informações sobre a afinidades entre espécies ou grupos de espécies, acrescentando dados quantitativos a respeito da estrutura da vegetação (SILVA et al., 2002).

Nesse sentido, estudos sobre a Floresta Estacional Decidual são fundamentais, pois apresentam formações florestais de grande relevância no estado do Rio Grande do Sul, no que tange à sua localização geográfica, importância da sua formação histórico-cultural e a sua representatividade para o ecossistema. Atualmente esta formação florestal no Rio Grande do Sul encontra-se fragmentada em pequenas manchas esparsas entre lavouras agrícolas, sendo que os poucos povoamentos residuais dessas florestas encontram-se alterados e parcialmente descaracterizados (LEITE e KLEIN, 1990; VACCARO e LONGHI, 1995).

Dentre as consequências da fragmentação é a descaracterização da composição florística por espécies exóticas consideradas invasoras, que alteram as condições naturais e dinâmica da comunidade arbórea (ZILLER, 2001). Áreas fragmentadas são mais suscetíveis à invasão, uma vez que as exóticas apresentam, na maioria das vezes, características mais fáceis de colonizar novas áreas com consecutivo estabelecimento e desenvolvimento.

É fundamental caracterizar a vegetação arbórea de uma determinada área, identificar as espécies presentes no local e fazer uma avaliação da estrutura horizontal e vertical da floresta. Dessa forma, é possível criar estratégias para o monitoramento e a conservação das florestas (LONGHI et al., 2000).

Neste contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a composição florística de espécies arbóreas em um fragmento florestal localizado no Campus da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, situado no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Caracterização da área do estudo**

A área de estudo situa-se no município de Santa Maria, nas dependências do Campus da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, no estado do Rio Grande do Sul. A área possui 1,7 ha, estando localizada entre as coordenadas geográficas 29º 42’ 59” e 29º 43’ 02” de latitude Sul e 53º 42’ 51” e 53º 42’ 34” longitude Oeste, mais precisamente próximo à biblioteca central e aos prédios da casa do estudante da UFSM (Figura 1).

O clima predominante da região, segundo a classificação de Köppen é considerado do tipo Cfa - Subtropical úmido, com duas estações do ano bem definidas, o inverno com temperatura máxima de 18˚C e verão com temperaturas superiores a 22˚C, e chuvas bem distribuídas o ano todo (ROSSATO, 2011).

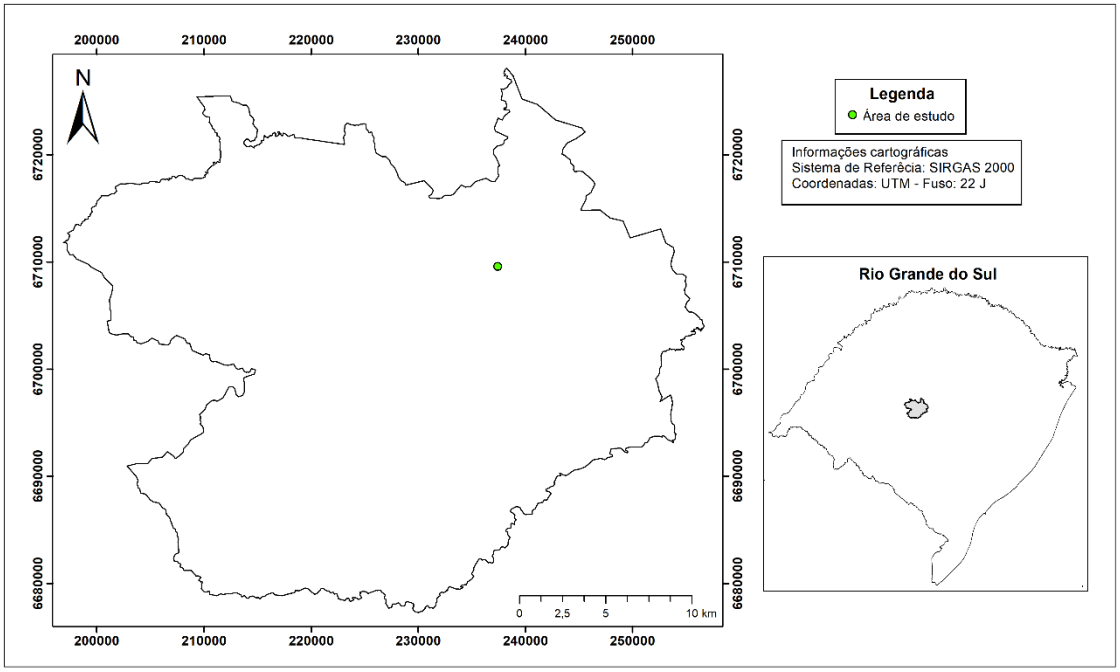


Figura 1. Localização da área de estudo, Santa Maria – RS. **Fonte:** Autores.

2.2 **Amostragem da vegetação**

Para a caracterização da vegetação arbórea, foram instaladas de maneira aleatório 8 unidades amostrais de 100 m² (10 m x 10 m), onde realizou-se a amostragem de todas as árvores presentes dentro de cada parcela, utilizando fita métrica, estacas de madeira e GPS demarcando e identificando todas as parcelas nos quatro vértices. Em cada unidade foram amostrados todos os indivíduos arbóreos, com diâmetro na altura do peito (DAP) igual ou superior a 3 cm.

A confirmação das espécies vegetais foi realizada “in loco”, sendo os indivíduos não identificados coletados e posteriormente identificados no Herbário do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria - RS. As espécies foram identificadas a nível de família sendo classificadas de acordo com a APG IV (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP, 2016) e o nome científico atualizado conforme a Lista de Espécies da Flora do Brasil (JBRJ, 2018).

2.3 **Análise dos dados**

Para a análise dos dados foi realizada a curva de acumulação de espécie para verificar a suficiência amostral do levantamento florístico e fitossociológico. A estrutura horizontal foi determinada através dos seguintes parâmetros clássicos da fitossociologia: densidade absoluta e relativa; dominância absoluta e relativa; frequência absoluta e relativa e o índice de valor de importância (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974). Posteriormente, realizou-se a distribuição diamétrica da comunidade arbórea, determinando as classes de DAP pelo método de Spiegel. Afim de verificar a o impacto quanto à presença de espécies exóticas na vegetação foi calculado o índice de invasão biológica proposto por Guidini et al. (2014). Todas as análises foram realizadas no programa R (R CORE TEAM, 2018).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da curva de acumulação de espécies verificou-se que a amostragem realizada foi satisfatória, uma vez que tendeu à estabilidade com a inclusão da última parcela (Figura 2). Este resultado obtido indica que se trata de uma área representada por poucas espécies, isto é, com baixa riqueza, não havendo necessidade de aumentar no número de unidades amostrais.

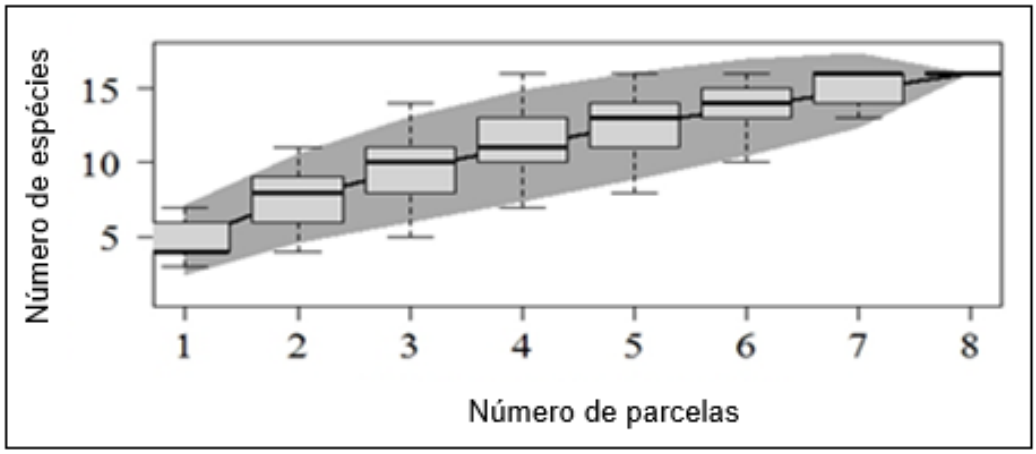


Figura 2. Curva de acumulação de espécies realizada em um trecho de Floresta Estacional Decidual, UFSM, 2018. **Fonte:** Autores.

Foram amostrados 160 indivíduos em 8 parcelas, distribuídos em 15 espécies arbóreas, classificadas em 10 famílias botânicas (Tabela 1). Pela estrutura horizontal, a família com maior riqueza foi Fabaceae com 3 espécies seguida da Solanaceae, Myrtaceae e Meliaceae ambas com duas espécies. As famílias Oleaceae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae, Salinaceae, Moraceae e Araceae representadas apenas com uma espécie cada. A espécie com maior densidade absoluta foi a exótica *Ligustrum lucidum* W. T. Aiton com 80 indivíduos, seguida de *Schinus terebinthifolius* Raddi com 34 e *Sapium gladulosum* (L.) com 15 indivíduos. Demais espécies apresentaram menos de 10 indivíduos que totalizaram 17 % da amostragem total. Do total de espécie amostradas, quatro foram exóticas, dentre elas *Ligustrum lucidum* com maior valor de importância observado e também a exótica *Melia azedarach* (L.) em quarto lugar no ranking VI.

A estrutura da floresta está representada pela densidade de indivíduos, sendo observado que o valor de importância está diretamente relacionado a este estimador, quando comparado aos outros de valores baixos, como dominância relativa.

Na distribuição diamétrica de toda a comunidade foi possível verificar o comportamento esperado para as florestas tropicais (KERSTEN; GALVÃO, 2011), isto é, tendência a curva exponencial negativa, também conhecida como J-invertido (Figura 3).

Tabela 1. Estrutura horizontal da vegetação amostrada em uma área localizada na Universidade Federal de Santa Maria – RS.

Espécie	Família	DG	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VI
Ligustrum lucidu W. T. Aiton.	Oleaceae	2	80	50,0	0,7	24,9	75	16,7	30,5
Schinus terebinthifolius Raddi.	Anacardiaceae	1	34	21,3	0,9	31,9	62,5	13,9	22,4
Sapium glandulosum (L.) Morong	Euphorbiaceae	1	15	9,4	0,2	8,0	75	16,7	11,4
Melia azedarach L.	Meliaceae	2	5	3,1	0,7	24,8	12,5	2,8	10,2
Solanum mauritianum Scop.	Solanaceae	1	7	4,4	0,0	0,4	50	11,1	5,3
Caesalpinia peltophoroides Benth.	Fabaceae	1	3	1,9	0,1	3,0	37,5	8,3	4,4
Eugenia uniflora L.	Myrtaceae	1	3	1,9	0,0	0,1	37,5	8,3	3,4
Eucalyptus grandis	Myrtaceae	2	1	0,6	0,1	2,7	12,5	2,8	2,0
Syagrus romanzoffiana	Araceae	1	1	0,6	0,0	1,6	12,5	2,8	1,7
Morus alba L.	Moraceae	2	2	1,3	0,0	0,8	12,5	2,8	1,6
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong.	Fabaceae	1	1	0,6	0,0	0,9	12,5	2,8	1,4
Cedrela fissilis Vell.	Meliaceae	1	1	0,6	0,0	0,8	12,5	2,8	1,4
Vassobia breviflora (Sendtn.) Hunz.	Solanaceae	1	1	0,6	0,0	0,1	12,5	2,8	1,2
Caesalpinia pulcherrima (L.) Sw.	Fabaceae	1	1	0,6	0,0	0,0	12,5	2,8	1,1
Salix x pendulina	Salicaceae	1	1	0,6	0,0	0,0	12,5	2,8	1,1

Em que: **DG:** distribuição geográfica (1 - nativa; 2 - exótica).

Esta análise permite inferir no estágio de auto regeneração da vegetação, onde se observa um maior número de indivíduos nas classes iniciais de DAP e consecutiva diminuição nas classes subsequentes. Assim, é possível inferir que se trata de uma vegetação em estágio intermediário de sucessão florestal.

Todavia, pelo índice de invasão biológica as espécies exóticas apresentaram maior valor de importância relativa do que as espécies nativas (IIB = 1,89%), indicando uma área alterada com predomínio de espécies invasoras. Esse dado elucida a importância do controle e manejo das áreas contaminadas por espécies exóticas. Ainda, a respectiva área de estudo representa um importante exemplo de questões voltadas à conservação e preservação de áreas alteradas, uma vez que, provavelmente está diretamente relacionada à ocorrência de efeitos antrópicos.

Nesse sentido, se faz importante avaliar áreas naturais e sua composição florística, estimando assim o percentual de nativas e exóticas. A maior ocorrência de espécies exóticas é registrada em áreas perturbadas e de acordo com Dechoum et al. (2015), florestas secundárias, em diferentes estágios sucessionais, abrigam a diversidade de exótica consequentemente ao grau de impacto ambiental.

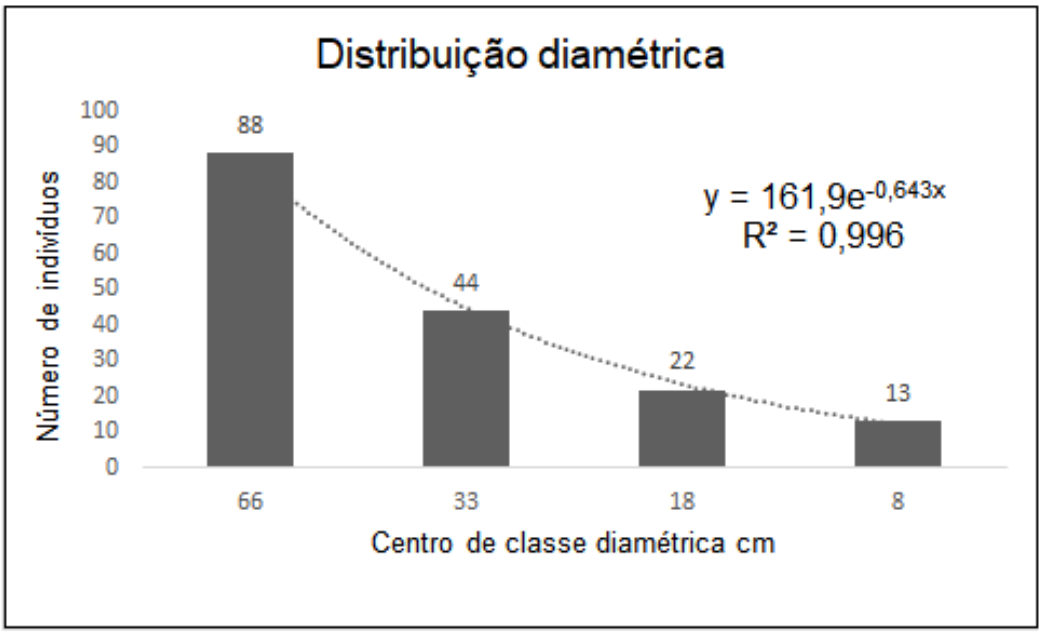


Figura 3. Distribuição diamétrica da vegetação amostrada em uma área localizada na Universidade Federal de Santa Maria – RS.

O resultado observado, neste estudo, é relativamente preocupante quanto à conservação e proteção da biodiversidade, uma vez que, a maior ocorrência de exótica no estrato arbóreo indica possível substituição de espécies nativas pelas invasoras. Projetos de controle à invasão por espécies exóticas são necessários para mudar o cenário atual da maioria das florestas secundárias no estado.

4. CONCLUSÕES

Foi possível verificar uma vegetação em estágio intermediário de sucessão, com predomínio de espécies exóticas, as quais apresentaram maior importância relativa na vegetação quando comparado com as nativas.

Mesmo por apresentar uma área alterada o número de espécies nativas indica a importância de manejo e conservação na maioria das áreas de floresta no estado do Rio Grande do Sul.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao colega e amigo, Rafael Bitencourt Vivian por ter participado em todas as etapas das coletas de dados, tão essenciais para os resultados deste trabalho. Rafael, hoje você não está fisicamente presente, mas, certamente em nossos pensamentos e em suas ações a sua vida continua, nos deixou um legado de amor a pesquisa científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALAN DEL CARLOS GOMES CHAVES, A. D. C. G.; SANTOS, R. M. S.; SANTOS, J. O.; FERNANDES, A. A.; MARACAJÁ, P. B. Importância dos levantamentos florístico e fitossociológico

para a conservação e preservação das florestas. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v.9, n. 2, p. 42-48, 2013.

APG IV. Angiosperm Phylogeny IV. Na update of the Angiosperm phylogeny Grop classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, p. 1-20, 2016.

CUSTÓDIO FILHO, A.; FRANCO, G. A. D. C.; DIAS, A. C. Composição florística de um trecho de floresta pluvial atlântica, em regeneração natural após desmatamento diferenciado em Pariquera-açu, SP, Brasil. **Revista do Instituto Florestal,** São Paulo, v.6, p.87-98, 1994. Edição especial.

CUNHA, G. C. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em diferentes fases sucessionais de uma floresta estacional do Rio Grande do Sul**. 1997. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP. 1997.

DECHOUM, M.S. et al. Invasions across secondary forest successional stages: effects of local plant community, soil, litter, and herbivory on Hovenia dulcis seed germination and seedling establishment. **Plant Ecology**, pg. 823–833, 2015.
GILHUIS, J. P. **Vegetation survey of the Parque Florestal Estadual do Rio Doce, MG, Brazil**. 1986. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais – MG, 1986.

JBRJ. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Lista de Espécies da flora doo Brasil**. Disponível em < www.floradobrasil.jbrj.gov.br.> Acesso em: 25 agosto.2016.

KERSTEN, R. A.; GALVÃO, F. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos. In: FELFILI, J. M. et al. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de casos**. Viçosa: Editora UFV, 2011. p. 153-176.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. **Geografia do Brasil: Região Sul**. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. v.2, p.113-150, 1990.

LONGHI, S. J.; ARAÚJO. M. M.; KELLING, M. B.; HOPPE, J. M.; MÜLLER, I.; BORSOI, G. A. Aspectos fitossociológicos de fragmento de floresta estacional decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 59-74, 2000.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, 2016. Disponível em: <(http://www.R-project.org)> Acesso em: 13/10/2018.

ROSA, S. F.; LONGHI, S. J.; LUDWIG, M. P. Aspectos florísticos e fitossociológicos da Reserva Capão de Tupanciretã, Tupanciretã, RS, Brasil. **Revista Ciência Florestal**, v. 18, n. 1, p. 15-25, 2008.

ROSSATO, M. S. **Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. 2011. 240 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Porto Alegre, 2011.

SILVA, L. O.; COSTA, D. A.; FILHO, K. E. S.; FERREIRA, H. D.; BRANDÃO, D. Levantamento Florístico e Fitossociologico em duas áreas de cerrado sensu stricto no parque estadual da serra de Caldas Novas, Goiás. **Acta Botânica Brasilica** v. 16, n. 1, p. 43-53, 2002.

TABARELLI, M.; VILLANI, J. P.; MANTOVANI. W. Aspectos de sucessão secundária em trecho da floresta atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 5, n. 1, p. 99 – 112, 1993.

VACCARO, S.; LONGHI, S. J. Análise fitossociológica de algumas áreas remanescentes da Floresta do Alto Uruguai, entre os rios Ijuí e Turvo, no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.5, n.1, p.33-53, 1995.

VILELA, E. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; GAVINALES, M. L.; CARVALHO, D. A. Espécies de matas ciliares com potencial para estudos de regeneração no alto Rio Grande, sul de mina. **Revista Árvore,** Viçosa, MG, v. 17, n.2, p. 117-128, mar./abr. 1993.

Ocorrência de espécies florestais exóticas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages – SC: um estudo de caso

Occurrence forest species in a Mixed Ombrophila Forest fragment in Lages - SC: a case study

Larissa Bittencourt[1]
Douglas Trautmann e Silva[1]
Adelar Mantovani[1]

[1]Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV
Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro - Lages - SC.
larybittencourt@gmail.com; engtrautmann@gmail.com; adelar.mantovani@udesc.br.

Resumo: Processos antrópicos acelerados sobre as florestas acarretam em uma significante perda da biodiversidade em remanescentes florestais. A utilização de espécies exóticas para paisagismo urbano e ou até mesmo rural sem o conhecimento de suas formas reprodutivas podem acarretar em uma catástrofe ambiental. No Brasil o clima é favorável para o estabelecimento de muitas espécies que causam um desequilíbrio tanto na flora quanto na fauna. Espécies invasoras são aquelas espécies exóticas que conseguem de forma consistente manter uma população viável, com dispersão ampla e com capacidade de estabelecimento, que ameace a diversidade biológica natural. O objetivo deste estudo foi identificar e discutir a respeito da ocorrência de três espécies exóticas invasoras em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no município de Lages – SC e as consequências deste fato. Foi realizada a contagem dos indivíduos presentes de *Pinus elliottii* Engelm., *Ligustrum lucidum* W.T. Aiton e *Hovenia dulcis* Thunb. em 16 parcelas. Foram contabilizados 97 indivíduos de *Pinus elliottii* (746 ind ha^{-1}), 41 de *Ligustrum lucidum* (315 ind ha^{-1}) e 11 de *Hovenia dulcis* (85 ind ha^{-1}), em uma área total de 0,13 ha. Os resultados demonstram o potencial de invasão destas espécies, e que devem ser controladas. É de suma importância realizar de forma ordenada e planejada a retirada destas espécies das florestas nativas.
Palavras-chave: espécies invasoras, biodiversidade, *Pinus elliottii*, *Ligustrum lucidum.*

Abstract: Accelerated anthropogenic processes on forests entail to a significant loss of biodiversity in forest remnants. The use of exotic species for urban and rural landscaping without the knowledge of their reproductive forms can lead to an environmental catastrophe. In Brazil, the establishment of many species is favorable because of its climate, and that cause an imbalance in both flora and fauna. Invasive species are exotic species be able to maintain a viable population, with high dispersed and establishment, that threatens natural biological diversity. The aim of this study was to identify and discuss about the occurrence of three invasive exotic species in a fragmet of the mixes ombrophilous forest in Lages – SC, and the consequences of this fact. Was made a counted of *Pinus elliottii*, *Ligustrum lucidum* and *Hovenia dulcis*, in 16 plots. A total of 97 individuals of *Pinus elliottii* (746 ind ha^{-1}), 41 of *Ligustrum lucidum* (315 ind ha^{-1}) and 11 of *Hovenia dulcis* (85 ind ha^{-1}), were registered in a total area of 0,13 ha. The results demonstrate the invasion potential of these species, and should be controlled. It is extremely important to make the withdrawal of these species in orderly and planned from the native forests.
Key words: invasive species, biodiversity, *Pinus elliottii*, *Ligustrum lucidum*.

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais causas da perda da biodiversidade mundial é a introdução de espécies exóticas invasoras. Esta introdução pode ocorrer por diversos motivos, tanto de forma acidental, por exemplo, organismos transportados por água em embarcações, sementes de plantas daninhas transportadas junto com grãos, como de forma intencional, por exemplo, árvores para serem cultivadas com finalidade

silvicultural e ou plantas ornamentais, entre outros. Destacando que é considerada na introdução de espécies exóticas, qualquer parte da planta, sementes, gametas, propágulos, entre outros, que possam sobreviver e consequentemente se reproduzir (LEÃO et al., 2011; RODOLFO et al., 2008).

De acordo com as terminologias mais recentes, espécie exótica é aquela que não teria ocorrência natural em uma região geográfica sem o transporte humano. E espécie invasora são aquelas espécies exóticas que conseguem de forma consistente manter uma população viável, com dispersão para locais distantes com capacidade de estabelecimento, e que ameace a diversidade biológica, ressalta-se que para uma espécie exótica se tornar invasora, depende da sua capacidade de dispersão e sobrevivência (MORO et al., 2012; ZILLER et al., 2007).

Algumas espécies exóticas que são introduzidas sejam para a produção de alimentos e ou outros usos comerciais, como a produção madeireira, paisagismo, medicinal, e até mesmo para fins ambientais, não se tornam invasoras, enquanto, que outras sim, causando danos aos ambientes naturais. Em função do tempo de invasão e da falta de manejo adequado e controle da espécie introduzida, em geral, tem-se a gravidade do impacto causado. Certas espécies podem causar alterações na capacidade reprodutiva dos ecossistemas naturais, outras podem dominar totalmente um ambiente expulsando espécies nativas, ocasionando a perda da diversidade natural, introdução de patógenos ou parasitas (MORO et al., 2012; RODOLFO et al., 2008; SAMPAIO; SCHMIDT, 2013; ZILLER, 2001a).

A invasão de espécies exóticas é hoje considerada a segunda maior causa de perda de biodiversidade, ficando atrás da fragmentação de hábitats antrópica e ou natural (SAMPAIO; SCHMIDT, 2013; RODOLFO et al., 2008). A facilidade que algumas espécies exóticas invasoras apresentam em se estabelecer pode estar relacionada a menores exigências ambientais de certas espécies, ou a ausência de predadores ou inimigos naturais, além de que, quanto maior o grau de perturbação do ecossistema e a consequente redução da diversidade natural, mais suscetível são à invasão de espécies exóticas, já que as funções ecológicas podem estar comprometidas (ZALBA; ZILLER, 2007; ZILLER, 2001a).

As plantas invasoras podem ocorrer em variados tipos de ecossistemas e de diferentes hábitos, porém, há exceções, pois geralmente florestas menos perturbadas são menos suscetíveis a invasões, entretanto, isto esta intimamente ligada como é a dispersão da espécie em questão, como por exemplo, se a dispersão é pelo vento a entrada no interior da floresta é dificultada, em relação quando a dispersão é realizada por aves (MORO et al., 2012; ZILLER, 2001a).

Para o Brasil, são listadas atualmente 386 espécies exóticas invasoras (http://i3n.institutohorus.org.br/) (LEÃO et al., 2011), e segundo estudo realizado por Sampaio e Schmidt (2013) há 144 espécies exóticas invasoras já presentes em Unidades de Conservação Federais (UCs). Ter o conhecimento das espécies exóticas que estão presentes em uma dada região geográfica é bastante útil. Tanto para programas de controle de exóticas, quanto em análises fitoecológicas (MORO et al., 2012).

No estado de Santa Catarina, a situação das três regiões fitoecológicas (Floresta Estacional Decidual, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa) é bastante preocupante, com elevada intensidade de fragmentação, fato que pode favorecer o estabelecimento e dispersão de espécies exóticas (MEYER et al., 2012).

Com isso, o objetivo do presente estudo foi identificar e realizar uma breve discussão a respeito da ocorrência e consequências de três espécies exóticas invasoras em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no município de Lages–SC.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no município de Lages, na região planalto de Santa Catarina, compreendida entre as coordenadas 27°44'43.77" e 27°45'23.50" de latitude Sul e 50° 5'15.45" e 50° 4'46.65" de longitude Oeste. O clima predominante na região de Lages, segundo a classificação de Köeppen (1978), é do tipo Cfb – Clima temperado.

Segundo Vibrans et al. (2010), o município de Lages - SC enquadra-se na região fitogeográfica denominada Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como mata de araucária, é um ecossistema com chuva durante o ano todo, normalmente em altitudes elevadas, e que contém espécies de angiospermas, mas também de coníferas.

Encontrada no Brasil nos estados de Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul e de forma esparsa nos estados de São Paulo e Minas Gerais, faz parte do bioma mata atlântica, e é caracterizada pela presença da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze que nela imprime um aspecto próprio e único.

A presente análise foi realizada com base nos dados levantados a campo, que seguiu a seguinte metodologia: primeiramente foi delimitado o perímetro onde apresentavam remanescentes florestais, após, foram distribuídas 16 parcelas circulares com raio de 5 metros e dividida em quadrantes (Figura 1).

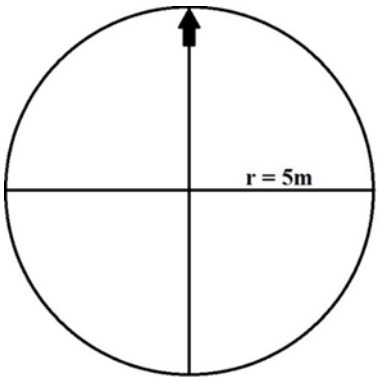


Figura 1. Ilustração do modelo das parcelas circulares instaladas com raio de cinco metros, levando em consideração o norte, Lages - SC. **Fonte:** Elaborada pelos autores, Lages – SC, 2017.

Destas parcelas distribuídas aleatoriamente, 15 se encontraram em área com vegetação predominantemente arbórea, e uma em área com vegetação predominantemente de campo.

Foi realizada então a conferência da ausência ou presença de três espécies exóticas, sendo elas *Pinus elliottii*, *Ligustrum lucidum* e *Hovenia dulcis*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No levantamento realizado em um fragmento florestal de Floresta Ombrófila Mista no município de Lages – SC com área total de 12,21 hectares (ha), onde

foram instaladas 16 parcelas circulares, em um total de 0,13 ha, correspondendo a 1,04% da área, foram identificadas 149 indivíduos (1146 ind ha^{-1}), divididos nas três espécies florestais exóticas invasoras, sendo estas *Pinus elliottii*, *Ligustrum lucidum* e *Hovenia dulcis*, que estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Indivíduos de espécies exóticas invasoras encontradas por parcela, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages, SC.

Parcela	Coordenadas do ponto central	Número de indivíduos encontrados			Total indivíduos parcela
		Pinus elliottii	***Ligustrum lucidum***	***Hovenia dulcis***	
P1	27°44'54.82"S 50° 5'9.75"O	0	0	0	0
P2	27°44'56.19"S 50° 5'10.39"O	0	4	0	4
P3	27°44'58.24"S 50° 5'10.05"O	0	3	0	3
P4	27°45'0.12"S 50° 5'9.82"O	0	1	0	1
P5	27°44'59.72"S 50° 5'6.10"O	1	0	0	1
P6	27°45'0.86"S 50° 5'6.11"O	0	5	0	5
P7	27°45'0.69"S 50° 5'7.40"O	3	0	0	3
P8	27°45'1.52"S 50° 5'8.60"O	2	1	0	3
P9	27°45'1.83"S 50° 5'7.04"O	91	4	0	95
P10	27°45'9.64"S 50° 4'51.86"O	0	9	11	20
P11	27°45'11.29"S 50° 4'53.38"O	0	2	0	2
P12	27°45'12.65"S 50° 4'51.76"O	0	3	0	3
P13	27°45'13.38"S 50° 4'54.35"O	0	0	0	0
P14	27°45'9.13"S 50° 4'51.44"O	0	5	0	5
P15	27°45'8.44"S 50° 4'50.87"O	0	4	0	4
P16	27°45'10.17"S 50° 4'47.78"O	0	0	0	0
Total ind. espécie		97	41	11	149

Fonte: Elaborada pelos autores, Lages - SC, 2017.

Em relação ao número de indivíduos por espécies, foram contabilizados 97 indivíduos de *Pinus elliottii* (746 ind ha^{-1}), 41 de *Ligustrum lucidum* (315 ind ha^{-1}) e 11 de *Hovenia dulcis* (85 ind ha-1).

Conforme observado o maior número de indivíduos encontrados foi da espécies de *Pinus elliottii*, no entanto, nota-se que a sua ocorrência foi em apenas quatro

parcelas, sendo que estas parcelas se encontravam próximas a uma matriz adulta e reprodutiva que foi identificada. Portanto, é provavél que a elevada incidência desta espécie nas respectivas parcelas, seja devido a esta proximidade. Além disso, foi observado que a parcela cinco, a qual se encontrava em área com campo mais aberto, estava distante desta matriz 86 m. As parcelas sete, oito e nove, encontravam-se mais próximas as bordas do fragmento.

Estes fatos podem ser devido a forma de dispersão do *Pinus* ser anemocórica, e, muito variável, suas sementes podem ser dispersadas dependendo da direção e predominancia do vento, sendo favorecida por baixas temperaturas e umidade relativa (JANKOVSKI, 1996; ZANCHETTA; PINHEIRO, 2007), situações estas muito caracteristicas na região de estudo. Ressalta-se que não foram encontradas espécies de *Pinus elliottii* no interior do fragmento, provavelmente pela barreira exercida pelas árvores nativas.

De acordo com a distância de dispersão, tem-se muita variação para estas informações, mas em geral, é admitido que as sementes consigam atingir até 100 m de distância, o que corrobora com as dados do presente estudo, entretanto há relatos de dispersões até 8 Km, contudo, a densidade de sementes dispersas tende a diminuir com o aumento da distância de dispersão da fonte de propágulo (VANDER WALL; JOYNER, 1998; ZANCHETTA; PINHEIRO, 2007). Embora o banco de sementes do *Pinus elliottii* apresentar viabilidade curta no solo, devido a grande quantidade de sementes dispersadas e alta porcentagem de emergência de plântulas, tem-se um banco de plântulas, que efetivam a invasão (BECHARA; REIS; TRENTIN, 2014; VIEIRA, 2004), que pode acarretar na perda de biodiversidade do local, pois pode exercer um efeito de inibição sobre as espécies nativas, principalmente aquelas que participam dos estágios iniciais da sucessão em locais que sofreram algum tipo de perturbação (BOURSCHEID; REIS, 2010; RICKLEFS, 1996). Ainda, autores relatam que a maior ocorrência de regeneração de Pinus, é em áreas de campos naturais, e ou áreas agrícolas abandonadas, bordas de fragmentos, clareiras, pois tem comportamento de pioneira (SEITZ; CORVELLO, 1983; ZILLER, 2001b).

Outro fator relevante, foi a ocorrência de um elevado número de indivíduos na parcela nove, em diferentes estágios de desenvolvimento e pouca presença de espécies nativas na parcela em questão. Verificou-se também o acúmulo de muitas acículas na serapilheira, prejudicando a regeneração de espécies nativas, pois estas acículas são de dificil degradação, pela grande quantidade de celulose e baixa concentração de nitrogênio (BOURSCHEID; REIS, 2010; STURGESS, 1991).

Em relação a espécie *Hovenia dulcis*, esta foi encontrada somente em uma parcela, de número dez, a qual encontrava-se próximo a um córrego e aglomeradas (Figura 2), fato provavelmente ocorrido devido a facilidade de dispersão por matas ciliares (BLUM; BORGO; SAMPAIO, 2008). A forma de dispersão desta espécie é predominantemente zoocórica, por aves, pequenos mamíferos e formigas e, desta forma, pode alcançar grandes distâncias, e por sua frutificação iniciar a partir do terceiro ano. Torna-se uma espécie com alto risco de invasão, e ainda, tende a se estabelecer em núcleos de alta densidade, além disso, é uma espécie pioneira com crescimento rápido e tem grande potencial para substituir espécies nativas (ZENNI; ZILLER, 2008; LIMA, 2013; SAMPAIO et al., 2011; SCHUMACHER et al., 2008).

Outro fator que pode contribuir para a dispersão e a potencial invasão da *Hovenia dulcis* em áreas naturais são os cultivos realizados, de forma isolada em arborização urbana, ou em pequenos talhões para utilização da madeira ciliares

(BLUM; BORGO; SAMPAIO, 2008; SAMPAIO et al., 2011; SCHUMACHER et al., 2008).

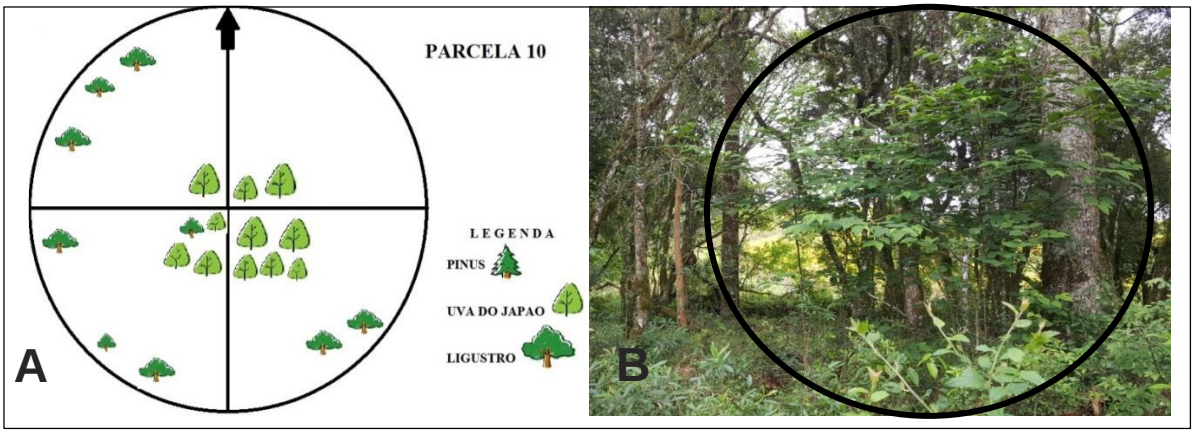


Figura 5. Ocorrência de Hovenia dulcis. (A) ilustração da parcela dez, com as espécies encontradas; (B) destaque na imagem das espécies mostrando a ocorrência em aglomerado. Lages – SC. Fonte: Elaborada pelos autores, Lages – SC, 2017.

No que diz respeito à espécie *Ligustrum lucidum* encontrada em menor quantidade que o *Pinus elliottii*, no entanto, com maior distribuição, ocorrendo em 11 parcelas. Não foram encontrados indivíduos adultos reprodutivos nas parcelas amostradas, somente indivíduos jovens e regenerantes, provavelmente pela sua forma de dispersão ser zoocórica, em que seus frutos são muito atrativos para aves, o que pode explicar a maior incidência dos indivíduos no interior dos fragmentos, e pode se supor que estas aves utilizam o fragmento como poleiro, local de descanso, e assim defecando e liberando as sementes (HUMMEL et al., 2014).

Por se tratar de uma espécie que proporciona sombra e de crescimento rápido, resistente a baixas temperaturas, e suportar podas, foi introduzido como ornamental na década de 1960-70, para a arborização urbana, e que juntamente com sua alta dispersão, foi se tornando uma espécie altamente invasora, por ter alta adaptabilidade, sendo hoje uma situação preocupante, pois, cada vez mais é encontrada em áreas naturais interferindo na dinâmica das florestas nativas, principalmente em se tratando da regeneração, pois apresenta um alto número de regenerantes, fato que corrobora com os resultados encontrados neste estudo (BACKES; IRGANG, 2004; GUILHERMETI, 2013; SANQUETTA et al., 2005; STRUJAK, 2016).

Muitos trabalhos são realizados a fim de identificar a invasão de ecossistemas naturais por espécies exóticas invasoras, como por exemplo, Sampaio e Schimdt (2013) que realizaram um trabalho identificando e formulando uma lista das espécies exóticas invasoras presentes nas Unidades de Conservação Federais do Brasil, demonstrando o alto índice destas espécies, que estão presentes em áreas que deveriam apresentar somente espécies nativas, para manutenção da biodiversidade brasileira.

Por fim, algumas parcelas amostradas não apresentaram nenhuma espécie exótica, haja vista, que estas parcelas estavam em áreas mais fechadas, que supostamente estão mais conservadas, ressaltando o citado por Silva (2012), que a resistência biótica das áreas naturais, está intimamente ligada ao seu estado de conservação.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com este esudo, demonstram que a espécie *Pinus elliottii* tem grande potencial invasor em áreas naturais nativas. Portanto, para um controle da invasão biológica, pode se realizar o corte de indivíduos jovens, antes da passagem para fase reprodutiva, evitando assim a formação e disperção de mais sementes.

Para o controle de *Ligustrum lucidum* e *Hovenia dulcis*, uma das formas de controle é erradicar estas espécies das áreas urbanas e de áreas florestais naturais, pois estas espécies têm grande capacidade invasora e em ocupar o espaço de espécies nativas, causando um desequilíbrio ecológico, e podendo reduzir a biodiversidade da região, afetando na composição, frequência de grupos sucessionais, e diversidade de espécies nativas, bem como no componente regenerante.

Devido a isto, tem-se a importância de se realizar a substituição das espécies exóticas da arborização urbana por espécies nativas, e de forma ordenada e planejada a retirada destas espécies das florestas nativas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – FAPESC, pela concessão da Bolsa de pesquisa de Doutorado. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da Bolsa de pesquisa de Mestrado. A Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC/CAV, pelo ensino de qualidade, e infraestrutura para execução do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores Cultivadas no Sul do Brasil**. Porto Alegre: Paisagem do sul, 2004.

BECHARA, F. C.; REIS, A.; TRENTIN, B. E. Invasão biológica de *Pinus elliottii* var. *elliottii* no parque estadual do rio vermelho, Florianópolis, SC. **Floresta**, Curitiba/PR, v. 44, n. 1, p. 63 – 72, 2014.

BLUM, C. T.; BORGO, M.; SAMPAIO, A. C. F. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR. **Revista SBAU**, Piracicaba/SP, v. 3, n. 2, p.78-97, 2008.

BOURSCHEID, K.; REIS, A. Dinâmica da invasão de *Pinus elliottii* Engelm. em restinga sob processo de restauração ambiental no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. **Revista Biotemas**, Florianópolis/SC, v. 23, n. 2, p. 23-30, 2010.

GUILHERMETI, P. G. C. **Levantamento florístico e proposta de métodos para controle de *Ligustrum lucidum* W. T. Aiton (Oleaceae), em um fragmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Guarapuava – PR.** 2013. 50 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão/PR, 2013.

HUMMEL, R. B. et al. Análise preliminar da invasão biológica por L*igustrum lucidum* W.T. Aiton em Unidade de Conservação no Rio Grande do Sul. **Caderno de Pesquisa, série Biologia**, Santa Cruz do Sul/RS, v. 26, n. 3, p. 14-26, 2014.

JANKOVSKI, T. 1996. Estudo de alguns aspectos da regeneração natural induzida em povoamentos de *Pinus taeda* L. e *Pinus elliottii* Engelm. 1996. 75 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestis) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 1996.

LEÃO, T. C. C. et al. **Espécies exóticas invasoras no nordeste do Brasil: contextualização, manejo e políticas públicas**. Recife: CEPAN, 2011. 99 p.

LIMA, R. E. M. **Dispersão de sementes de *Hovenia Dulcis* Thunb. (Rhamnaceae) – Uma espécie invasora em área de Floresta Estacional Decidual**. 2013. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2013.

MEYER, L. et al. Espécies exóticas encontradas nas florestas de Santa Catarina. In: VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A. L. de; LINGNER, D.V. (eds.). **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina -** Diversidade e conservação dos remanescentes florestais. Blumenau/SC: FURB, 2012. 353 p.

MORO, M. F. et al. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia?. **Acta botanica brasílica**, São Paulo/SP, v. 26, n. 4, p. 991-999, 2012.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. 3. Ed. Rio de Janeiro/RJ: Editora Guanabara Koogan S. A. 1996, 470 p.
RODOLFO, A. M. et al. *Citrus aurantium* L. (Laranja-apepu) e *Hovenia dulcis* Thunb. (Uva-do-japão): espécies exóticas invasoras da trilha do Poço Preto no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre/RS, v. 6, n. 1, p. 16-18, 2008.

SAMPAIO, A. B.; SCHMIDT, I. B. Espécies Exóticas invasoras em Unidades de Conservação Federais do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, Brasília, DF, v. 3, n. 2, p. 32-49, 2013.

SAMPAIO, A. C. F. et al. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de três bairros de Campo Mourão – PR. **Campo Digital**. v. 6. n. 1, 2011. Disponível em: < http://revistas.bvsvet.org.br/campodigital/article/view/30979/34018>Acesso em: 06 Ago. 2018.

SANQUETTA, C. R. et al. Fragmentação da Floresta Ombrófila Mista no Paraná. In: SIMPÓSIO SOBRE A MATA ATLÂNTICA: Conservação, Recuperação e Desenvolvimento, 1., 2005. Viçosa/MG. **Anais**... Viçosa/MG: CBCN - Centro Brasileiro para Conservação da Natureza e Desenvolvimento Sustentável, 2005.

SCHUMACHER, M. V. et al. Biomassa e nutrientes em um povoamento de *Hovenia dulcis* Thunb., plantado na Fepagro Florestas, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria/RS, v. 18, n. 1, p. 27-37, 2008.

SILVA, J. G. **Efeitos da árborea introduzida *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae) sobre o componente arbóreo-arbustivo regenerante da Floresta Atlântica no sul do Brasil**. 2012. 65 p. Dissertação (Mestrado em Botânica)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SEITZ, R. A.; CORVELLO, W. V. A regeneração natural de *Pinus elliottii* em área de campo. In: SIMPÓSIO SOBRE FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA, 1983, Viçosa/MG. **Anais**... Viçosa/MG: Universidade Federal de Viçosa, 1983. p.48-51.

STRUJAK, E. F. **Influência de *Ligustrum lucidum* W.T. Aiton no desenvolvimento inicial de três espécies arbóreas nativas em plantio de restauração florestal**. 2016. 10 p. Trabalho de Conclusão (Graduação em Engenharia Florestal)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

STURGESS, P. W. **Post-felling vegetation changes on three afforested sand-dune systems**. 1991. 244 p. Thesis (PhD) - University of Liverpool, Liverpool, 1991.

VIEIRA, N. K. **O papel do banco de sementes na restauração de restinga sob talhão de *Pinus elliottii* Engelm**. 2004. 77 p. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2004.

VANDER WALL, S. B.; JOYNER, J. W. Secondary dispersal by the wind of winged pine seeds across the ground surface. **The American Midland Naturalist**, Notre Dame, US, v. 139, n. 2, p. 365–373, 1998.

VIBRANS, A. C. et al. 2010. Inventário florístico florestal de Santa Catarina (IFFSC): aspectos metodológicos e operacionais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, PR, v. 30, n. 64, p. 291-302, 2010.

ZALBA, S. M.; ZILLER, S. R. Manejo adaptativo de espécies exóticas invasoras: colocando a teoria em prática1. **Natureza & Conservação,** Curitiba, v. 5, n. 1, p. 16-22, 2007.

ZANCHETTA, D.; PINHEIRO, L. S. Análise biofísica dos processos envolvidos na invasão biológica e sementes de *Pinus elliottii* na Estação Ecológica de Itirapina – SP e alternativas de manejo. **Climatologia e estudos da paisagem**, Rio Claro, v. 2, n. 1, p. 72-90, 2007.
ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. **Análise de risco para plantas - *Hovenia dulcis***. Versão 1.0. Curitiba/PR: Instituto Horus, 2008. Disponível em: http://www.institutohorus.org.br/ download/AR%20Plantas%20I3N/AR%20Hovenia%20dulcis%20I3N.pdf.

ZILLER, S. R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 178, p. 77-79, 2001a.

ZILLER, S. R. 2001b. Os processos de degradação ambiental originados por plantas exóticas invasoras. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v. 30, n. 178, p. 80-83, 2001b

ZILLER, S. R.; ZALBA, S. M.; ZENNI, R. D. Modelo para o desenvolvimento de uma estratégia nacional para espécies exóticas invasoras. Programa de espécies exóticas invasoras para a América do Sul**.** In: **Programa Global de Espécies Invasoras – GISP**. S/L: The Nature conservancy, 2007. 62 p.

Quantificação e estrutura ecológica de espécies exóticas amostradas em um trecho de vegetação secundária de Floresta Estacional Decidual, RS

Quantification and ecological structure of exotic species samples in a secondary vegetation stretch of Decidual Seasonal Forest, RS

Francieli de Fátima Missio[1]
Solon Jonas Longhi[1]
Camila Andrzejewski[1]
Ana Claudia Bentancor Araujo[2]

[1]Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Av. Roraima nº 1000
Cidade Universitária
franmissio@yahoo.com.br; longhi.solon@gmail.com;
camila_andrzejewski@hotmail.com;

[2]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - IFFar,
RS-377 - Km 27 - Passo Novo - Alegrete/RS
claudiaaraujo9@yahoo.com.br

Resumo:O presente estudo teve como objetivo verificar o número e distribuição de espécies exóticas amostradas em 1 ha de floresta secundária Estacional Decidual, município de Dona Francisca, Rio Grande do Sul. Para isso foram instaladas 50 parcelas e identificados todos os indivíduos arbóreos adultos, assim como determinado o diâmetro a altura do peito (DAP≥ 5cm). Após, a comunidade foi separada em dois grupos de acordo com a presença e ausência de espécies exóticas, verificado a riqueza por parcela e a estrutura horizontal de cada grupo. Foi possível verificar a presença de sete espécies exóticas, sendo *Hovenia dulcis* de maior densidade na comunidade arbórea com 85 indivíduos. As demais exóticas encontradas foram: *Citrus* x *limom*, *Eriobotrya japônica*, *Tecoma stans*, *Melia azedarach*, *Morus nigra*, *Psidium guajava*, as quais com importância relativa menor na amostragem (2,23%) com densidade absoluta de 2- 4 indivíduos. Assim, pode se afirmar que a área florestal se encontra modificada quanto à sua estrutura florística, com base em uma floresta nativa sem intervenção antrópica.
Palavras-chave: vegetação, abundância, densidade, floresta nativa.

Abstract: The present study had as objective to verify the number and distribution of exotic species sampled in 1 ha of Decidual Seasonal secondary Forest, city of Dona Francisca, Rio Grande do Sul. For this install 50 parcels were identified and all adult arboreal individuals were identified, as well as the diameter the height of the chest (DAP≥ 5cm). After, the community was separated into two groups according to the presence and absence of exotic species, verified the wealth per plot and the horizontal structure of each group. It was possible to verify the presence of seven exotic species, being *Hovenia dulcis* of greater abundance in the tree community with 85 individuals. The other exotic species were: *Citrus x limom, Eriobotrya japonica, Tecoma stans, Melia azedarach*, *Morus nigra*, *Psidium guajava*, which were less significant in sampling (2.23%) with absolute density of 2-4 individuals. So, it can be affirmed that the forest area is modified as regards its floristic structure, based on a native forest without anthropic intervention.
Key words: vegetation, abundance, density, native forest.

1. INTRODUÇÃO

Espécies invasoras são consideradas um dos principais problemas à conservação da biodiversidade local (ZILLER, 2001), principalmente pela sua capacidade de dispersão (COUTTS, 2011; TRISKA e RENTON, 2018). Isso, principalmente, em áreas alteradas como florestas secundárias em diferentes estágios sucessionais (DECHOUM et al., 2015). Todavia, a presença de exóticas invasoras em áreas não fragmentadas também tem relatos na literatura (PADILHA; LOREGIAN E BUDKE, 2015).

Nesse sentido considerando as florestas do Rio Grande do Sul, as mesmas encontram-se intensamente sob condições de alterações na composição florística, seja pela invasão biológica como na perda de habitat para a agricultura e pecuária, consolidando um cenário formado por aglomerados de remanescente de vegetação nativa e florestas secundárias em diferentes estágios de regeneração (SCHUMACHER et al., 2011).

Levantamentos florísticos e fitossociologicos são de grande valia para o monitoramento dessas áreas, contribuindo para programas de manejo e conservação. Em áreas alteradas, a partir da caracterização da vegetação com a identificação das espécies exóticas, condicionadas aos fatores ecológicos que determinaram no sucesso de invasão, se faz possível inferir em planejamento futuros no controle das exóticas e sua capacidade de invadir novas áreas (DAVIES e SHELEY, 2007; FLETCHER e WESTCOTT, 2013).

Dentre as espécies exóticas consideradas invasoras no estado, *Hovenia dulcis* é uma arbórea nativa da China, Japão e Coréia (CBRN, 2013). Apresenta características ecológicas como pioneira, caducifólia, copa globosa e ampla, anéis anuais de crescimento, madeira densa, frutificação entre março e outubro, síndrome de dispersão zoocórica (CARVALHO, 1994; RIGATTO et al., 2001; LIMA,2014). É uma espécie considerada como extremamente invasora entre Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai, com potencial de reduzir a biodiversidade das florestas de clima úmido (PGEI, 2005).

Para isso têm-se na legislação diretrizes para o controle de espécies com potencial de invasão, como também pesquisa e monitoramento (CONABIO, 2009; SEMA, 2013).

Assim, é de suma importância a quantificação de espécies exóticas em áreas de floresta nativa, buscando métodos de controle e diminuição deste efeito. Além de estratégias de manejo e conservação faz-se necessário destacar o problema à sociedade e conscientização da mesma quanto à descaracterização das florestas naturais.

O presente trabalho objetivou, nesse sentido, quantificar o número de espécies exóticas amostradas em um trecho de vegetação secundária de Floresta Estacional Decidual, Rio Grande do Sul; avaliar a estrutura da comunidade de acordo com a presença e ausência de exóticas; determinar o potencial de invasão biológica.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O estudo foi realizado em um trecho de Floresta Estacional Decidual, nas coordenadas 29°35'29.73"S e 53°21'46.36"W, no município de Dona Francisca, Rio Grande do Sul (Figura 01).

O clima predominante da região, segundo a classificação de Alvares (2013), é considerado do tipo Cfa - Subtropical úmido, com duas estações do ano bem

definidas, o inverno com temperatura máxima de 18˚C e verão com temperaturas superiores a 22˚C, e chuvas bem distribuídas o ano todo.

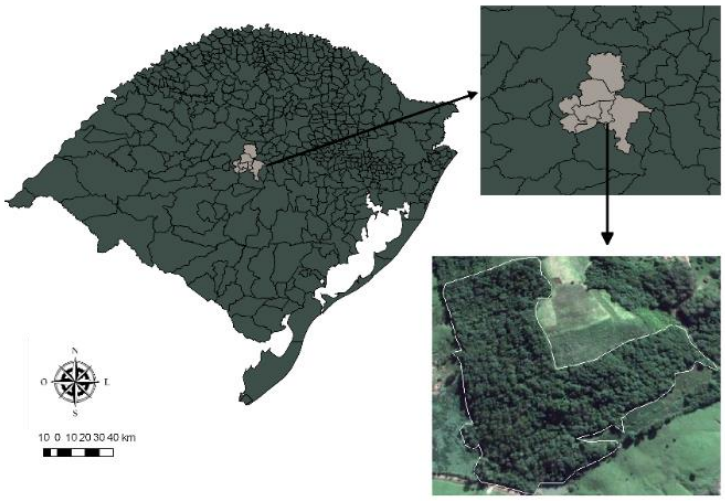


Figura 1. Localização da área de estudo em vegetação secundária de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca, RS, 2018.

O trecho florestal está inserido em uma encosta, possui 7 ha com altitude média de 171m, aproximadamente. Além de apresentar nascentes e cursos d'água, também é possível verificar um relevo ondulado a forte ondulado em um patamar descontínuo, bem como solos classificados em Argissolos e Cambissolos associados à Neossolos (PEDRON et.al, 2007; PEDRON e DALMOLIN, 2011).

A área está inserida numa matriz antrópica, onde predomina a prática da agricultura e pecuária. A vegetação é considerada secundária, uma vez que na mesma houve o corte raso para o cultivo agrícola. Após o abandono da área a recomposição da vegetação se deu pela regeneração natural.

Foram instaladas 50 parcelas permanentes em 10 faixas paralelas, de modo sistemático estratificado, de dimensões 10x20m (200 m²) distanciadas 10 m entre si e 40 entre as faixas, totalizando 1ha de área amostrada. As faixas foram posicionadas em direção da base ao topo da encosta, verificando toda a heterogeneidade ambiental bem como a florística.

Nas parcelas todos os indivíduos adultos que apresentassem CAP ≥ 15,7 (circunferência a altura do peito, medido a 1,30m do solo) foram amostrados e, posteriormente marcados com plaquetas de alumínio numeradas em ordinais crescentes. Desses indivíduos foi mensurado o CAP para transformação da variável dendrométrica DAP (diâmetro a altura do peito) e a altura que foi estimada utilizando uma régua graduada em metros. Dos indivíduos bifurcados, os mesmos foram amostrados quando apresentassem bifurcação acima do solo sendo a raiz quadrada da soma dos quadrados fosse maior ou igual a 15,7 cm.

As espécies foram identificadas *in loco* e quando não possível foi coletado material botânico, fértil ou estéril, e encaminhado à consulta de especialistas ou comparado à literatura de Sobral et al. (2013) no Herbário do Departamento de Ciências Florestais na Universidade Federal de Santa Maria. As espécies foram identificadas a nível de família sendo classificadas de acordo com a APG IV (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP, 2016) e o nome científico atualizado conforme a Lista de Espécies da Flora do Brasil (JBRJ, 2016).

As parcelas foram separadas em dois grupos de acordo com a presença e ausência de espécies exóticas. Por meio do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2018), foi realizada a técnica de rarefação para amostrar a riqueza de espécies e abundância das mesmas em cada grupo.

Para cada grupo determinou-se a estrutura da comunidade pela estimativa do índice de valor de importância para as espécies através da média de densidade relativa, dominância relativa e frequência relativa (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 65 espécies arbóreas e arbustivas, distribuídas em 31 famílias botânicas com 2.045 indivíduos arbóreos de DAP≥ 5cm, sendo 1.274 indivíduos presentes nas parcelas com espécies arbóreas exóticas e 771 nas unidades amostrais com ausência de exóticas.

O número de espécies exóticas amostradas, neste estudo, foi relativamente maior quando comparado a alguns dos estudos realizados em vegetação secundária da Floresta Estacional Decidual, os quais mencionaram a presença de espécies exóticas (SCIPIONI, GALVÃO e LONGHI, 2013; CALLEGARO, MARISTELA e LONGHI, 2014). No entanto, em outras áreas valores de espécie exótica foram próximos destacando Grings e Brack (2009) e Longhi et. al. (2008).

Pela curva de rarefação (Figura 2), observou-se o grupo de parcelas com exóticas, em que 58 espécies arbóreas e arbustivas foram amostradas.

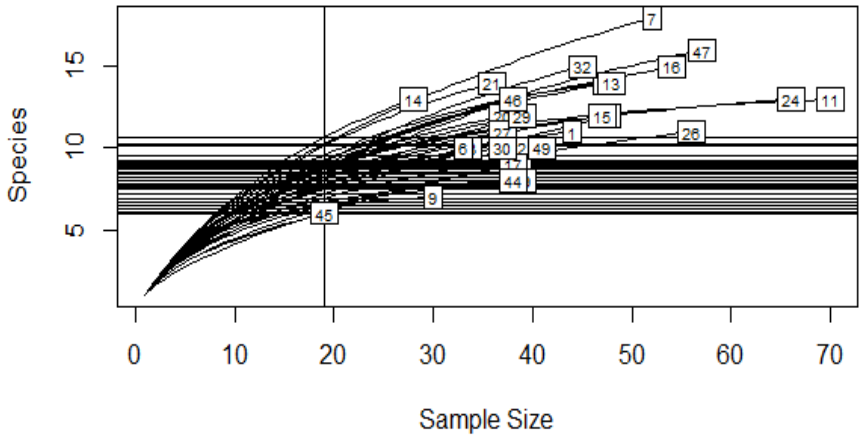


Figura 2. Curva de rarefação das parcelas com presença de espécies exóticas, em um trecho de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca, RS.

A parcela de menor abundância foi a 45 com 19 espécies, sendo dois indivíduos de *Hovenia dulcis*. Já a parcela de maior riqueza foi a 11 com 70 indivíduos amostrados, onde três são de *Hovenia dulcis*. A maior ocorrência dessa espécie foi na parcela 13 (14 espécies, 48 indv.) com 11 indivíduos. A frequência de *Hovenia dulcis* nas 30 parcelas contaminadas foi de 90% (27 parcelas) estando em quinto lugar no valor de importância geral para a comunidade (MISSIO et al., no prelo). As demais espécies exóticas apresentam importância relativa menor na amostragem (2,23%) com densidade absoluta de 2- 4 indivíduos.

A curva de rarefação do grupo com ausência de espécies exóticas (Figura 3), apresentou aparcela 43 de menor riqueza com cinco espécie e 12 indivíduos, seguida da parcela 42 (9sp/42 indivíduos). A maior riqueza foi observada na parcela

48 com 19 espécies. Em número de indivíduos, a parcela 35 foi a de maior densidade com 13 espécies representando 59 indivíduos.

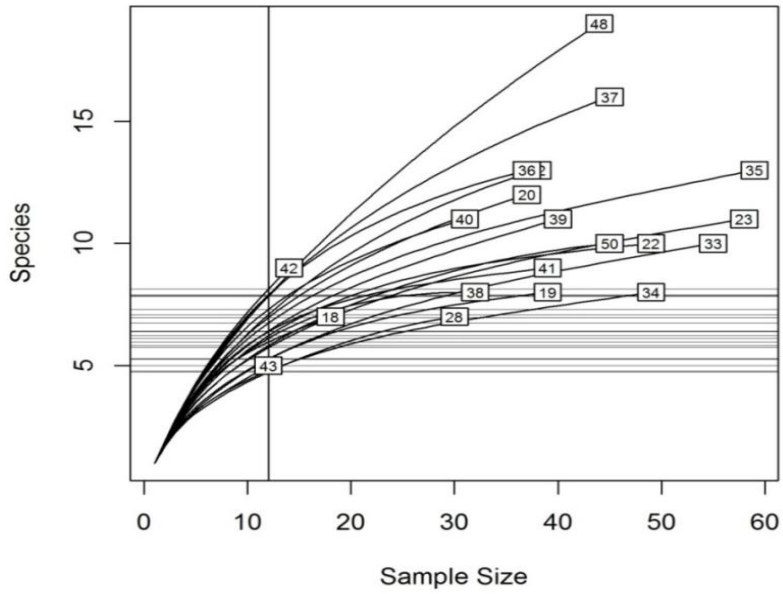


Figura 3. Curva de rarefação das parcelas com ausência de espécies exóticas, em um trecho de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca, RS.

A presença das espécies exóticas na composição florística representa os distúrbios antrópicos, uma vez que áreas perturbadas tendem apresentar maior número de exóticas que as áreas conservadas, tanto pela menor diversidade de espécies nativas como pela maior disponibilidade de chegada de propágulos das invasoras (DENSLOW e DEWALT,2008).

Hovenia dulcis apresentou o segundo maior valor de importância por apresentar maior densidade relativa e frequência quando comparado a espécie *Nectandra lanceolata* que apresentou terceiro maior IVI e maior dominância em área basal (Tabela 1). Ao passo que *Casearia sylvestris*, no grupo 1, representou a espécie de maior importância com 26,8% em densidade de indivíduos. No segundo grupo a mesma espécie, mesmo por apresentar maior densidade relativa com 21,1%, foi substituída pela *Nectandra lanceolata* com indivíduos de maiores áreas basais (31,1%). Pela tabela também é possível verificar diferença de algumas espécies arbóreas, como no primeiro grupo *Cedrela fissilis*, *Machaerium paraguariensis* e *Allophylus edulis* com densidade de 32, 51 e 41 indivíduos, respectivamente. No grupo 2, *Inga marginata* e *Apuleia leiocarpa* com 25 e 27 indivíduos estiveram entre as 10 espécies de maiores valores de importância.

A baixa frequência de algumas espécies observadas nas parcelas com e sem presença de exóticas, pode estar relacionada com as taxas de desenvolvimento, as quais dependem das condições ambientais locais, da reprodução e dispersão. Estes dois últimos influenciam fortemente na invasão de espécies em novos ambientes, pela facilidade de estabelecimento (RICHARDSON et al., 2011; TRISKA e RENTON, 2018).

A fragmentação florestal pode influenciar no sucesso das espécies invasoras, pela mudança na abundância das espécies nativas, aberturas de clareiras e ao longo de bordas, como observado em trabalhos de Vilà et al. (2011), Moles et. al (2012), Radtke et al. (2013) e González-Muñoz et al. (2014).

Tabela 1. Estimadores fitossociológicos em ordem decrescente em valor de importância, das 10 espécies amostradas em parcelas com presença e ausência de espécies exóticas, em um trecho de FED, Dona Francisca, RS.

GRUPO1- PRESENÇA DE ESPÉCIES EXÓTICAS					
Espécie	**DA**	**DR**	**DoR**	**FR**	**IVI**
Casearia sylvestris	342	26,84	10,03	8,5	15,1
Hovenia dulcis	85	6,67	16,87	7,7	10,4
Nectandra lanceolata	72	5,65	19,55	5,7	10,3
Cupania vernalis	180	14,13	7,23	8,3	9,9
Guarea Macrophylla	111	8,71	4,04	6,3	6,3
Ocotea puberula	31	2,43	8,92	5,1	5,5
Cedrela fissilis	32	2,51	3,83	3,7	3,3
Machaerium paraguariensis	51	4,00	1,40	4,3	3,2
Matayba elaeagnoides	46	3,61	2,41	3,1	3,1
Allophylus edulis	41	3,22	1,68	4,0	3,0
Outras 43 sp. nativas	266	20,33	22,95	39,0	27,9
Tecoma stans	4	0,3	0,3	1,1	0,6
Melia azedarach	3	0,2	0,5	0,9	0,5
Eriobotrya japônica	4	0,3	0,1	0,9	0,4
Morus nigra	4	0,3	0,1	0,9	0,4
Citrus x *limonum*	2	0,2	0,1	0,6	0,3
GRUPO 2 - AUSÊNCIA DE ESPÉCIES EXÓTICAS					
Espécie	**DA**	**DR**	**DoR**	**FR**	**IVI**
Nectandra lanceolata	98	12,7	31,1	6,2	16,7
Casearia sylvestris	163	21,1	6,8	9,0	12,3
Cupania vernalis	113	14,7	4,8	8,1	9,2
Guarea Macrophylla	84	10,9	6,8	8,6	8,8
Cabralea canjerana	28	3,6	6,8	5,2	5,2
Ocotea puberula	20	2,6	7,3	3,3	4,4
Nectandra megapotamica	14	1,8	5,7	3,8	3,8
Matayba elaeagnoides	30	3,9	1,6	4,3	3,3
Apuleia leiocarpa	25	3,2	1,6	4,8	3,2
Inga marginata	27	3,5	1,8	3,8	3,0
Outras 35 sp. +NI	169	21,95	25,57	42,91	30,13

O estágio inicial de sucessão, conforme Catford et al. (2012), em áreas de vegetação secundária desencadeia uma condição favorável a invasibilidade. Associado à isso a largura do trecho florestal e o efeito de borda, podem ser considerados como os fatores determinantes na presença de exóticas para o presente estudo.

De acordo com as espécies arbóreas exóticas consideradas invasoras no Brasil (HÓRUS, 2018), destacam-se as encontradas neste estudo, pelas quais para o estado do RS são proibidas de cultivo e propagação e/ou sob cultivo controlado. Todavia, o controle biológico dessas espécies, em florestas naturais, vai além da

identificação e análise de comunidade. Estudos como esse representam apenas os dados de ocorrência e contaminação. Devendo a partir desses levantamentos florístico e fitossociologicos, programas de controle biológico à invasão de espécies exóticas.

4. CONCLUSÕES

O número de espécies exóticas amostradas demonstrou a realidade das florestas secundárias no estado, dada a fragmentação dessas áreas. *Hovenia dulcis* foi a espécie de maior densidade entre as exóticas corroborando com seu potencial de invasão.

A vegetação entre os grupos com presença e ausência dessas espécies, apresentou variação na estrutura horizontal, principalmente em relação a densidade e dominância, refletindo diretamente na composição das parcelas.

Ainda, a partir desses resultados, destaca-se a necessidade de medidas de controle à invasão biológica e de estudos mais concisos em relação as exóticas invasoras no estado, visando a conservação dos ecossistemas e da biodiversidade local.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela concessão da bolsa de doutorado ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische, Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

APG IV. Angiosperm Phylogeny IV. Na update of the Angiosperm phylogeny Grop classification for the orders and families of flowering plants. Botanical Journal of the Linnean Society, London, v. 181, p. 1-20, 2016.

JBRJ. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Lista de Espécies da flora doo Brasil. Disponível em < www.floradobrasil.jbrj.gov.br.> Acesso em: 25 agosto.2016

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONABIO n°. 05, de 21 de outubro de 2009. Dispõem sobre a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras. 2009.

CARVALHO, P.E.R. Espécies florestais brasileiras - recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. EMBRAPA Florestas, Colombo. 1994.

CALLEGARO, R. M.; ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J. Fitossociologia de agrupamentos em Floresta Estacional Decidual no Parque Estadual Quarta Colônia, Agudo-RS. **Agrária**. Recife, v. 9, n. 4, p. 590-598, 2014.

CATFORD J.A, et al. The intermediate disturbance hypothesis and plant invasions: implications for species richness and management. Perspect Plant Ecol Evol Syst, 14:231-241, 2012.

COUTTS, S.R. et al. What are the key drivers of spread in invasive plants: dispersal, demography or landscape: and how can we use this knowledge to aid management?. Biol Invasions, pg1649–1661, 2011.

DAVIES, K.W. e SHELEY, R.L. A Conceptual Framework for Preventing the Spatial Dispersal of Invasive Plants. Weed Science Vol. 55, p. 178-184, 2007.

DECHOUM, M.S. et al. Invasions across secondary forest successional stages: effects of local plant community, soil, litter, and herbivory on Hovenia dulcis seed germination and seedling establishment. Plant Ecology, pg. 823–833, 2015.
DENSLOW, J. S.; DEWALT, S. J. Exotic plant invasion in tropical forest:patterns and hypothesis. In: CARSON, W.; SCHNITZER, S. (Eds). Tropical forest Community Ecology. New York: Wiley-Blackwell Publishing, 2008. p. 409-426.

FLETCHER, C.S.; WESTCOTT, D.A. Dispersal and the design of effective management strategies for plant invasions: matching scales for success. Ecol Appl, p.1881-92, 2013.
González-Muñoz N, Castro-Díez P, Godoy O (2014) Lack of superiority of invasive over co-occurring native riparian tree seedling species. Biol Invasions 16:269-281

GRINGS, M.; BRACK, P. Árvores na vegetação nativa de Nova Petrópolis, Rio Grande do Sul. Iheringia, Sér.Bot., Porto Alegre, v. 64, n. 1, p. 5-22, 2009.

INSTITUTO HÓRUS. Instituto Hórus de desenvolvimento e conservação ambiental. Disponível em:< http://www.intitutohórus.org.br > Acesso 28 de julho de 2018.

LIMA, R.E.L. Dispersão de sementes de Hovenia dulcis Thunb. (Rhamnaceae) - uma espécie invasora em área de Floresta Estacional Decidual. Thesis, Federal University of Santa Catarina, 2014.

LONGHI, S. J. et al. Caracterização fitossociológica do estrato arbóreo em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual, em Montenegro, RS. Ciência Rural, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1630-1638, 2008.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. Aims and of vegetation ecology. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.

PADILHA, D.L.; LOREGIAN, A.C.; BUDKE, J.C. Forest fragmentation does not matter to invasions by Hovenia dulcis. Biodivers Conserv, pg.2293–2304, 2015.

PEDRON, F. de A. et al. Principais solos da região da Quarta Colônia, Rio Grande do Sul. Santa Maria: Departamento de Solos-UFSM, 2007. 43 p.

PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D. Solos da região do rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul. In: SCHUMACHER, M. V. et al. (Eds.). A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no rebordo do Planalto Meridional. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. p. 33-51.

RADTKE A, et al. Traditional coppice forest management drives the invasion of Ailanthus altissima and Robinia pseudoacacia into deciduous forests. For Ecol Manag 291:308-317, 2013.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, 2016. Disponível em: <(http://www.R-project.org)> Acesso em: 13/10/2018.

RICHARDSON, D. M. Invasion science: the road travelled and the roads ahead. In: Richardson DM (ed) Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton. Blackwell Publishing, Oxford, pp 397–407, 2011.

RIGATTO, P. A.; PEREIRA, J. C. D.; MATTOS, P. P.; SCHAITZA, E. G. Características Físicas, Químicas e Anatômicas da Madeira de Hovenia dulcis. **EMBRAPA Florestas**, Colombo:, 4p., 2001.

SCHUMACHER, M. V. et al. A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no rebordo do Planalto Meridional. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. 320 p.

SEMA. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Portaria SEMA n0 79_2013- Reconhece a lista de espécies exóticas invasoras RS e demais classificações_normas e outras providências. 2013.

SCIPIONI, M. C.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Composição florística e estratégias de dispersão e regeneração de grupo florísticos em Florestas Estacionais Deciduais no Rio Grande do sul. Floresta, Curitiba, PR, v. 43, n. 2, p. 241-254, 2015.

TRISKA, M.D. e RENTON, M. Do an invasive organism's dispersal characteristics affect how we should search for it?. Royal Society Open Science, pg 171784, 2018

VILÀ, M. et al. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta- analysis of their effects on species, communities and ecosystems. Ecology Letters, v. 14, p. 702–708, 2011.

ZILLER, S.R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. In: instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas e da Auto-sustentabilidade (Ideaas) Ciência Hoje, PR, 2001

Reconhecimento e diversidade de plantas nativas – Estudo de caso

Recognition and diversity of native plants - Case Stud

Valdirene Camatti Sartori[1]
Vagner Kriger[2]
Felipe Friske de Vargas[3]
Pietro Santi[2]
Iashoda Mai Devi Dase Caro Hessel[2]
Iolanda Favero Panazzolo[2]
Daniel Reolon[2]
Marcia Regina Pansera Lemos[3]

[1]Bióloga, Professora e Pesquisadora da Universidade de Caxias do Sul (UCS). Coordenadora do Núcleo de Inovação e Desenvolvimento em Agricultura Sustentável. Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, Caxias do Sul. vcsartor@ucs.br.

[2]Estudantes do curso de Ciências Biológicas da UCS, vkriger1@ucs.br; pietro1021@hotmail.com; imddchessel@ucs.br; ifpanazzolo@ucs.br; dreolon@ucs.br

[3]Estudantes do curso de Agronomia da UCS, ffvargas1@ucs.br; mrpancer@ucs.br.

Resumo: O crescimento de pessoas vivendo em áreas urbanizadas tem acarretado em perda progressiva de várias espécies de plantas nativas, desvio da memória biocultural dos povos, além do aumento de doenças como obesidade e diabetes, alertando para mudanças de comportamento da população mundial. Este trabalho teve como objetivo avaliar o reconhecimento da diversidade de frutíferas nativas e exóticas junto a alunos de escolas do Município de Caxias do Sul/RS. Foram aplicados questionários semiestruturados para 270 alunos, com idade entre 8 e 15 anos, de escolas de ensino fundamental do município de Caxias do Sul/RS. Foi possível verificar que dos alunos avaliados até o presente momento, identificam de maneira equivocada as frutíferas nativas. As principais frutíferas nativas consumidas são pitanga, araçá e butiá. Outras espécies nativas reconhecidas e consumidas pelos entrevistados, como goiaba-do-mato, uvaia, dentre outras, são praticamente desconhecidas. Isto demonstra que faltam incentivos para vivências junto a natureza e interesse no que diz respeito a identificação e consumo alimentar de várias espécies.
Palavras-chave: ambientes urbanos, reconexão com a natureza, quintal agroflorestal, frutíferas nativas.

Abstract: The growth of people living in urbanized areas has led to the progressive loss of several native plant species, the diversion of the peoples' biocultural memory, and the increase of diseases such as obesity and diabetes, warning of changes in world population behavior. This work aimed to evaluate the recognition of the diversity of native and exotic fruits together with students from schools in the city of Caxias do Sul/RS. Semi-structured questionnaires were applied to 270 students, aged 8 to 15 years, from elementary schools in the city of Caxias do Sul/RS. It was possible to verify that of the students evaluated until the present moment, they identify in a wrong way the native fruit tree. The main native fruits consumed are pitanga, araca, and butia. Other native species recognized and consumed by the respondents, such as bush guava, uvaia, among others, are practically unknown. This shows that there is a lack of incentives for living together with nature and interest in the identification and food consumption of several species.
Key words: urban environments, reconnection with nature, agroforestry backyard, native fruit trees.

1. INTRODUÇÃO

O aumento de pessoas vivendo em ambientes urbanizados tem acarretado em perda progressiva de várias espécies de plantas nativas, diminuição de áreas verdes urbanas e periurbanas. Segundo Cunha (2005), o aumento demográfico das cidades vem trazendo como consequência o distanciamento das áreas de produção de alimentos e a redução significativa na vegetação.

A prática do plantio de espécies vegetais junto a áreas urbanas vem para amenizar o efeito da temperatura diminuindo a sensação térmica, elevar a umidade do local, melhorar a infiltração da água no solo, estimular a preservação ambiental, absorver o gás carbônico, produção de frutos e atração de animais frutívoros (RODRIGUES et al., 2002).

Segundo Felfili et al. (2000), o ideal na arborização é usar espécies nativas do local, isso torna o ambiente mais resiliente com relação as condições ambientais. As plantas nativas são mais indicadas para arborização, pois são mais adaptadas e resistentes ao clima regional (LORENZI, 2002).

No Brasil, a concentração da população em cidades cresceu de 75,6% em 1991 (IBGE, 1991), para 84,7%, em 2015 (IBGE, 2015). Neste contexto é necessário refletir sobre o modo de vida e de desenvolvimento que adotamos nas cidades e como estamos deixando estes espaços para as futuras gerações tendo em vista que a urbanização é um processo crescente no país e no mundo.

O distanciamento entre crianças, jovem e a natureza revelam-se como um importante problema do mundo atual, e principalmente no cenário urbano, independente do tamanho da cidade, onde a natureza tem deixado de ser visto como elemento essencial de vivências junto a natureza. As consequências deste modelo civilizatório já são percebidas, como a obesidade infantil, baixa motricidade - falta de equilíbrio, hiperatividade, déficit de atenção, além de outros problemas de saúde.

Os efeitos dessa desconexão com a natureza constituem um problema sistêmico que está levando a profundos impactos em todas as gerações, afetando a qualidade de vida em todos nós. Algumas ações têm como finalidade ampliar a agrobiodiversidade em espaços urbanos e periurbanos, todos aliados a práticas e saberes locais e regionais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o reconhecimento da diversidade de frutíferas nativas e exóticas junto a alunos de escolas do Município de Caxias do Sul.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

Este trabalho avaliou os resultados sobre a aplicação de questionários semiestruturados de 270 alunos, com idade entre 8 e 15 anos, de escolas estaduais e municipais de ensino fundamental do município de Caxias do Sul/RS, com relação a diversificação alimentar de frutas e quanto ao reconhecimento de frutíferas nativas. O trabalho foi desenvolvido junto a área da Horta Agroecológica da Universidade de Caxias do Sul (UCS), no período de setembro de 2017 a maio de 2018.

O espaço da Horta Agroecológica é uma das ações do Núcleo de Inovação e Desenvolvimento em Agricultura Sustentável da UCS. A mesma é resultado da integração entre alunos dos cursos de biologia e agronomia, onde está sendo implantado um sistema agroflorestal, além da produção biodiversa de plantas alimentícias não convencionais (PANCs), e outras espécies de hortícolas adaptadas a nossa região. Neste mesmo espaço também é feita a compostagem a partir de

resíduos orgânicos.

As principais espécies nativas que estão sendo implantadas são: cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata* DC.), araçá (*Psidium cattleianum* Sabine), pitanga (*Eugenia uniflora* L.), jerivá (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman), erva mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.), araucária (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) e amora-branca (*Rubus erythrocladus* Mart. ex Hook.f.). Fazem parte desta área outras espécies como: amendoim (*Arachis hypogaea* L.), batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), girassol (*Helianthus annuus* L.), astrapéia (*Dombeya sp*. Lam.), bananeiras (*Musa* sp. L.), nespereira (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), açafrão-da-terra (*Curcuma longa* L.), laranjeira (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) aipim (*Manihot esculenta* Crantz) dentre outras espécies adubadeiras, aromáticas e ervas medicinais.

Os alunos que visitam e vivenciam este espaço, num primeiro momento são provocados a observar todas as espécies e questionados sobre quais eles conseguem identificar. Após, é aplicado um questionário semiestruturado, onde são abordados vários itens relativos ao consumo de frutas e sobre o entendimento de espécies nativas. Todos os resultados foram tabulados e determinados a sua porcentagem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da tabulação dos dados do questionário semiestruturado, foi possível constatar que os principais frutos consumidos pelos alunos são a laranja, a maçã, seguida pela banana e uva. Outros frutos mencionados foram: moranguinho, ameixa, amora, figo e caqui (Figura 1).

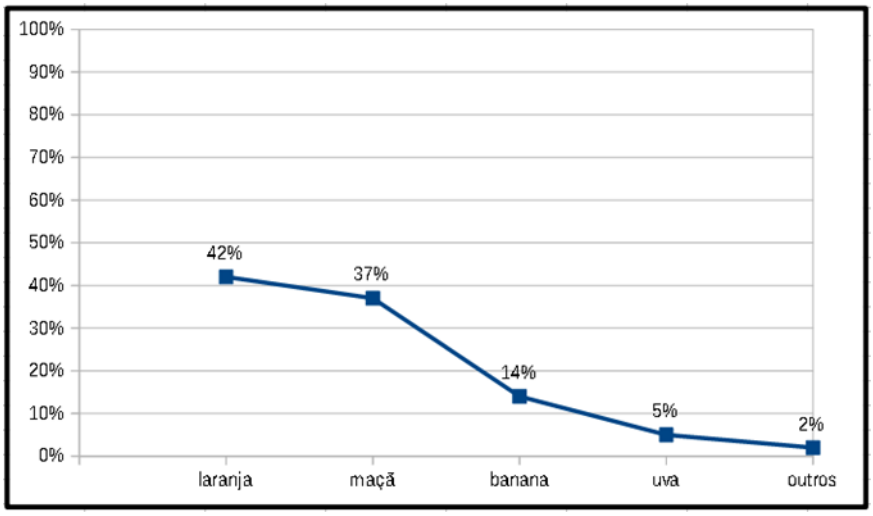


Figura 1. Questionamento quanto as principais frutas consumidas. Período: setembro de 2017 a maio de 2018, município de Caxias do Sul/RS

Um dado importante foi que, quando questionados sobre qual destes frutos são nativos da região, os alunos afirmaram que todas seriam nativas. Isto evidencia que os alunos avaliados até o presente momento identificam de maneira equivocada as frutíferas nativas. Segundo, Brack (2007) ocorre uma desvalorização da biodiversidade local e apoio para o cultivo de espécies exóticas. Os mesmos afirmam que sobrevém um desconhecimento sobre as espécies frutíferas nativas, e que a desvalorização da biodiversidade brasileira é algo cultural, resultado de

perspectivas imediatistas, favorecendo para resultados ecológicos e econômicos voltados a redução das espécies locais.

A biodiversidade nativa significa todas as espécies que evoluíram em um determinado local. E segundo Zalba (2005), espécie exótica, é qualquer espécie proveniente de uma região diferente. Stumpf et al. (2009) apontam em seus estudos a importância quanto a preservação e valorização das espécies nativas do Rio Grande Sul.

A memória biocultural sobre a biodiversidade nativa vem sendo suprimida com o passar dos anos. Segundo dados da ONU (Rio+20), até 2030, 60% da população viverá em cidades. As reservas que contemplam a biodiversidade, denominadas de Unidades de Conservação, muitas vezes são inacessíveis para grande parte das pessoas. Por este motivo, inclusive, a Organização das Nações Unidas (ONU) recomenda 12 m² de área verde por habitante.

A falta de vivências junto a natureza e a crescente utilização de tecnologias digitais entre crianças e jovens, acabam formatando um aprendizado desalinhado com a história local. Segundo John (2006), nas páginas dos livros pedagógicos predominam espécies exóticas, desconsiderando várias espécies nativas.

Outras pesquisas de Rosa (2012), Tiriba, (2005), e Toledo (2010), nos dão pistas de que as crianças têm pouco contato com a natureza. A razão mais aparente é o fato de parte das escolas não possuir ambientes naturais ou espaços que potencializem o aprender ao ar livre. Segundo Tiriba (2005), *"as crianças têm verdadeiro encanto pelos espaços externos porque eles são o lugar da liberdade"*, onde não há controle sobre seus corpos e o desenvolvimento integral é prioridade, e isso permite relembrar espaços e tempos de encantamento.

Alertados sobre esta situação, um número significativo de especialistas, educadores e pais no mundo todo, vêm se dedicando a entender o que está adoecendo e tornando as crianças mais agitadas, infelizes e com dificuldades de aprendizagem e convivência na escola. Um conjunto consistente de evidências científicas, em sua maior parte geradas fora do Brasil, sugere que um dos fatores seja o distanciamento entre as crianças e a natureza (LOUV, 2016).

Áreas naturais biodiversas com plantio de árvores frutíferas, perenes ou caducifólios, trepadeiras, além de outros tipos morfológicos podem estar alicerçados ao modelo permacultural e agroflorestal junto de áreas urbanas e periurbanas.

No que diz respeito ao reconhecimento de frutíferas nativas, foi possível observar que algumas espécies são mais acessíveis para identificação pelos alunos, como é o caso da pitanga, do araçá, e do butiá (Figura 2). As frutíferas nativas secundárias quanto a identificação e consumo dos alunos foram cereja-do-mato, e guaviroba (*Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg). Espécies como uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess.) e goiaba-do-mato (*Acca sellowiana* (O.Berg) Burret) são praticamente desconhecidas pela maioria dos entrevistados, demonstrando a necessidade de reintrodução destas espécies em espaços urbanos como escolas, parques e outras áreas verdes. Outras espécies nativas que também deveriam ser introduzidas em espaços urbanos são, o guamirim (*Myrcia* sp.) goiaba-do-mato (*Acca selloviana)*, inga-feijao (*Inga marginata* Willd.), ingá-ferradura (*Inga sessilis* (Vell.) Mart.), araticum (*Annona sp*. L.*)* e Chal-chal (*Allophylus edulis* (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.), e do grupo das gimnospermas a Araucária (*Araucaria angustifolia*).

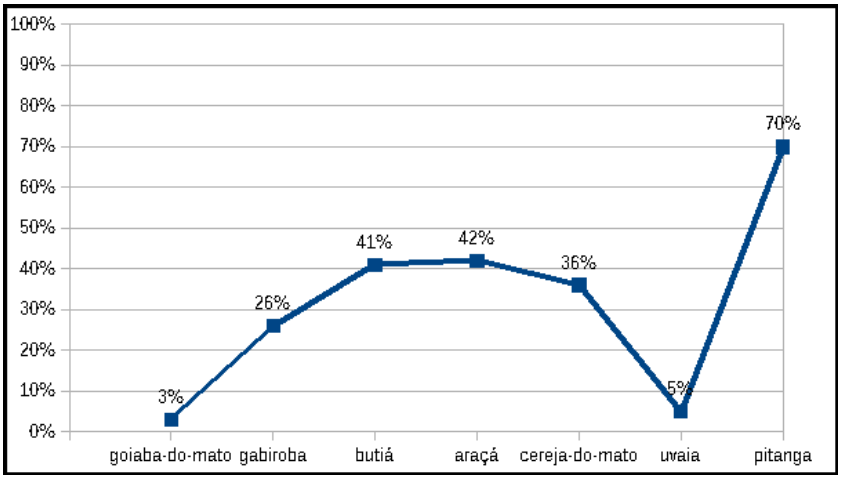


Figura 2. Reconhecimento de frutíferas nativas por alunos de 8 a 14 anos. Município de Caxias do Sul.

O resgate quanto ao consumo de frutas nativas da região, pode ser facilitado pelo plantio destas espécies em ambientes urbanos e periurbanos. Faltam ações de sensibilização e conscientização com relação a diversidade de frutíferas nativas presentes nos espaços urbanos. Segundo Martinez e Peil (2010), essa prática pode contribuir para o resgate e estabilidade na oferta de alimentos regionais, de origem nativa, que podem vir a ser esquecidos pelas crianças devido aos novos padrões alimentares estabelecidos pela globalização e industrialização.

De acordo com Ramos et al. (2013), a infância é a idade primordial para formação dos bons hábitos alimentares. É nesta fase onde se tem a maior contribuição com o crescimento e desenvolvimento das crianças, refletindo na prevenção de doenças, e contribuindo com um bom desenvolvimento fisiológico e psicológico, proporcionando uma boa qualidade de vida na fase adulta. E, segundo Marim et al. (2009), a maioria dos hábitos alimentares são condicionados nos primeiros anos de vida.

É imprescindível práticas de convívio com crianças e adolescentes junto a natureza a fim de incorporar hábitos alimentares e ampliar o resgate quanto ao consumo de frutas nativas da região, principalmente na sua forma *in natura*, que ampliem a ingestão de compostos bioativos.

Segundo Maluf (2007), estas iniciativas reforçam para uma valorização e resgate de hábitos alimentares tradicionais da soberania alimentar, como possíveis alternativas para o resgate do consumo de frutas nativas da região. Também segundo Bilert et al. (2014), a universidade tem o desafio de propiciar conhecimentos, saberes, que contemplem uma formação atualizada com o contexto dos problemas da sociedade atual.

Estes centros de formação de excelência deveriam atuar com mais severidade na formação de agentes, e, no que diz respeito a temas básicos, como coleta e separação de lixo, educação ambiental, resgate biocultural da biodiversidade local e regional.

Necessitamos ampliar experiências de naturalização junto aos espaços escolares, e propor redesenhos no âmbito de habitats educativos mais resilientes, a fim de resgatar heranças de nossos antepassados, fortemente ancoradas na natureza.

Desta forma, a promoção de uma alimentação saudável tem como objetivo a

melhoria do perfil nutricional da população, estando pautada no resgate de práticas alimentares regionais e no consumo de alimentos produzidos em âmbito local (BRASIL, 2012), redução do consumo de alimentos industrializados e aumento no consumo de alimentos *in natura* (DIEEZ-GARCIA, 2011).

A implantação de hortas biodiversas em ambientes urbanos é uma estratégia para o resgate de várias espécies nativas e de reconexão com a natureza. Estes espaços ampliam ações de sustentabilidade, ensino e da manutenção de ecossistemas mais resilientes e valorização da soberania alimentar.

É urgente a estruturação de cenários naturais mais saudáveis para nossas crianças. Nesse sentido, hortas e quintais agroflorestais escolares podem ser uma importante estratégia pedagógica, contando com um aprendizado baseado em ações educativas voltadas para a manutenção da biodiversidade.

4. CONCLUSÕES

Concluiu-se com este trabalho que os estudantes amostrados possuem um conhecimento relativamente baixo acerca da biodiversidade de frutíferas nativas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão de bolsas e suporte financeiro para realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BILERT, V. S. S.; LINGNAU R.; OLIVEIRA M. R. A educação ambiental nas universidades públicas estaduais do Paraná: uma análise a partir dos documentos institucionais. **Revista Monografias Ambientais-REMOA**, Santa Maria, v. 13, n. 3, p. 3444-3452.

BRACK, P.. **As Monoculturas Arbóreas e a Biodiversidade.** Porto Alegre: UFRGS, 2007. Disponível em: http://www.inga.org.br/docs/monoculturas e a biodiversidade.pdf. Acesso em: julho/2018.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. **Marco de referência de educação alimentar e nutricional para as políticas públicas**. Brasília: MDS; 2012.

CUNHA, F. L. S. J. Desenvolvimento, Agricultura e sustentabilidade. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA AMÉRICA LATINA, 2., 2005, Campinas. **Anais**... Campinas: UNICAMP/UNEMAT, 2005.

DIEZ-GARCIA, R. W. Mudanças Alimentares: Implicações Práticas, Teóricas e Metodológicas. In: DIEZ-GRACIA, R. W.; CERVATO-MANCUSO, A. A. (org.). **Nutrição e Metabolismo**. Mudanças Alimentares e Educação Nutricional. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. p. 3-17.

FELFILI, J. M.; RIBEIRO, J. F.; FAGG, C. W.; MACHADO, J. W. B. **Recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000, 45 p. (Documentos/Embrapa Cerrados, 21).

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação. **Sinopse Preliminar do Censo Demográfico 1991**. Rio de Janeiro, 1991.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Coordenação de Trabalho e Rendimento. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**: síntese de indicadores 2014. Rio de Janeiro, 2015.

JOHN L. Biodiversidade também é uma questão de educação. In: BENSUSAN, N.; BARROS, A. C.; BULHÕES, B.; ARANTES, A. **Biodiversidade:** para comer, vestir ou passar no cabelo? São Paulo: Peirópolis, 2006. p. 397-406.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras:** Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. 4. Ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2002. 381 p.

LOUV, R. **A última criança na natureza**: resgatando nossas crianças do transtorno do deficit de natureza. São Paulo: Aquariana, 2016.

MALUF, R. Segurança Alimentar e Nutricional com Valorização da Cultura Alimentar. In: MIRANDA, D. S. de; CORNELLI, G. **Cultura e Alimentação**. Saberes alimentares e sabores culturais. São Paulo: SESC, 2007. p. 143-50.

MARIN, T.; BERTON, P.; SANTO, L. K. R. E. Educação nutricional e alimentar: por uma correta formação dos hábitos alimentares. **Revista F@pciência,** Apucarana-PR, v. 3, n. 7, p.72-78, 2009.

MARTINEZ, E. A.; PEIL, R. M. N. Caracterização da comercialização e da diversidade da produção dos agricultores familiares associados à cooperativa sul ecológica. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas/RS, v. 16, n. 1-4, p. 149-152, 2010.

ONU. Rio+20. **O Futuro que queremos** -. Fatos sobre as Cidades. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/cidades.pdf>. Acesso em: 30 junho 2018.

RAMOS, F. P.; SANTOS, L. A. S.; REIS, A. B.C. Educação alimentar e nutricional em escolares. **Cid. Saúde Pública,** Rio de Janeiro, v. 29, n. 11, p. 2147-2161, nov. 2013.

RODRIGUES, C. A. G. et al. **Arborização urbana e produção de mudas de essências florestais nativas em Corumbá**, MS. Corumbá: Embrapa Pantanal, il. – 2002. 26 p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 42).

ROSA, M. P. L. C. R. **Escola e Natureza**: o olhar das crianças da comunidade das pedras: Vargem Grande - Teresópolis (RJ). 2012. Dissertação (Mestrado em Educação) - Departamento de Educação do Centro de Teologia e Ciências Humanas, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

STUMPF, E. R. T.; BARBIERI, R. L.; FISCHER, S. Z.; HEIDEN, G.; NEITZKE, R. S. Uso ornamental de *Andropogon bicornis* L. (Poaceae). **Revista Ceres**, Viçosa/MG, v. 56, n. 2, p. 186-192, 2009.

TIRIBA, L. **Crianças, Natureza e Educação Infantil**. 2005. 209 p. Tese (Doutorado em Educação) - Departamento de Educação do Centro de Teologia e Ciências Humanas, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

TOLEDO, M. L. P. B. de. **Relações e concepções de crianças com/sobre a natureza: Um estudo em uma escola municipal**. 2010. 101 p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (RJ), 2010.

ZALBA S. M. **América do Sul invadida, a presente ameaça das espécies exóticas invasoras**. GISP (Programa Global de Espécies Invasoras). 1.Available from: http://www.institutohorus.org.br/download/gispSAmericapo.pdf, 2005.

Valor potencial das espécies mais abundantes de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, Nova Prata, RS

Potential value of the most abundant species of a remnant of Mixed Ombrophilous Forest, Nova Prata, RS

Camila Andrzejewski[1]
Solon Jonas Longhi[1]
Rafael Marian Callegaro[2]
Ana Claudia Bentancor Araujo[3]
Francieli de Fátima Missio[1]
Fernanda Dias dos Santos[1]
Roberta Aparecida Fantinel[1]

[1]Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Santa Maria, RS. camiandrzejewski@gmail.com; longhi.solon@gmail.com; franmissio@yahoo.com.br; fernandadiotti@hotmail.com; roberta.fantinel@bol.com.br

[2]Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, UFES. Jerônimo Monteiro, ES. rafael.callegaro@ufes.br.

[3]Instituto Federal Farroupilha, Câmpus Alegrete, Alegrete, RS. ana.araujo@iffarroupilha.

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar os usos múltiplos para as espécies encontradas em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, em Nova Prata, RS. Foram instaladas 71 parcelas, com 1000 m² onde foram amostrados todos indivíduos arbóreos com circunferência à altura do peito ≥ 30,0 cm. As espécies com mais de cinco indivíduos por hectare foram distribuídas em classes de potencial uso: madeireiro; paisagismo; recuperação de áreas degradadas; medicinal; alimentícia. Atribuiu-se usos múltiplos para 30 espécies das 128 espécies encontradas no fragmento. *Ilex paraguariensis*, *Araucaria angustifolia*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Eugenia uniflora* e *Allophylus edulis* se destacam na região sul pelas diversas formas de utilização. Verificou-se que 97% das espécies classificadas podem ser utilizadas para fins madeireiros, 80% possuem aptidão para fins paisagísticos e para recomposição de vegetação, 37% podem ser utilizadas medicinalmente e 27% podem ser empregadas na alimentação. Assim, conclui-se que a maioria das espécies tem grande potencial para usos múltiplos, podendo serem utilizadas como uma alternativa de renda através do aproveitamento sustentável dos recursos naturais.
Palavras-chave: fitossociologia, biodiversidade, etnobotânica, valor econômico.

Abstract: The objective of this work was to evaluate the multiple uses for the species found in a remnant of Ombrophilous Mixed Forest, in Nova Prata, RS. Seventy-one parcels with 1000 m² were installed, where all arboreal individuals with chest circumference ≥ 30.0 cm were sampled. Species with more than five individuals per hectare were distributed in classes of potential use: timber; landscaping; recovery of degraded areas; medicinal; food. Multiple uses were attributed to 30 species of the 128 species found in the fragment. *Ilex paraguariensis*, *Araucaria angustifolia*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Eugenia uniflora* and *Allophylus edulis* stand out in the southern region due to the different forms of use. It was found that 97% of the classified species can be used for logging purposes, 80% have aptitude for landscaping and vegetation restoration, 37% can be used medicinally and 27% can be used for food. Thus, it is concluded that most species have great potential for multiple uses, and can be used as an income alternative through the sustainable use of natural resources.
Key words: phytosociology, biodiversity, ethnobotany, economic value.

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista (FOM) atualmente encontra-se fragmentada, e corresponde a uma paisagem dominada por fisionomia agrícola (CORDEIRO; HASENACK, 2012). É comumente denominada como "mata-de-araucária" ou "pinheiral" devido à presença marcante de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, além desta, também caracterizam a vegetação da FOM, espécies dos gêneros *Podocarpus*, *Drymis*, *Ocotea*, *Nectandra*, entre outros (IBGE, 2012).

Os remanescentes da FOM distribuem-se pelo Planalto Meridional brasileiro e delimitam-se por clima temperado, com chuvas elevadas e temperaturas baixas (IVANAUSKAS; ASSIS, 2012; LONGHI, 2016). Essa formação florestal encontra-se altamente fragmentada e descaracterizada de sua estrutura original, devido a perturbações antrópicas, como exploração madeireira e expansão agropecuária (CALLEGARO et al, 2016).

A conservação e o uso desses remanescentes demandam conhecimento da estrutura da floresta e das características das espécies. Dessa forma, conhecer os diferentes usos das espécies arbóreas torna-se necessário para planejar o manejo sustentável. Além do uso madeireiro, atribui-se usos diversos para a vegetação associando o manejo sustentável com otimização e manutenção dos recursos florestais renováveis.

A utilização de recursos florestais em épocas passadas partia do pressuposto de fornecer matéria-prima para construções e abertura de áreas para atividades agropecuárias e geração de renda com a venda de madeira. Além disso, diversas espécies também eram associadas a outros usos: medicinal, energético (lenha), ornamental, alimentar, entre outras (LEITE; CORADIN, 2011).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os usos múltiplos para as espécies encontradas em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, em Nova Prata, RS, valorizando os recursos naturais da região.

2. Metodologia de Trabalho

O estudo foi desenvolvido no município de Nova Prata, RS, na Fazenda Tupi, em remanescente de Floresta Ombrófila Mista Montana (FOMM), entre as coordenadas 28°40'55,4" e 28°42'45,1"S e 51°36'18,4" e 51°38'36,4"O, com altitude média de 720 m (Figura 1). A Fazenda conta com 784 ha de área de floresta, apresentando, segundo Callegaro (2012), bom estado de conservação e abrangendo diferentes estágios de sucessão. Ainda, segundo o mesmo autor, a área apresenta histórico de intensa exploração seletiva de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, interrompida há mais de três décadas.

Na floresta ocorrem os solos Cambissolo Háplico, Neossolo Litólico e Nitossolo Vermelho, em áreas com relevo variando entre suave ondulado e fortemente ondulado) (EMBRAPA; UFRGS, 2018). O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo Cfa (subtropical úmido com verão quente), a temperatura média anual fica entre 16-18 °C e a precipitação anual em torno de 1900 mm (ALVARES et al., 2013).

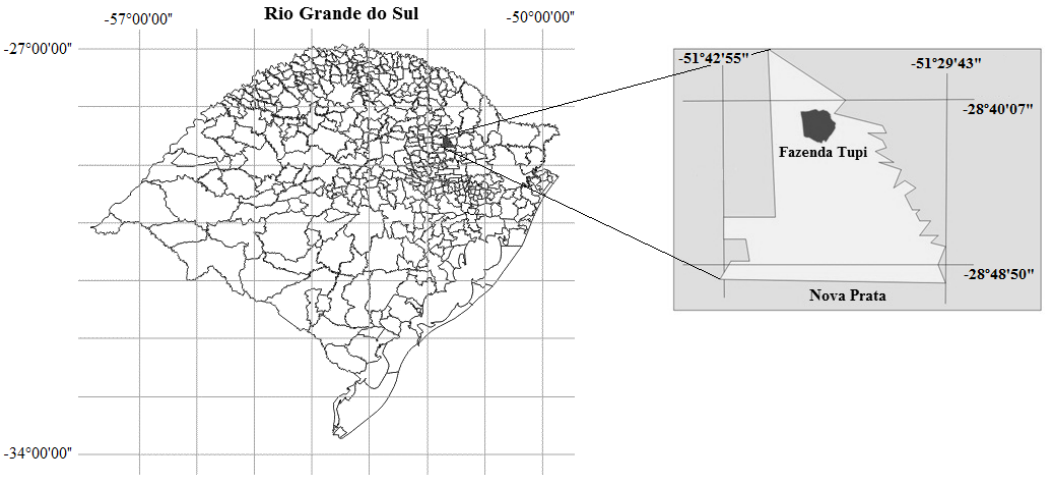


Figura 1. Localização da área de estudo no município de Nova Prata, RS, Brasil. **Fonte:** Longhi (2011).

Neste trabalho foi utilizado o banco de dados obtido por Callegaro (2012). Para amostragem da vegetação, em 2009 e 2010 foram instaladas 71 parcelas, com dimensões de 10 m x 100 m cada, distribuídas sistematicamente em 10 transectos, resultando em 7,1 ha de área amostrada (Figura 2). Foram mensurados todos indivíduos arbóreos com circunferência à altura do peito (CAP, medido a 1,3 m de altura do solo) ≥ 30,0 cm.

Figura 2. Linhas sistemáticas e pontos amostrais (71) georreferenciados na carta-imagem da Fazenda Tupi, Nova Prata, RS, 2009. **Fonte:** Callegaro (2012).

Para determinação dos usos múltiplos das espécies encontradas utilizou-se consulta em bibliografias e a partir disto, as espécies foram distribuídas em classes de potencial uso: a) madeira; b) paisagismo; c) recuperação de áreas degradadas (RAD); d) medicinal; e) alimentícia. Foram consideradas as espécies que apresentaram valor de densidade ≥ 5 indivíduos por hectare (ind.ha^{-1}).

Para identificação das espécies não reconhecidas in loco, coletou-se material

botânico para identificação no Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF) da Universidade Federal de Santa Maria. A nomenclatura das espécies foi conferida através do banco de dados Flora do Brasil 2020 (FORZZA et al., 2018) e a delimitação das famílias seguiu o sistema de classificação Angiosperm Phylogeny Group IV (BYNG et al., 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados 4.259 indivíduos (600 ind.ha^{-1}), pertencentes a 128 espécies e 46 famílias botânicas. Atribuiu-se usos múltiplos para 30 espécies pertencentes a 14 famílias, que totalizaram 493 ind.ha^{-1}, equivalendo a 82% do total amostrado.

Das espécies elencadas na Tabela 1, *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. (erva-mate), *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (araucária), *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O.Berg (guabiroba), *Eugenia uniflora* L. (pitanga) *e Allophylus edulis* (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl. (chal-chal) se destacam na região sul pelas diversas formas de utilização.

Ilex paraguariensis se destaca pelo uso popular medicinal, onde é utilizada principalmente como bebida estimulante e tônica, consumida sob a forma de infuso ou como uma bebida típica, o chimarrão, ou como chá-de-mate. Também é comercializada para emagrecimento. É amplamente cultivada como árvore ornamental. Em florestas naturais, ocorre geralmente associada à araucária (DICKEL et al., 2011).

O uso mais comum da *Araucaria angustifolia* está associado à obtenção de madeira para os mais diversos fins. Os galhos e refugos e especialmente o nó de pinho servem para lenha e combustível de caldeiras. É também usada na ornamentação de casas, jardins e praças. Contudo uma das utilizações mais nobres da espécie é na alimentação, a partir do consumo de sua semente (pinhão) (SILVA et al., 2011).

De boa adaptabilidade, a *Campomanesia xanthocarpa* é empregada principalmente na alimentação. O fruto, muito saboroso, pode ser consumido in natura ou utilizado na indústria de geleias, doces e bebidas. A espécie também é utilizada no paisagismo e para repovoar áreas de proteção ambiental. As folhas são usadas medicinalmente para fins diversos e a madeira apresenta boa qualidade (LISBÔA et al., 2011).

Com ampla distribuição geográfica, *Eugenia* uniflora apresenta múltiplos usos. Popularmente é mais utilizada para alimentação, pois possui fruto atrativo e saboroso sendo muito apreciado in natura. É uma planta pioneira e pode ser utilizada na recuperação de áreas degradadas. Produz uma enorme quantidade de flores e por isso é empregada como pasto apícola. Possui atividades farmacológicas conhecidas e pode ser utilizada em tratamentos fitoterápicos. As folhas produzem grande quantidade de óleos essenciais usados na indústria de perfumes, cosméticos em geral e farmacêutica. Devido ao seu porte e características morfológicas, possui excelente aceitação para utilização na ornamentação de jardins. Possui bom crescimento e boa produtividade em regiões tropicais e subtropicais, não apresentando problemas relacionados à sua conservação (BOURSCHEID et al., 2011).

Allophylus edulis possui madeira leve, macia e com boa resistência, a qual tem uso conhecido na marcenaria, para lenha e carvão. A espécie é utilizada na arborização e paisagismo devido ao seu potencial ornamental. Trata-se de uma

espécie pioneira bastante empregada em reflorestamentos destinados a recomposição de áreas degradadas, pois possui frutos bastante atrativos a fauna e é uma planta de boa adaptabilidade a sítios com características edáficas e climáticas distintas (LORENZI, 1998a).

Tabela 1. Espécies amostradas com valores de densidade e classificação de uso potencial. Nova Prata, RS, Brasil, 2018.

Família	Nome científico	ind.ha^{-1}	Uso
Anacardiaceae	*Lithrea brasiliensis* Marchand	20,8	a[1]
Aquifoliaceae	*Ilex brevicuspis* Reissek	9,7	ab[1,3]
Aquifoliaceae	*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.	6,3	abcde[1,2]
Aquifoliaceae	*Ilex theezans* Mart. ex Reissek	15,5	ade[1]
Araucariaceae	*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze	14,5	abcde[1]
Dicksoniaceae	*Dicksonia sellowiana* Hook.	11,3	b[1]
Elaeocarpaceae	*Sloanea hirsuta* (Schott) Planch. ex Benth.	9,7	abc[2]
Erythroxylaceae	*Erythroxylum deciduum* A.St.-Hil.	7,3	abc[1,3]
Euphorbiaceae	*Gymnanthes klotzschiana* Müll.Arg.	24,2	abcd[4]
Euphorbiaceae	*Sebastiania brasiliensis* Spreng.	10,4	abcd[1,5]
Lauraceae	*Cryptocarya aschersoniana* Mez	10,1	abc[2]
Lauraceae	*Nectandra lanceolata* Nees	6,1	abc[1,2]
Lauraceae	*Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez	25,5	abcd[1]
Lauraceae	*Ocotea pulchella* (Nees & Mart.) Mez	8,3	abc[1,2]
Malvaceae	*Luehea divaricata* Mart. & Zucc.	10	abc[4,6]
Myrtaceae	*Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O.Berg	17,4	abcd[1,3]
Myrtaceae	*Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O.Berg	31,1	abcde[1,2]
Myrtaceae	*Eugenia uniflora* L.	19,7	abcde[4]
Myrtaceae	*Myrceugenia miersiana* (Gardner) D. Legrand & Kausel	25,5	abc[7]
Myrtaceae	*Myrcia oblongata* DC.	15,1	ac[8]
Myrtaceae	*Myrcianthes gigantea* (D. Legrand) D. Legrand	7,6	ac[8]
Myrtaceae	*Myrcianthes pungens* (O.Berg) D. Legrand	6,5	abce[2]
Myrtaceae	*Myrciaria delicatula* (DC.) O.Berg	10,3	abe[1]
Myrtaceae	*Myrciaria floribunda* (H.West ex Willd.) O. Berg	25,6	ac[7]
Rosaceae	*Prunus myrtifolia* (L.) Urb.	11,7	abc[1]
Salicaceae	*Casearia decandra* Jacq.	23,1	abcd[1,3]
Sapindaceae	*Allophylus edulis* (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	13,4	abcde[6]
Sapindaceae	*Cupania vernalis* Cambess.	30,5	abcd[1,2]
Sapindaceae	*Matayba elaeagnoides* Radlk.	55,5	abc[1,2]
Styracaceae	*Styrax leprosus* Hook. & Arn.	9,9	ac[1]

a: madeireiro; b: paisagismo; c: recuperação de áreas degradadas; d: medicinal; e: alimentícia; 1: Aguiar et al. (2012); 2: Lorenzi (1998a); 3: Lorenzi (1998b); 4: Leite & Pinha (2011); 5: Backes & Irgang (2004); 6: Zuchiwschi et al. (2010); 7: Lorenzi (2009); 8: Marchiori & Sobral (1997). **Fonte:** Autores

De acordo com a classificação realizada, 97% das espécies analisadas no fragmento possuem potencial de uso para aproveitamento de madeira (Figura 3). No entanto, a comercialização da madeira e disseminação restrita de conhecimento popular de algumas espécies, *e. g. Araucaria angustifolia*, tidas como de qualidade superior, fizeram com que essas espécies fossem mais exploradas de forma desordenada.

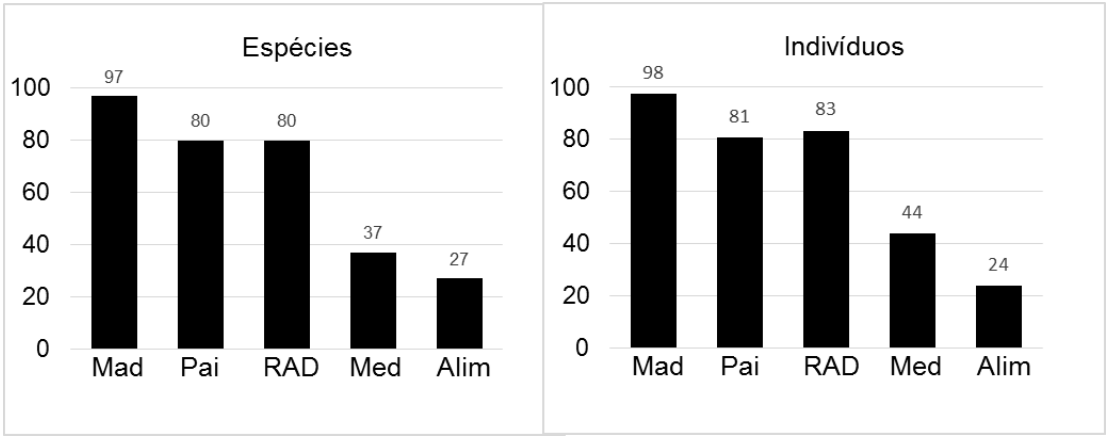


Figura 3: Proporção de uso potencial de espécies e de indivíduos amostrados. Nova Prata, RS, Brasil, 2018. **Fonte:** Autores.
Onde: Mad: madeira; Pai: paisagismo; RAD: recuperação de áreas degradadas; Med: medicinal; Alim: alimentícia.

A importância e a frequência de exploração dos recursos naturais estão fortemente atreladas às questões culturais e sociais ocorrentes ao longo da história. Além do desmatamento com finalidade de expansão da agricultura e urbanização, verificou-se que a exploração desordenada de espécies como erva-mate e araucária em momentos distintos, com objetivo de fortalecer a economia das propriedades rurais, contribuiu para dirimir os recursos florestais existentes. Segundo Leite e Coradin (2011). o uso dos recursos na Região Sul está atualmente associado a pequenas comunidades agrícolas, as quais utilizam lenha com maior frequência, além do uso de plantas na alimentação (frutas), para fins medicinais e ornamentais.

Outro uso que englobou elevada proporção de espécies e de indivíduos foi paisagismo, evidenciando que as espécies arbóreas nativas podem ter aplicações em usos múltiplos. Quanto à finalidade paisagística, as espécies têm potencial de atender, por exemplo, as necessidades de estética e de sombreamento (GONÇALVES; PAIVA, 2004). Contudo, estes autores mencionaram que se deve considerar as características dos vegetais e sua adequação aos espaços urbanos para que os vegetais expressem as suas funções. Assim sendo, as espécies arbóreas nativas identificadas no presente estudo com potencial uso no paisagismo deverão ter suas características morfométricas analisadas (exemplo: diâmetro de copa; altura total; tortuosidade do fuste) antes da sua implantação em diferentes ambientes urbanos.

De maneira generalizada, para que as espécies arbóreas cumpram suas funções na recuperação de áreas degradadas e gerem os produtos (e.g. partes vegetais para uso medicinal e alimentício) desejados com o seu plantio, devem ser observadas as exigências ecológicas das espécies e a variáveis ambientais nos locais do plantio.

Nesse sentido, ter conhecimento do regime de luz no qual uma espécie arbórea pode crescer e se reproduzir é essencial, sendo que essa informação pode ser obtida pela análise da categoria sucessional na qual a espécie se encaixa.

4. CONCLUSÕES

Diversas espécies nativas da flora brasileira são consideradas de grande importância e com potencial para utilização como uma alternativa de renda. O fragmento estudado possui elevada riqueza de espécies com diferentes usos, principalmente madeireiro, paisagístico e associado a recomposição de áreas degradadas. Para utilização dessas espécies é necessário ter conhecimento sobre exploração sustentável desses recursos, além da valorização dos mesmos, afim de não comprometer a perpetuação e disponibilidade dessas espécies.

AGRADECIMENTOS

À Fazenda Tupi Agroindústria S.A., pertencente ao Grupo Paludo Participações S.A., pelo apoio durante a coleta de dados, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de doutorado da primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M. D. de; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P.; NEGRINI, M.; FERT NETO, J. Potencial de uso de espécies arbóreas de uma floresta secundária em Lages, Santa Catarina. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 11, n. 3, p. 238 - 247, 2012.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Mata Atlântica**: as árvores e a paisagem. Porto Alegre: Paisagem do Sul, 2004. 396 p.

BOURSCHEID, K.; VIEIRA, N. K.; KINUPP; V. F.; BARROS, I. B. I. de. *Eugenia uniflora* - pitangueira. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (Org.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro - Região Sul. Brasília: MMA, 2011. p. 170 - 177. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcbio/_ebooks/regiao_sul/Regiao_Sul.pdf>.

BYNG, J. W.; CHASE, M. W.; CHRISTENHUSZ, M. J. M.; FAY, M. F.; JUDD, W. S.; MABBERLEY, D. J.; SENNIKOV, A. N.; SOLTIS, D. E.; SOLTIS, P. S.; STEVENS, P. F. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, n. 1, p. 1 - 20, 2016.

CALLEGARO, R. M.; ANDRZEJEWSKI, C.; LONGHI, S. J.; LONGHI, R. V.; BIALI, L. J. Composição das categorias sucessionais na estrutura horizontal, vertical e diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista Montana. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, Recife, v. 11, n. 4, p. 350 - 358, 2016.

CALLEGARO, R. M. **Variações florísticas e estruturais de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata-RS**. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

CORDEIRO, J. L. P.; HASENACK, H. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. de P. et al. (Ed.). **Campos Sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009. cap. 23, p. 285 - 299.

DICKEL, M. L.; RITTER, M. R.; BARROS, I. B. I. de. *Ilex paraguariensis* - erva-mate. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (Org.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro - Região Sul. Brasília: MMA, 2011. p. 632 - 635. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcbio/_ebooks/regiao_sul/Regiao_Sul.pdf>.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Mapeamento semidetalhado de solos**: município de Nova Prata. Disponível em: <http://www.aune.rs.gov.br/downloads/planejamento_regional/corede_solos/Nova%20Prata%20Solos.pdf>. Aceso em: 07/08/2018.

FORZZA, R. C.; COSTA, A. F.; WALTER, B. M. T.; BICUDO, C.; MOURA, C. W. N.; PERALTA, D. F.; COSTA, D. P. da; BARROS, F. de; LIMA, H. C. de; PRADO, J.; STEHMANN, J. R.; BAUMGRATZ, J. F. A.; PIRANI, J. R.; SYLVESTRE, L. das; MAIA, L. C.; LOHMANN, L. G.; PAGANUCCI, L.; NADRUZ, M.; MAMEDE, M. C. H.; SOARES, M. de L.; BARBOSA, M. R.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; ROQUE, N.; EVANGELISTA, P. H. L.; VIANA, P. L.; GOLDENBERG, R.; SECCO, R.; RODRIGUES, R. S.; CAVALCANTI, T. B.; MANSANO, V. **Flora do Brasil 2020**. Disponível em: <http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acesso em: 07/08/2018.

GONÇALVES, W.; PAIVA, H. N. de. **Árvores para o ambiente urbano**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2004. 243 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas; procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 275 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>.

IVANAUSKAS, N. M.; ASSIS, M. C. de. Formações florestais no Sistema de Classificação da Vegetação Brasileira. In: MARTINS, S. V. (Org.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: Editora UFV, 2012. p. 107 - 140.

LEITE, L. L.; CORADIN, L. Introdução. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (Org.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro - Região Sul. Brasília: MMA, 2011. p. 17 - 24. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcbio/_ebooks/regiao_sul/Regiao_Sul.pdf>.

LEITE, L. L.; PINHA, P. R. S. Síntese dos resultados. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (Org.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro - Região Sul. Brasília: MMA, 2011. p. 861 - 876. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcbio/_ebooks/regiao_sul/Regiao_Sul.pdf>.

LISBÔA, G. N.; KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. de. *Campomanesia xanthocarpa* - guabiroba. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (Org.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro - Região Sul. Brasília: MMA, 2011. p. 159 - 162. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcbio/_ebooks/regiao_sul/Regiao_Sul.pdf>.

LONGHI, R. V. **Manejo experimental de uma Floresta Ombrófila Mista secundária no Rio Grande do Sul**. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

LONGHI, R. V. **Ordenamento e condução da produção em Floresta Ombrófila Mista no Estado do Rio Grande do Sul**. 148 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol. 1. Nova Odessa: Plantarum, 1998a. 352p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol. 2. Nova Odessa: Plantarum, 1998b. 352p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol. 3. Nova Odessa: Plantarum, 2009. 384 p.

MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das angiospermas**: myrtales. Santa Maria: Editora da UFSM, 1997. 304 p.

SILVA, C. V.; MARTINS, G.; STEINER, N.; SANTOS, K. L. dos; CAMARGO, R. S.; MANTOVANI, A.; KUBO, R. R.; GUERRA, M. P.; REIS, M. S. dos. *Araucaria angustifolia* - pinheiro-brasileiro. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (Org.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro - Região Sul. Brasília: MMA, 2011. p. 134 - 150. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcbio/_ebooks/regiao_sul/Regiao_Sul.pdf>.

ZUCHIWSCHI, E.; FANTINI, A. C.; ALVES, A. C.; PERONI, N. Limitações ao uso de espécies florestais nativas pode contribuir com a erosão do conhecimento ecológico tradicional e local de agricultores familiares. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 24, n. 1, p. 270-282, 2010.

9.5 TRABALHOS DE MANEJO FLORESTAL

TRABALHO CIENTÍFICO MENÇÃO HONROSA

Avaliação de modelos matemáticos para determinação dos anéis de crescimento

Evaluation of mathematical models for the determination of growth rings

Douglas Rufino Vaz[1]
Saimom Poczapski Noro Ribeiro[1]
Crysttian Arantes Paixão[1]
Heloisa Maria de Oliveira[1]
Mário Dobner Junior[1]

[1]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. douglasrufinovaz@gmail.com; saimomnoro@gmail.com; crysttian.arantes.paixao@ufsc.br; heloisam.oliveira@gmail.com; mario.dobner@ufsc.br

Resumo: Determinadas espécies florestais apresentam anéis anuais de crescimento bem definidos, os quais são considerados características de extrema relevância para a análise de fatores edafoclimáticos. Através das análises dos anéis é possível obter inúmeras informações como o incremento médio anual, a idade da árvore, a qualidade da madeira, entre outros. No presente trabalho foi utilizado um disco de uma árvore de *Pinus taeda* L., o qual foi selecionado devido as suas características, apresentando anéis bem definidos, e sua significativa importância para o setor econômico florestal da região Sul. Tendo por objetivo estimar, o diâmetro a altura do peito (DAP) por meio dos anéis, foi selecionado um disco de uma árvore da espécie de *Pinus taeda* L. com 30 anos de idade, localizada no município de Campo Belo do Sul, Santa Catarina, Brasil. Com esta finalidade, foram analisados inúmeros modelos matemáticos, dos quais destacam-se: Horel, Korf, Backman, Gram e Backman modificado. Após as análises estatísticas, o modelo de Horel foi considerado o de melhor ajuste, indicado para avaliar o diâmetro desta árvore.
Palavras-chave: anéis de crescimento; diâmetro; modelo de Horel; modelos matemáticos; *Pinus taeda* L.

Abstract: Certain forest species have well defined annual growth rings, which are considered extremely relevant characteristics for the analysis of edaphoclimatic factors. Through the analyzes of the rings it is possible to obtain numerous information such as the average annual increment, the age of the tree, the quality of the wood, among others. In the present work, a disk of a *Pinus taeda* L. tree was used, which was selected due to its characteristics, with well defined rings, and its significant importance for the forest sector of the South region. The objective was to estimate the diameter at height (DAP) by means of the rings, a disc of a 30 - year - old *Pinus taeda* L. tree was selected, located in Campo Belo do Sul, Santa Catarina, Brazil. To this end, a number of mathematical models were analyzed, such as Horel, Korf, Backman, Gram and modified Backman. After the statistical analyzes, the Horel model was considered the best fit, indicated to evaluate the diameter of this tree.
Keywords: growth rings; diameter; Horel model; mathematical models; *Pinus taeda* L.

1. INTRODUÇÃO

Determinadas espécies florestais de clima subtropical apresentam características capazes de proporcionar um amplo estudo referente aos fatores edafoclimáticos da região de ocorrência. Esse é o caso do Pinus taeda L., o qual apresenta anéis anuais de crescimento bem definidos. Através das análises dos anéis é possível obter inúmeras informações como o incremento médio anual, a

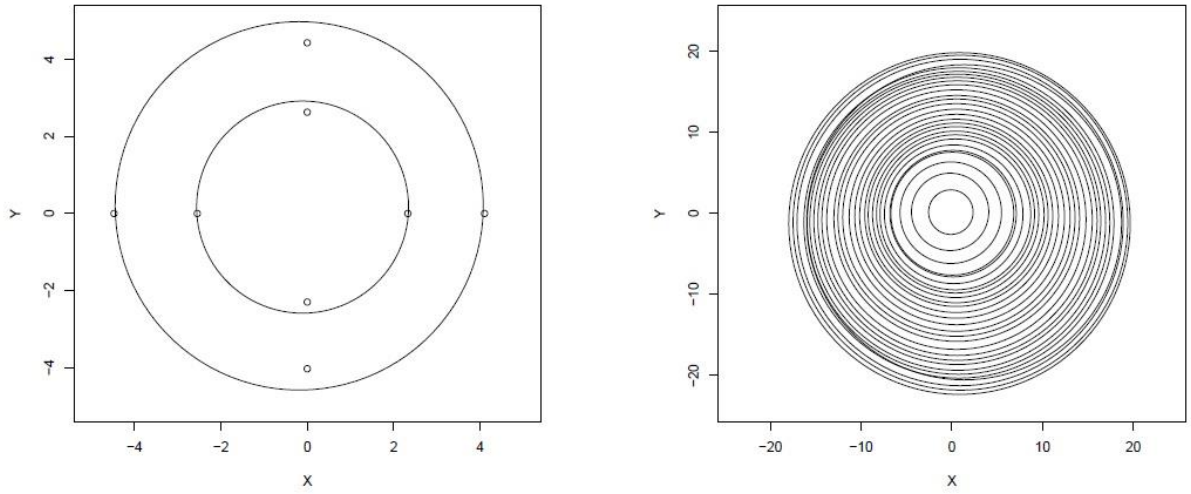
idade da árvore, a qualidade da madeira, entre outros. O crescimento em diâmetro é extremamente sensível as variações ambientais, sendo registrados nos anéis. Os anéis são utilizados em uma técnica de datação denominada dendrocronologia. Essa técnica se consolidou como Ciência e ocupa-se do estudo dos fenômenos climáticos históricos (IMAÑA-ENCINAS, 2005; GONÇALVES, 2007; SANTOS, 2017).

No presente trabalho foi utilizado um disco de uma árvore de Pinus taeda, o qual foi selecionado devido as suas características, apresentando anéis bem definidos, e sua significativa importância para o setor econômico florestal da região Sul (SCOLFORO e MACHADO, 1988). Tendo por objetivo delinear os anéis de crescimento, foram analisados alguns modelos matemáticos, dentre eles selecionados o modelo de Horel, Korf, Backman, Gram e Backman modificado, os quais foram detalhadamente analisados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O disco de madeira estudado pertencia a uma árvore de Pinus taeda com 30 anos de idade, situada em uma área experimental, localizada no município de Campo Belo do Sul, Santa Catarina, Brasil, em uma altitude de 950 m. (lat. 27º 59’ 33” S, long. 50º 54’ 16” W).

Após a obtenção do disco na altura do peito (DAP, 1,3 m), com o objetivo de estudar o crescimento da árvore, foi utilizado o software Image J, para medir a distâncias entre os anéis de crescimento do disco estudado. De um disco, seguindo a metodologia padrão, foram coletados 4 pontos, em direções prederterminadas (90º graus), de acordo com a Figura 1a.



(a) Pontos distribuídos sobre o plano cartesiano; (b) Imagem após os pontos plotados

Figura 1. Disco estimado a partir dos raios dos anéis de crescimento.

Com esses 4 pontos, determinou o melhor círculo, sendo aquele que as contemplava. A partir desse círculo, estimou-se o raio ideal. Ao todo foram estudados 28 raios, um para cada anel (Figura 1b), definindo dessa forma os diâmetros a serem analisados em função da idade da árvore.

As análises foram realizadas utilizando o software R (R CORE TEAM, 2018).

Os modelos matemáticos utilizados na pesquisa, para avaliar o crescimento da árvore, foram o modelo de Horel, Gram (ELEOTÉRIO et al., 2012), Korf (MARTINS,

2011), Backman (SILVA, 2012) e Backman modificado (SCHNEIDER et al., 2017). Os modelos e suas estruturas podem ser verificados na Tabela 1.

Tabela 1: Modelos matemáticos escolhidos para avaliar e explicar os anéis de crescimento com suas respectivas equações matemáticas. Sendo y, crescimento; A, diâmetro; t, tempo; b0, b1, b2, b3, os parâmetros dos modelos matemáticos.

Modelo Matemático	Equação Matemática
Horel	$y = Ae^{\left(\frac{b0+b1}{t}\right)+b2\log(t)}$
Korf	$y = b0e^{-b1\,t^{-b2}}$
Backman	$y = e^{b0+b1\ln t+b2\,ln^2 t}$
Gram	$y = e^{b0+b1+\log(t)+b2\,t}$
Backman modificado	$y = b1\log t + b2\,log^2\,t$

A determinação do melhor modelo matemático foi realizada com base em alguns testes de qualidade do ajuste: o índice de correlação e o desvio padrão residual. Além desses testes, para selecionar o melhor modelo, foram utilizados os critérios de Akaike (AIC) e o critério de informação Bayesiano de Schwarz (BIC).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Antes de se analisar os ajustes dos modelos, obteve-se os dados em relação entre o DAP, em função da idade em anos, como destaca a Figura 2.

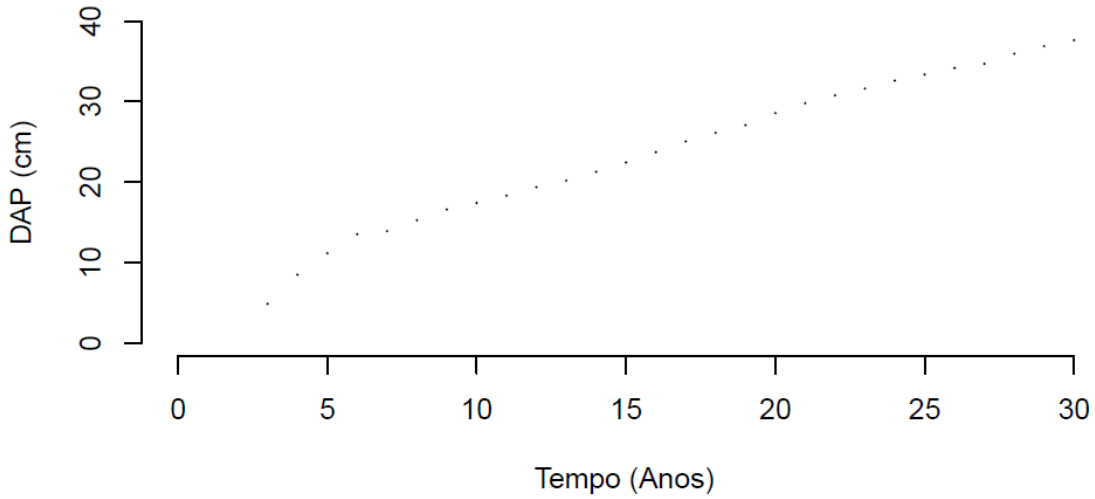


Figura 2. Relação entre o DAP (cm) e o Tempo (Anos).

Com o intuito de analisar a qualidade dos ajustes dos modelos, considerou-se o índice de correlação, entre os valores observados e os previstos, e o desvio padrão residual.

De acordo com a Tabela 2, é possível observar que todos os modelos apresentaram um índice de correlação alto e baixa dispersão residual. A Tabela 3 apresenta os modelos matemáticos escolhidos e os respectivos parâmetros estimados.

Tabela 2: Valores observados para cada modelo matemático, referente aos valores de desvio padrão residual e correlação.

Modelo Matemático	Desvio padrão residual	Correlação
Horel	0,6761	0,9974
Korf	0,6946	0,9973
Backman	0,6951	0,9973
Gram	0,7009	0,9973
Backman modificado	1,1460	0,9940

Tabela 3: Estimativa dos parâmetros de cada modelo.

Modelo Matemático	b0	b1	b2
Horel	1,3767	-0,6122	0,6678
Korf	$1,1979 .10^{8}$	17,5197	0,0462
Backman	1,0917	0,7994	-0,0156
Gram	1,1673	0,7351	-0,0012
Backman modificado	1,5987	-0,1586	----------

O modelo de Horel foi o melhor modelo de acordo com os critérios de AIC e BIC, devido apresentar o menor valor para cada critério, como destacado na Tabela 4.

Tabela 4: Valores de AIC e BIC para cada modelo.

Modelo Matemático	Graus de Liberdade	AIC	BIC
Horel	4	62,3661	67,6949
Korf	4	63,8760	69,2048
Backman	4	63,9163	69,2451
Gram	4	64,3874	69,7162
Backman modificado	3	91,0168	95,0134

Verifica-se também que o modelo de Horel possui três parâmetros, todas sendo verificadas ao nível de 5% de significância pelo teste t. Na Tabela 5, eles estão representados com os seus respectivos intervalos de confiança.

Tabela 5: Limite inferior e limite superior para cada parâmetro do modelo de Horel, ao nível de significância de 5%.

Horel	Estimativa	LI	LS
b0	1,3767	1,2413	1,5121
b1	-0,6122	-1,0683	-0,1561
b2	0,6678	0,2964	1,0392

LI = Limite Inferior; LS = Limite Superior.

Na Figura 3 verificou-se o modelo de Horel ajustados aos dados.

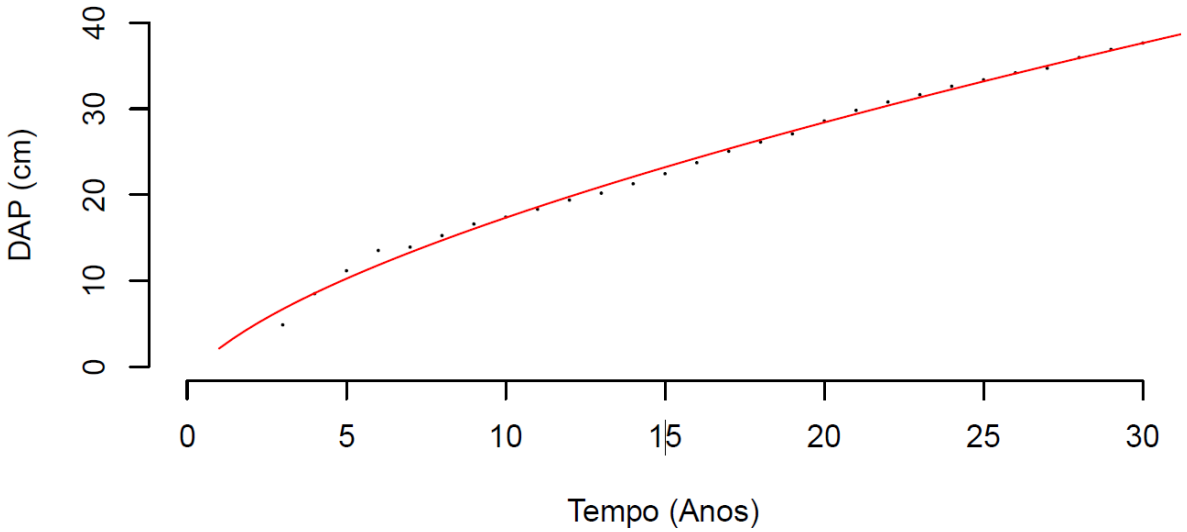


Figura 3. Modelo de Horel ajustado ao conjunto de dados.

Este estudo está no início, logo para verificar a qualidade do modelo e a sua adequação para as demais árvores da espécie analisada, serão realizados novas amostragens, ou seja, análise de outros discos, a fim de aumentar o tamanho da amostra e obter um estudo mais detalhado.

4. CONCLUSÃO

No presente trabalho foram estudados alguns modelos matemáticos, e desses, destacando-se o modelo de Horel. O seguinte modelo apresenta potencial para analisar o crescimento em diâmetro da árvore de Pinus taeda da cidade de Campo Belo do Sul/SC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ELEOTÉRIO, J.R.; PELLENS, G.; COMMANDULI, M.J. Crescimento em diâmetro, altura e volume de Hovenia dulcis na região Sul de Blumenau, SC. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 42, n. 4, p.733 – 740, 2012.

GONÇALVES, G. V. Dendrocronologia: princípios teóricos, problemas práticos e aplicabilidade. **CIDEHUS. Universidade de Evora**. v. 23, p. 2012, 2007. Disponível em: <https://goo.gl/1hjlms>, acesso em: 16 de março de 2017.

IMAÑA-ENCINAS, J.; SILVA, G. F.; PINTO, J. R. R. 2005. **Idade e crescimento das árvores**. Brasília: Comunicações Técnicas Florestais, v. 1, p. 43.

MARTINS, F.B. **Modelagem de crescimento em nível de árvore individual para plantios comerciais de eucaliptos**. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, p. 143, 2011.

R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. URL https://www.Rproject.org/.

SANTOS, V. S. **Brasil Escola - Anéis de crescimento**. Disponível em: http://brasilescola.uol.com.br/biologia/aneis-crescimento.htm. Acesso em: 20 de março de 2017.

SCOLFORO, J. R. S.; MACHADO, S. A. Curvas de índice de sítio para plantações de pinus taeda nos estados do Paraná e Santa Catarina. **FLORESTA**, v. 18, n. 12, 1988.

SCHNEIDER, P. R.; ELESBÃO, L. E. G.; SCHNEIDER, P. S. P.; LONGHI, R. V. Crescimento em diâmetro do Pinus elliottii e Pinus taeda em áreas arenizadas e degradadas no Oeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 44, n. 9, p. 1561-1567, 2014.

SILVA, F.R. **Crescimento e Produção de Tectona grandis L. f em plantio no município de Alta Floresta – MT**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Engenharia Florestal, p. 94, 2012.

Coeficiente de repetibilidade para características biométricas de sementes de *Mimosa scabrella* Benth

Repeatability coefficient for biometric characteristics of *Mimosa scabrella* Benth seeds

Daniceli Barcellos[1]
Vanessa Giseli Dambros[1]
Tifani Castanha Crepaldi[1]
Igor Bastos Gomes[1]
Paulo César Flôres Júnior[2]
Andressa Vasconcelos Flôres[1]

[1]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Rodovia Ulisses Gaboardi, 3000 – Km 3, CEP 89.520-000 – Curitibanos, SC – Brasil. danicelibarcellos@hotmail.com , vaah.dambros@hotmail.com , tifanicastanha@gmail.com , igorgomes_bastos@hotmail.com , andressa.flores@ufsc.br

[2]Universidade Federal do Paraná – UFPR, Rua XV de Novembro, 1299 - Centro, CEP 80.060-000 - Curitiba – PR – Brasil. paulocesarfloresjunior@gmail.com

Resumo: A espécie nativa florestal *Mimosa scabrella* Benth, conhecida popularmente como bracatinga, pertence à família das Fabaceae. Possui um crescimento elevado nos cinco anos iniciais, pode alcançar até 25 m de altura e 50 cm de DAP médio com 8 anos de idade. Em programas de melhoramento, os testes genéticos demandam seleção de plantas superiores, na quais apresentem características interessantes para recombinação. Pode se estimar o coeficiente de repetibilidade realizando várias medições em um mesmo indivíduo com variações no tempo ou no espaço. Assim o presente trabalho teve como objetivo estimar o coeficiente de repetibilidade, e determinar o número de sementes a serem mensuradas para a compreensão das quatro características biométricas avaliadas. As sementes foram coletadas de uma população do município de Curitibanos, no mês de fevereiro de 2018. No programa GENES, foram avaliados o coeficiente de repetibilidade (r), o coeficiente de determinação (R^2) e o número de sementes necessárias para se obter tais R^2. O coeficiente de repetibilidade foi alto para a característica diâmetro longitudinal da semente, intermediário para o peso de semente, e, baixo para diâmetro equatorial e espessura da semente. Para garantir 90% de determinação, é necessária a medição de 22 sementes, para compreensão de todas as características.
Palavras-chave: Bracatinga, nativa, melhoramento, recombinação.

Abstract. The native forest species Mimosa scabrella Benth, popularly known as bracatinga, belongs to the Fabaceae family. It has a high growth in the initial five years, can reach up to 25 m in height and 50 cm in average DBH at 8 years of age. In breeding programs, the genetic tests demand selection of superior plants, in which they present interesting characteristics for recombination. The coefficient of repeatability can be estimated by performing several measurements on the same individual with variations in time or space. Thus the present work had as objective to estimate the coefficient of repeatability, and to determine the number of seeds to be measured for the understanding of the four biometric characteristics evaluated. The seeds were collected from a population of the municipality of Curitibanos in February 2018. In the GENES program, the coefficient of repeatability (r), the coefficient of determination (R^2) and the number of seeds required to obtain R^2. The coefficient of repeatability was high for the characteristic longitudinal diameter of the seed, intermediate for seed weight, and low for equatorial diameter and seed thickness. To guarantee 90% determination, it is necessary to measure 22 seeds, to understand all the characteristics.
Key words: Bracatinga, native, improvement, recombination.

1. INTRODUÇÃO

A espécie nativa florestal *Mimosa scabrella* Benth, conhecida popularmente como bracatinga, pertence à família das Fabaceae. É uma árvore perenifólia e não apresenta muitas exigências quanto as condições físicas e químicas do solo (STEENBOCK, 2011). Possui um crescimento elevado nos cinco anos iniciais, pode alcançar até 25 m de altura e 50 cm de DAP médio com 8 anos de idade, depois dessa idade, é comum apresentar um declínio vital, atingindo um limite máximo de vida aos 30 anos (MAZUCHOWSKI, 2012).

Embora as espécies florestais não sejam devidamente manejadas para fins comerciais, são muito requisitadas para projetos de reflorestamento ambiental e recuperação de áreas degradadas ou paisagismo, por esses motivos é de extrema relevância que se tenha conhecimento e controle de qualidade de sementes e mudas dessas espécies. Entretanto, ainda existe falhas para se formalizar as atividades de comercialização e controle de atividades das sementes provenientes dessas espécies (GUARESCHI, 2015).

A bracatinga se tornou em exemplo de espécie nativa com potencial para tornar-se viável comercialmente. Isso será possível devido à natureza perene, e o desenvolvimento de estudos genéticos de populações e de trabalhos de melhoramento genético a longo prazo. Nessa perspectiva, a realização de trabalhos de melhoramento genético de espécies nativas, no meio acadêmico, é possibilitada pela continuidade dos estudos realizados numa mesma população, em períodos diferentes e consequentes por pesquisadores distintos. Sendo assim, através das sucessivas gerações melhoradas pode-se obter genótipos mais produtivos a serem disponibilizado aos produtores (NASCIMENTO, 2010).

Em programas de melhoramento, os testes genéticos demandam seleção de plantas superiores, na quais apresentem características interessantes para recombinação, e ao escolher um genótipo, acredita-se que sua superioridade perdure durante toda a sua vida (CRUZ et.al, 2012). Pode se estimar o coeficiente de repetibilidade realizando várias medições em um mesmo indivíduo com variações no tempo ou no espaço. Através desse coeficiente é possível avaliar se a seleção estabelecida em alguma característica fenotípica será confiável, isto é, se os genótipos selecionados manterão sua superioridade. Possibilita ainda determinar o número de medições necessárias em cada indivíduo (DANNER et al., 2010).

O objetivo deste trabalho foi estimar o coeficiente de repetibilidade, e determinar o número de sementes a serem mensuradas para a compreensão das quatro características biométricas avaliadas.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

Os frutos foram colhidos de 10 matrizes localizadas no entorno do Campus de Curitibanos, da Universidade Federal de Santa Catarina, no município de Curitibanos, no mês de fevereiro de 2018. Após a coleta, as sementes foram beneficiadas manualmente com o auxílio de peneiras, sendo descartadas as sementes imaturas, deterioradas ou danificadas. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biotecnologia e Genética da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Curitibanos.

Para estimar o coeficiente de repetibilidade foram avaliadas amostras de 100 sementes de cada matriz, sendo avaliadas as características: PS (peso de sementes), DLS (diâmetro longitudinal da semente), DES (diâmetro equatorial da

semente) e ES (espessura da semente).

O PS (g) foi determinado em balança analítica com 0,0001 g de precisão. Os DLS, DES e ES (mm) foram obtidos com o auxílio de paquímetro digital com precisão de 0,01 mm.

A estimativa dos coeficientes de repetibilidade foi realizada por meio da análise de variância de fator único (ANOVA); componentes principais com base na matriz de correlações (CPC) e de covariâncias (CPCV); e análise estrutural (AE) com base na matriz de covariância.

No método de análise de variância o coeficiente de repetibilidade é estimado por meio de resultados da própria variância, que é calculada de acordo com a equação 1:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + a_j + \varepsilon_{ij} \qquad \text{(Eq.01)}$$

Em que: Y_{ij}: observação referente ao i-ésimo indivíduo na j-ésima medição; μ: média geral; g_i: efeito aleatório da i-ésima subamostra sob influência do ambiente permanente (i = 1, 2, ... n indivíduos); a_j: efeito da j-ésima medição (j = 1, 2, 3); ε_{ij}: erro experimental associado à observação Y_{ij}.

O coeficiente de repetibilidade mede a maior ou menor capacidade das plantas de repetir a expressão fenotípica de uma determinada característica, e é obtido pela equação 2:

$$r = \frac{\sigma_g^2}{\sigma^2 + \sigma_g^2} \qquad \text{(Eq.02)}$$

Em que: σ^2_g = estimativa da variância entre genótipos e σ^2 = estimativa da variância do erro experimental.

O coeficiente de determinação, que representa a porcentagem de certeza na predição do valor real dos indivíduos selecionados com base em η medições é obtido pela equação 3:

$$R^2 = \frac{\eta r}{1 + r\,(\eta - 1)} \qquad \text{(Eq.03)}$$

Após estimado o coeficiente de repetibilidade (r), foi realizada a estimativa do número de medições (η_0) necessárias para predizer o valor real dos indivíduos em diferentes porcentagens de determinação (80, 85, 90, 95 e 99%), obtido pela equação 4:

$$\eta_0 = \frac{R^2\,(1\hat{r})}{(1 - R^2)\hat{r}!} \qquad \text{(Eq.04)}$$

Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do software GENES (CRUZ, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas entre as matrizes avaliadas, para todas as características de acordo com a análise de variância, isto também foi verificado por

Mafio et al. (2011), e demonstra que o componente de variância genético, confundido com os efeitos do ambiente é significativo nessa população.

As médias das características foram de 0,0167 g para peso, 5,21 mm para DLS, 4,06 mm para DES e 1,25 mm para ES, valores semelhantes aos encontrados por Ballei (2017) e Bareta (2017), em estudos relacionados as características morfométricas de sementes de *M. scabrella*.

As estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r) obtidos com relação ás quatro características por meio dos quatro métodos estatísticos utilizados encontram-se na tabela 1.

Tabela 1. Estimativa dos coeficientes de repetibilidade (r) e dos coeficientes de determinação (R^2) utilizando os métodos de análise de variância (ANOVA), dos componentes principais baseado na matriz de correlação (CPC) e de covariância (CPCV), e análise estrutural baseado na matriz de covariância (AE).

Característica	Coeficiente	Anova	CPCV	CPC	AE
OS	r	0,03	0,46	0,28	0,03
	R^2	76,95	98,85	97,55	76,95
DLS	r	0,56	0,61	0,59	0,56
	R^2	99,22	99,37	99,33	99,22
DES	r	0,21	0,29	0,29	0,21
	R^2	96,47	97,71	97,63	96,47
ES	r	0,22	0,33	0,29	0,22
	R^2	96,68	98,08	97,69	96,68

Legenda: PS: peso de sementes, DLS: diâmetro longitudinal de sementes; DLS: diâmetro equatorial de sementes; ES: espessura de sementes. **Fonte:** Os autores

Conforme a classificação de Resende (2015), a característica que apresentou alta repetibilidade (0,6 ≥ r), foi o DLS, para o método CPCV e repetibilidade intermediária para os demais métodos, apresentando variação de 0,56 ≥ r ≥ 0,59 para esta característica (DLS). Pode-se deduzir que há estabilidade de tal característica e significativa regularidade na expressão dos caracteres de uma avaliação para outra. Desta forma, é possível prever seu valor com elevado nível de precisão, pois o coeficiente de determinação sempre foi superior a 99%.

Para a característica de PS obteve-se repetibilidade intermediária, com valor de 0,46 ≥ r, para o método CPCV. Tal valor ressalta a influência ambiental sofrida por tal característica, com alto coeficiente de determinação de 98%.

As demais características avaliadas DES e ES, obtiveram repetibilidade baixa, com valores de 0,21 ≥ r ≥ 0,29 e 0,22 ≥ r ≥ 0,33 respectivamente, apresentando coeficiente de determinação, acima de 96%.

Os resultados obtidos nos diferentes métodos seguem o padrão de resultados observados por Farias (2016), ao analisar frutos de maracujazeiro (*Passiflora* spp.), no qual as estimativas do coeficiente de repetibilidade obtidas pelo método da análise de variância (ANOVA) foram sempre inferiores ou iguais ás estimativas obtidas pelos demais métodos. Conforme Costa (2003), os valores inferiores obtidos através do método da ANOVA, são resultantes da variância genotípica, empregada para estimar a repetibilidade, já que esta pode não ser completamente de origem genética, uma vez que o componente de variância do ambiente entre indivíduos

permanece confundido com a variância genotípica, enquanto o método de componentes principais permite isolar o efeito da alternância.

A tabela 1, demonstra que o melhor método para obtenção das estimativas do coeficiente de repetibilidade é dos componentes principais de covariância (CPCV), isso ocorre pelo fato de este considerar o comportamento cíclico dos caracteres (ABEYWARDENA, 1972).

O método CPCV obteve maiores coeficientes de repetibilidade em diversos estudos como, por exemplo, por Danner et al. (2010) analisando frutos de araçazeiro (*Psidium cattleyanum*) e pitangueira (*Eugenia uniflora*), por Farias (2011) analisando características físicas dos frutos de maracujá (*Passiflora* spp), por Jungbluth (2015), analisando frutos e sementes de butiá (*Butia eriospatha*) e por Bareta (2017) em estudos com sementes de bracatinga (*Mimosa scabrella)*.

Conforme Oliveira e Moura (2008), através dos métodos de análise do coeficiente de repetibilidade é possível determinar um número mínimo de medições necessárias por indivíduo, observando quais características apresentam maiores contribuições, para que se possa considerar no processo de melhoramento.

O número de medições necessárias para se garantir diferentes coeficientes de determinação, para os diferentes métodos pode ser visualizado na tabela 2.

Tabela 2. Número de medições necessárias para obtenção de diferentes coeficientes de determinação para as características peso de semente (PS), diâmetro equatorial e longitudinal de semente (DES e DLS, respectivamente) e espessura de semente, para cada um dos métodos testados.

Caract.	Método	Coeficiente de determinação (%)				
		80	85	90	95	99
PS	ANOVA	119,7(120)	169,7(170)	269,5(270)	569,0(569)	2965,0(2965)
	CPCV	4,6(5)	6,5(7)	10,4(11)	21,9(22)	114,5(115)
	CPC	10,0(10)	14,2(15)	22,5(23)	47,6(48)	248,2(249)
	AE	16,4(17)	23,2(24)	36,9(37)	77,9(78)	406,0(406)
DLS	ANOVA	3,1(4)	4,4(5)	7,0(7)	14,8(15)	77,3(78)
	CPCV	2,5(3)	3,5(4)	5,6(6)	11,8(12)	61,8(62)
	CPC	2,6(3)	3,7(4)	6,0(6)	12,7(13)	66,2(67)
	AE	2,9(3)	4,2(5)	6,6(7)	14,1(15)	73,5(74)
DES	ANOVA	14,6(15)	20,6(21)	32,8(33)	69,3(70)	361,3(362)
	CPCV	9,3(10)	13,2(14)	21,0(21)	44,5(45)	231,9(232)
	CPC	9,7(10)	13,7(14)	21,8(22)	46,0(47)	240,1(241)
	AE	13,6(14)	19,3(20)	30,7(31)	64,9(65)	338,3(339)
ES	ANOVA	13,7(14)	19,4(20)	30,8(31)	65,1(66)	339,6(340)
	CPCV	7,7(8)	11,0(11)	17,5(18)	37,0(37)	192,8(193)
	CPC	9,4(10)	13,3(14)	21,2(22)	44,8(45)	233,6(234)
	AE	14,3(15)	20,3(21)	32,3(33)	68,2(69)	355,7(356)

* Valores entre parênteses indicam valores arredondados de número de sementes.
Legenda: ANOVA: Análise de variância; CPC: componentes principais baseados na matriz de correlação, CPCV: componentes principais baseados na matriz de covariância; AE: análise estrutural baseada na matriz de covariância.

Conforme Cruz et al. (2012), o número mínimo de medições necessárias é inversamente proporcional ao coeficiente de repetibilidade, pois, quanto maior a estimativa do coeficiente, menor será o número de medições necessárias, isto justifica os números mínimos de medições necessárias encontrados para CPCV serem iguais ou inferiores aos outros métodos para todas as características em todos os graus de liberdade.

Farias Neto et al. (2003), consideram como satisfatório para a tomada de decisão sobre a superioridade dos indivíduos ter como base um coeficiente de determinação de 90%. Assim, quando considerado o método CPCV, o número mínimo de medições para alcançar 90% de determinação é de 11 sementes para peso (PS), 6 sementes para diâmetro longitudinal, 22 sementes para diâmetro equatorial (DES) e 12 sementes para espessura (ES).

Desse modo, pode-se afirmar que um R^2 de 90% é suficiente para garantir, além do mínimo gasto dos recursos e mão de obra para a realização da caracterização, a confiabilidade mínima dos dados.

Em estudos com sementes de *M. scabrella,* Bareta (2017) relata que a utilização das análises biométricas indica a qualidade fisiológica das sementes, visto que sementes maiores possuem maior quantidade de reservas, e, consequentemente maior chance de sobrevivência e formação de plântulas normais no campo.

Segundo Pires et al. (2011), as medidas de repetibilidade demostram o valor máximo que a herdabilidade no sentido amplo pode atingir, de maneira que a diferença se deve ao fato de que a variância genotípica empregada para estimar a repetibilidade não é somente de origem genética.

4. CONCLUSÃO

O coeficiente de repetibilidade foi alto para a característica diâmetro longitudinal da semente, intermediário para o peso de semente, e, baixo para diâmetro equatorial e espessura da semente. Para garantir 90% de determinação, é necessária a medição de 22 sementes, para compreensão de todas as características.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEYWARDENA, V. An application of principal component analysis in genetics. **Journal of genetics**, v.61, p.27-51, 1972.

BARETA, R. M. S. **Adequação de metodologia para envelhecimento acelerado, e estudos de repetibilidade e dissimilaridade genética para características biométricas de sementes de** *Mimosa scabrella* BENTH. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2017.

BELLEI, A. F. **Morfometria de frutos e sementes, desenvolvimento pós-seminal e intensidade de dormência em sementes de** *Mimosa scabrella* **Benth de diferentes procedências**. 2017. 97 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

COSTA, J. G. Estimaticas de repetibilidade de alguns caracteres de produção em mangueira. **Ciência Rural**, v. 33, p. 263-266, 2003.

CRUZ, C. D. GENES – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.35, n.3, p. 271-276. 2013.

CRUZ, C. D., REGAZZI, A. J., CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4 ed. v.1. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012.

DANNER, M. A.; RASEIRA, M. C. B.; SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; SCARIOT, S. Repetibilidade de caracteres de fruto em açaizeiro e pitangueira. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2010.

FARIAS, D. H. Caracterização da diversidade genética e resposta ao *Cowpea aphid-borne mosaic vírus* em acessos e híbridos RC1 de maracujazeiro. Tese (Pós-graduação em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

GUARESCHI, D. G., LANZARINI, A. C., LAZAROTTO, M., MACIEL, C. G., BARBIERI, G. Envelhecimento acelerado de sementes e qualidade de plântulas de *Bauhinia forficata* Link em diferentes substratos e tamanho de tubetes. **Revista Agro@mbiente On-line**: v. 9, n. 1, p. 65-71, jan./mar., 2015.

JUNGBLUTH, F. **Repetibilidade e dissimilaridade genética em características biométricas de frutos e sementes de** *Butia eriospatha* **(Mart. ex Drude) BECC.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2015.

MAFIO, C. E et al. Repetibilidade em características biométricas do fruto de macaúba. **Ciência Rural.** V. 41, n.1, Santa Maria, 2011.

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Sistema de produção de Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) sob técnicas de manejo silvicultural.** Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, 2012.

NASCIMENTO, A. G. **Parâmetros genéticos obtidos por modelos mistos em progênies e procedências da *Mimosa scabrella* Bentham (bracatinga).** Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Genética e Melhoramento de plantas. Universidade de São Paulo – Esalq. Piracicaba, 2010.

RESENDE, M.D.V. **Genética quantitativa e de populações**. Viçosa, MG: Suprema. 2015. 463p.
SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of genetic and plant breeding**. v. 11, p. 237-245, 1981.
00
STEENBOCK, W., PASCHOAL FILHO, T. J., SIMINSKI, A. REIS, M. S. *Mimosa scabrella*: Bracatinga. In: CORADIN, L., SIMINSKI, A., REIS, A. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial:** Plantas para o Futuro: Brasília: MMA, 2011.

Crescimento em diâmetro e altura de *Pinus taeda* L. em função da idade

Growth in diameter and height of *Pinus taeda* L. in function of the age

José Eduardo Hanauer[1]
Magda Lea Bolzan Zanon[2]
Fernanda Dias dos Santos[1]
Luis Paulo Baldissera Schorr[3]

[1]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Av. Roraima, 1000 - 7 – Camobi. CEP: 97105-900. Santa Maria, RS. efl.j.eduardohanauer@gmail.com; fernandadiotti@hotmail.com

[2]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Linha 7 de Setembro, s/n BR 386 Km 40.
CEP: 98400-000. Frederico Westphalen, RS. magdazanon@ufsm.br

[3]Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC. Centro de Ciências Agroveterinárias. Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro. CEP: 88520-000, Lages, SC. luispaulo_schorr@hotmail.com

Resumo: A necessidade de plantios florestais com espécies de rápido crescimento vem aumentando a medida que a população e a economia crescem. Em vista da busca de novas fontes de matéria prima e energia, o mercado florestal está em constante evolução, o que demanda estudos em relação às espécies com potencial de suprir as suas necessidades. No Brasil, a espécie *Pinus taeda* têm grande importância para o setor florestal, em relação a abrangência dos seus produtos. Estudos relacionados a produção e crescimento da espécie têm se destacado visando um maior conhecimento para realizar um melhor manejo. O objetivo deste trabalho foi ajustar modelos de crescimento em altura e diâmetro para a espécie *Pinus taeda* para a região oeste do estado de Santa Catarina – Brasil. Foram testados 8 modelos matemáticos em função da idade, concluindo-se através dos parâmetros estatísticos que o modelo Hoerl $Lnd = 2{,}62624 - 1{,}54021.\frac{1}{t} + 0{,}29792.\ln t$ foi o mais preciso na estimativa do incremento em diâmetro em função da idade, enquanto o modelo de Prodan modificado $h = t^2/(0{,}47835.t + 0{,}01188.t^2)$ foi mais indicado para a variável altura em função da idade.
Palavras-chave: povoamentos florestais; estimativa; modelos matemáticos.

Abstract: The need for forest plantations with fast-growing species is increasing as the population and the economy grow. In view of the search for new sources of raw material and energy, the forest market is constantly evolving, which requires studies in relation to species with the potential to meet its needs. In Brazil, the *Pinus taeda* species has great importance to the forest sector, in relation to the reach of its products. Studies related to the production and growth of this species have been highlighted aiming a higher knowledge to perform a better management. This work aimed to adjust growth models in height and diameter for the *Pinus taeda* species for the western region of Santa Catarina State - Brazil. Eight mathematical models were tested according to age, concluding that the Hoerl model $Lnd = 2{,}62624 - 1{,}54021.\frac{1}{t} + 0{,}29792.\ln t$ was the most precise for the estimation of the diameter increment in function of the age, while the Modified Prodan model $h = t^2/(0{,}47835.t + 0{,}01188.t^2)$ was the most indicated for the height in function of the age.
Keywords: forest stands; estimate; mathematical models.

1. INTRODUÇÃO

Os plantios florestais com espécies do gênero *Pinus* são abundantes em várias regiões do Brasil, e cada vez mais estudos estão sendo efetuados para avaliar seu desenvolvimento ao longo do tempo. Este fato se deve basicamente à importância comercial dos plantios existentes, sendo que avaliar o crescimento e quantificação do estoque são essenciais, pois fornecem subsídios para auxiliar gestores na tomada de decisão quanto a uma avaliação técnica e econômica de seus empreendimentos (BINOTI et al., 2014).

Para estudos de crescimentos uma das técnicas mais utilizadas é a análise de tronco (THOMAS et al., 2006) que considera cada ano de crescimento como uma árvore individual, permitindo a obtenção de um extenso conjunto de dados para ajustes de equações que visam estimar diâmetros, alturas e volumes ao longo do tempo reduzindo custos quando comparados com o inventário florestal tradicional.

Esta técnica tem fácil utilização para o gênero *Pinus*, uma vez que possui anéis de crescimento facilmente observáveis (FINGER, 1992).

Campos e Leite (2009) salientam que a anatro é um procedimento que é utilizado no estudo do crescimento de diâmetro, altura e volume das árvores. Podendo ser utilizada para estudar o histórico do desenvolvimento passado de uma árvore e consequentemente dos povoamentos florestais. Além disso, esta técnica é combinada com a utilização de modelos matemáticos, que após o ajuste a partir de um banco de dados de análise de tronco podem ser utilizados com precisão e acurácia na estimativa de diversas variáveis dendrométricas ao longo dos anos (CONCEIÇÃO, 2004).

Diante disso, o presente trabalho visa selecionar modelos matemáticos de avaliação do crescimento em diâmetro e altura em função da idade, para a espécie *Pinus taeda* L. na região oeste de Santa Catarina.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O presente trabalho utilizou material proveniente de plantios comerciais e homogêneos da espécie *Pinus taeda* L., pertencentes à Empresa Adami S/A, localizada no município de Caçador, que está inserido na zona fisiográfica do Alto Vale do Rio do Peixe, planalto ocidental do estado de Santa Catarina, integrando a microrregião do Contestado situada entre os paralelos 26° e 27° e os meridianos 50° e 52° Oeste, região Oeste do Estado de Santa Catarina, Brasil. A principal atividade econômica do município é a exploração de madeira.

De acordo com Prates et al. (1989), conforme a classificação de Köppen, a região apresenta clima Cfb (clima subtropical com verões brandos). A temperatura média anual varia entre 14 a 16 °C, a precipitação pluviométrica total anual é de 1300 a 2000 mm e a umidade relativa do ar média fica em torno de 78,1 a 82,9%. Os solos da região geralmente são Latossolos e Cambissolos.

Para realização deste estudo, selecionaram-se árvores amostras com 14 anos de idade. Estas foram abatidas e seccionadas nas posições 0,10m, 0,30m, 0,50m, 1,30m, seguindo posteriormente de metro em metro, onde foram retirados discos de aproximadamente 4 cm de espessura. Após realização da secagem natural ao ar livre, os discos foram lixados a fim de facilitar a visualização dos anéis de crescimento das árvores.

Posteriormente, os discos foram levados ao Laboratório de Crescimento e Produção Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen, onde em cada disco, foram traçados 4 raios perpendiculares dispostos, e utilizando uma régua graduada foi mensurado a medida de cada anel por raio, calculando-se então a média aritmética das quatro medidas com o objetivo de verificar a espessura de cada anel de crescimento.

A fim de verificar o crescimento das variáveis diâmetro e altura em função da idade foram testados 8 modelos matemáticos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Equações testadas para estimativa da altura e diâmetro em função da idade para *Pinus taeda* L.

Equação	Modelo matemático	Autor
1	$\ln y = b_0 + b_1 . 1/x$	Schumacker
2	$\ln y = b_0 + b_1 . \ln x + b_2 . \ln^2 x$	Backman
3	$\ln y = b_1 . \ln x + b_2 . \ln^2 x$	Backman modificado
4	$y = \frac{x^2}{b_0 + b_1 . x + b_2 . x^2}$	Prodan
5	$y = \frac{x^2}{b_1 . x + b_2 . x^2}$	Prodan modificado
6	$\ln y = b_0 + b_1 . 1/x + b_2 . \ln x$	Hoerl
7	$\ln y = b_0 + b_1 . x + b_2 . x^2 + b_3 . x^3$	Moissev
8	$\ln y = b_0 + b_1 . \ln x + b_2 . x$	Gram

Sendo: y: diâmetro a altura do peito (cm) medido à 1,30 m, altura (m), volume (m³); x: idade (anos); b_0, b_1, b_2, b_3 = coeficientes das equações; ln= logaritmo neperiano.

A seleção do modelo matemático mais adequado para cada estimativa baseou-se na verificação dos resultados estatísticos do coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj.}$), erro padrão de estimativa (S*xy*), coeficiente de variação (CV%) e valor de F.

Conforme Thomas et al. (2006), o modelo que fornece a melhor estimativa, ou seja, melhor ajuste e maior precisão deve possuir valor de ($R^2_{aj.}$) mais próximo a 1, menor valor de (S*xy*), menor valor de (CV%) e maior valor de F significativo.

A partir das estatísticas anteriormente descritas, utilizou-se o método do Valor Ponderado dos Escores dos Parâmetros Estatísticos (VP) para verificação do melhor modelo matemático. Este método, conforme descrito por Thiersch (1997), atribui valores para os parâmetros estatísticos, ordenando as estatísticas quanto às suas eficiências, atribuindo-se o valor 1 para o modelo mais eficiente, 2 para o segundo e assim sucessivamente. Posteriormente a essa atribuição de valores, efetua-se o somatório dos mesmos. O somatório de menor valor representa o modelo matemático mais adequado para cada estimativa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Crescimento do diâmetro em função da idade

Os resultados dos coeficientes e parâmetros estatísticos para ajuste das equações para estimativa do crescimento diamétrico em função da idade são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Coeficientes e parâmetros estatísticos dos modelos matemáticos testados para ajustar o crescimento do diâmetro em função da idade para *Pinus taeda* L.

Equação	Coeficientes				R^2_{aj}	S_{xy}	CV%	F
	b_0	b_1	b_2	b_3				
1	3,36749	-2,40475	-	-	0,9398	0,1484	5,26	438,00
2	1,12572	1,41315	-0,22728	-	0,9574	0,1248	4,42	315,82
3	-	2,72946	-0,57851	-	0,9849	0,3543	12,55	947,53
4	0,01906	0,20110	0,02238	-	0,9647	0,4529	13,64	383,68
5	-	0,03724	0,02211	-	0,9881	0,4445	13,39	1207,08
6	**2,62624**	**-1,54021**	**0,29792**	**-**	**0,9592**	**0,1221**	**4,33**	**330,26**
7	0,59330	0,08591	-0,07997	0,00271	0,9250	0,1656	5,87	116,05
8	1,28053	1,21905	0,01770	-	0,9493	0,1362	4,83	262,88

Sendo: b_0, b_1, b_2, b_3= coeficientes; R^2_{aj}= coeficiente de determinação ajustado; S_{xy}= erro padrão da estimativa; CV%= coeficiente de variação em %; F= valor de F da análise de variância.

Os resultados apresentados na Tabela 2, referentes aos parâmetros estatísticos gerados pelo SAS através do ajuste das equações, revelam que os 8 modelos matemáticos testados apresentaram bons valores de (R^2_{aj}), variando de 0,9250 a 0,9881. Estes valores próximos a 1, indicam que houve um bom ajuste das equações para a variável dependente (dap) em função da variável independente (idade).

Quanto aos resultados do coeficiente de variação (CV%), as equações 3, 4 e 5 apresentaram os maiores valores, variando entre 12,55% e 13,64%, sendo estes considerados valores de variação média. Já as demais equações apresentaram valores satisfatórios, de 4,32 e 5,86%. Os valores de F foram altamente significativos, variando entre 116,05 e 1207,08.

Observa-se ainda que a equação 6 apresentou as melhores estatísticas para a estimativa do diâmetro em função da idade. Este modelo de crescimento de Hoerl, apresentou elevado coeficiente de determinação ajustado (0,9592), baixo erro padrão de estimativa (0,12214), baixo coeficiente de determinação (4,32%) e F de 330,26.

No estudo de Hess et al (2009), o modelo de Hoerl foi selecionado como o mais preciso para estimar o diâmetro de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze na Encosta Superior do Nordeste do RS.

A Figura 1 apresenta o gráfico da projeção do crescimento diamétrico de *Pinus taeda* L. em função da idade, comparando o crescimento mensurado com a estimativa realizada pelo modelo de Hoerl. A Figura 1 indica que mesmo sendo o modelo mais indicado para a realização da estimativa, este possui a tendência de subestimar o diâmetro das árvores.

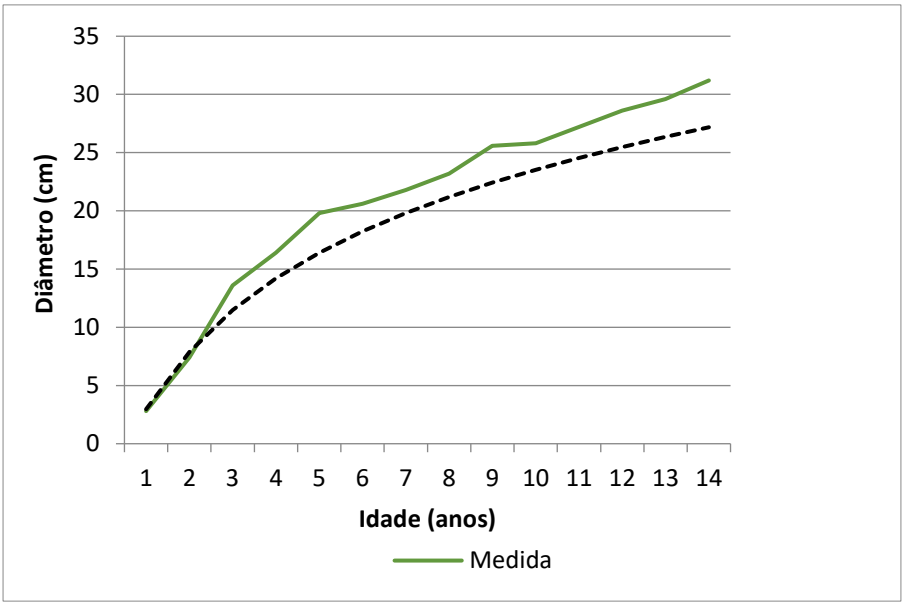


Figura 1 - Gráfico do crescimento em diâmetro de *Pinus taeda* L em função da idade, na região de Oeste de Santa Catarina.

A tendência em subestimar os diâmetros é verificada já nos primeiros anos de idade dos indivíduos. Conforme a curva da estimativa percebe-se que entre o 2º e 3º ano quando a árvore está por alcançar um diâmetro de aproximadamente 10 cm é iniciada a subestimação dos diâmetros.

3.2 Crescimento da altura em função da idade

Os resultados dos coeficientes e parâmetros estatísticos para ajuste das equações para estimativa do crescimento da altura em função da idade são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Coeficientes e parâmetros estatísticos dos modelos matemáticos testados para ajustar o crescimento da altura em função da idade para *Pinus taeda* L.

Equação	Coeficientes				R^2_{aj}	S_{xy}	CV%	F
	b_0	b_1	b_2	b_3				
1	3,04318	-3,02653	-	-	0,8961	0,2510	10,65	242,48
2	0,33738	1,38722	-0,13264	-	0,9778	0,1160	4,92	617,61
3	-	1,78173	-0,23790	-	0,9963	0,1513	6,42	3877,36
4	0,34909	0,03362	0,01697	-	0,9959	0,1781	3,82	3425,89
5	**-**	**0,47835**	**0,01188**	**-**	**0,9986**	**0,2039**	**4,37**	**10198,9**
6	1,16305	0,24524	0,75564	-	0,9765	0,1195	5,07	581,93
7	-0,25189	0,07322	-0,07465	0,00239	0,9671	0,1412	5,99	275,58
8	0,42084	1,29361	-0,05562	-	0,9776	0,1165	4,94	613,01

Sendo: b_0, b_1, b_2, b_3= coeficientes; R^2_{aj}= coeficiente de determinação ajustado; S_{xy}= erro padrão da estimativa; CV%= coeficiente de variação em %; F= valor de F da análise de variância.

Os resultados apresentados na Tabela 3, indicam que a maioria das equações apresentaram um bom ajuste da variável dependente (altura) em função da variável idade, possuindo valores elevados de R^2_{aj}, variando entre 0,9671 e 0,9986, exceto pela equação 1 que apresentou 0,8961. Em relação aos valores de CV, a equação 1 apresentou o maior valor (10,65%), sendo os demais satisfatórios, variando entre 3,82% e 6,42%. Todos os valores de F foram satisfatórios, variando entre 242,48 e 10198,9.

O modelo 5, modelo de Prodan modificado, foi o mais adequado por possuir menor valor ponderado. Este modelo foi o que apresentou o maior R^2aj = 0,9986) baixo CV = 4,37% e o maior valor de F de 10198,9. Considerando os valores ponderados, os outros modelos mais adequados foram: número 2 (Backman) e 4 (Prodan), as quais também apresentaram bons ajustes, possuindo VP de 12 e 13, respectivamente. O modelo de Backman apresentou R^2_{aj} = 0,9778, CV = 4,92% e F de 617,61. Já o modelo de Prodan apresentou R^2_{aj} = 0,9959, CV = 3,82% e F de 3425,89. Desta forma, estas duas equações também se mostram como alternativas para a estimativa do crescimento da altura em função da idade.

O crescimento de altura em função da idade é representado pela Figura 2. A mesma faz um comparativo com a projeção realizada pela altura observada e pela estimativa realizada pelo modelo de Prodan Modificado.

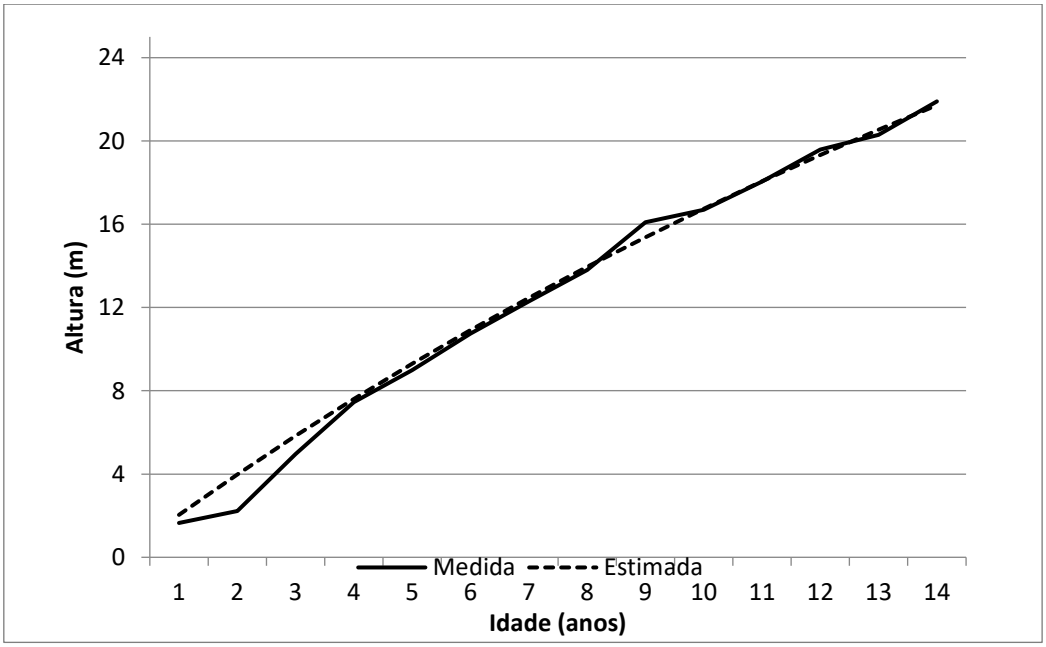


Figura 2 - Gráfico do crescimento em altura de *Pinus taeda* L em função da idade, na região de Oeste de Santa Catarina.

Observando a Figura 2, percebe-se um crescimento linear em altura. A estimativa também pode ser considerada adequada, visto que as curvas se mantem muito próximas. Apenas para os três primeiros anos ocorreu uma superestimativa de altura realizada pelo modelo matemático.

4. CONCLUSÕES

A partir do desenvolvimento desse estudo pode-se concluir que a análise dos anéis anuais de crescimento, realizada através da análise de tronco completa,

permite a determinação do incremento em diâmetro e altura em função da idade para a espécie *Pinus taeda* L.

Através dos parâmetros obtidos, foi possível definir que o modelo de equação de Hoerl: $lnd = 2{,}62624 - 1{,}54021.\frac{1}{t} + 0{,}29792.\ln t$, foi o mais preciso na estimativa do incremento em diâmetro em função da idade.

Para a variável altura em função da idade o modelo de Prodan modificado: $h = t^2/(0{,}47835.t + 0{,}01188.t^2)$ é o mais indicado, seguido dos modelos de Prodan e Backman que possuíram estatísticas semelhantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BINOTI, M. L. M. da S.; BINOTI, D. H. B.; LEITE, H. G.; GARCIAS, S. L. R.; FERREIRA, M. Z.; RODE, R.; SILVA, A. A. L. Redes neurais artificiais para estimação do volume de Árvores. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.2, p.283-288, 2014.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração Florestal: perguntas e respostas.** 3. ed. atual. ampl. Viçosa: Editora UFV, 2009, 548 p.

CONCEIÇÃO, M. B. **Comparação de métodos de estimativas de volume em diferentes idades em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill ex- Maiden.** 2004. 166 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR.

FINGER, C. A. G. **Fundamentos de biometria florestal.** Santa Maria: UFSM / CEPEF / FATEC, 1992. 269p.

HESS, A. F.; SCHNEIDER, P. R; FINGER, C. A. G. Crescimento em diâmetro de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em função da idade, em três regiões do Rio Grande Do Sul. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 19, n. 1, p. 7-22, jan.-mar., 2009.

PRATES, A. M. M.; MANZOLLI, J. I.; MIRA, M. A. F. B. **Geografia física de Santa Catarina.** Florianópolis: Editora Lunardelli, 1989. 112 p.

THIERSCH, A. **A eficiência das distribuições diamétricas para prognose da produção de *Eucalyptus camaldulensis*.** Lavras, 1997. 155f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

THOMAS, C.; ANDRADE, C. M.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Comparação de equações volumétricas ajustadas com dados de cubagem e análise de tronco. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 3, p. 319-327, 2006.

Padrões morfométricos da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuantze no Sul do Brasil

Morphometric patterns of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuantze in Southern Brazil

Roberta Abatti[1]
Diego Vinchiguerra dos Santos[1]
André Felipe Hess[1]
Gabriel Teixeira da Rosa[1]

[1]Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC; Lages - SC, Brasil
robertaabatti@gmail.com; diegovinchiguerra@gmail.com; hessandre@yahoo.com.br, florestal.gtr@gmail.com

Resumo: O estudo das relações morfométricas é uma ferramenta para propor intervenções silviculturais, planejamento e a conservação das espécies na floresta. Devido à redução no passado das florestas com araucária, a utilização desta espécie sofreu restrições legais que objetivam a proteção e preservação dos remanescentes. Estudos realizados, mostram que a ausência de manejo pode prejudicar características e até mesmo levar a extinção da espécie. Assim, o presente estudo pretende encontrar um intervalo que indique qual o valor padrão dos índices morfométricos grau de esbeltez, diâmetro de copa, formal de copa e proporção de copa indicados para a realização de intervenções silviculturais e elaboração de planos de manejo visando a conservação da floresta, utilizando funções de densidade de probabilidade. O estudo foi realizado em sítios com ocorrência de araucária. Foram amostradas 1.111 árvores, as quais tiveram medidas o diâmetro a altura do peito, altura total, altura de inserção de copa e quatro raios de copas. Com os dados foram calculados os índices mofométricos individualmente para cada árvore. Os resultados obtidos demostram que os efeitos da competição no passado alteraram a forma-dimensão das árvores, bem como demonstram o padrão morfométrico para florestas não manejadas e estes, podem ser usados para propor intervenções silviculturais.
Palavras-chave: Floresta Ombrófila Mista, inventário, morfometria, planalto catarinense.

Abstract: The study of morphometric relationships is a tool to propose silvicultural interventions, planning and conservation of the species in the forest. Due to the reduction in the past of the Araucaria forests, the use of this species has suffered legal restrictions that aim at the protection and preservation of the remnants. Some studies have shown that the absence of management can prejudice some characteristics and even lead to the extinction of the species. The present study intends to find an interval that indicates the standard value of the morphometric indexes for the degree of slenderness, crown diameter, crown cup and crown ratio indicated for the accomplishment of silvicultural interventions and elaboration of management plans aiming the conservation of the using probability density functions. The study was carried out in five sites with occurrence of brazilian pine trees. Were sampled 1.111 trees, which measured the diameter at breast height, total height, height of crown insertion and four rays of crowns. With the data, the mofometric indices were calculated individually for each tree. The results show that the effects of competition in the past have altered the shape and size of the trees, as well as demonstrate the morphometric pattern for unmanaged forests, and these can be used to propose silvicultural interventions.
Key words: Mexed Ombrophilous Forest, inventory, morphometry, Snata Catarine plateau.

1. INTRODUÇÃO

As atuais restrições vigentes a respeito da utilização e manejo da araucária tornam necessária a obtenção de conhecimento sobre a situação em que se encontram os remanescentes desta espécie. Estas restrições dificultam o processo

de valorização da floresta de araucária, pois os proprietários de terras que contém fragmentos de florestas enxergam a floresta como um empecilho em sua propriedade, pois se trata de um recurso natural o qual não podem usufruir, para uso pessoal ou como fonte de renda.

No passado, as matas com araucárias ocupavam grande parte da paisagem do Sul do Brasil, mas devido às vastas possibilidades da utilização de sua madeira e a retirada da floresta para obtenção de terras agricultáveis, houve intensa redução dessas matas. Por este motivo, a adoção do conceito de manejo sustentável e uso múltiplo são de extrema importância para a perpetuidade e valorização da espécie.

Com isso, o manejo e a utilização da madeira dessa espécie sofreram restrições legais, que objetivaram a proteção e preservação dos remanescentes da Floresta com araucária, sendo que a maioria está sem manejo há mais de quatro décadas (HESS et al. 2016). Porém, deve ser considerado que a ausência de manejo pode prejudicar algumas características como a regeneração natural, a variabilidade genética, a manutenção da estrutura diamétrica da floresta e até mesmo levar a extinção da espécie, uma vez que torna a floresta intocável.

Utilizando o conhecimento das relações morfométricas, da dinâmica das formas das árvores, mudanças da forma-dimensão das árvores com o tempo e o conhecimento sobre as características de desenvolvimento será possível aprimorar o período das intervenções silviculturais, realizando-se assim, ações sustentáveis de manejo florestal (DURLO, 1998; ORELLANA, 2009).

Os estudos relacionados à morfometria de espécies florestais, buscam reconstituir o espaço ocupado pela árvore individual, avaliar o grau de concorrência de um povoamento, identificando ainda, dados sobre a estabilidade, a vitalidade e a produtividade de cada indivíduo, desde que seja levado em consideração as diferenças existentes no comportamento destas variáveis através de uma ampla gama de dimensões das árvores presentes na floresta.

O objetivo deste trabalho foi encontrar um intervalo que indique qual o valor padrão para os índices morfométricos grau de esbeltez, proporção de copa, diâmetro de copa e formal de copa em árvores de *Araucaria angustifolia*, que permitam ter uma base de referência para propor intervenções silviculturais e elaboração de planos de manejo visando a conservação da floresta como aproveitamento dos recursos disponíveis em diferentes regiões de estudo no Planalto Serrano Catarinense.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Caracterização dos sítios amostrados**

Os sítios amostrados configuram-se como remanescentes de Floresta Ombrófila Mista, com ocorrência natural de *Araucaria angustifolia*, localizados no Planalto Serrano de Santa Catarina. As árvores amostradas em cada local foram agrupadas por sítio, onde cada sítio configura-se como o município em que a floresta está localizada, portanto tem-se cinco sítios: São Joaquim (SJQ), Painel (PNL), Urupema (URU), Lages (LAG) e São José do Cerrito (SJQ). Segundo a classificação de Koppen, a região do estudo apresenta clima cfb, temperado, constantemente úmido e sem estação seca definida.

2.2 **Levantamento dos dados**

Foram amostradas 1.111 árvores no total, onde optou-se por uma abordagem baseada em árvores individuais com o objetivo de cobrir as amplitudes de distribuição diamétrica, em floresta nativa irregular inequiânea cuja densidade varia de 250 a +150 indivíduos por hectare (HESS et al., 2010; HESS et al., 2014).

Os dados de cada local foram classificados por localização, configurando cinco sítios de estudo (Tabela 1).

Tabela 1 - Sítios amostrados, área amostrada de cada sítio de estudo, número de árvores amostradas.

Local	Sítio	N	Tipo de amostragem	Fonte
1	**São Joaquim (SJQ)**	63	Árvore individual	Loiola (2016)
2		53	Árvore individual	Loiola (2016)
3		70	Árvore individual	Minatti et al. (2016)
4	**Painel (PNL)**	62	Árvore individual	Loiola (2016)
5		127	ACA	--
6		70	Árvore individual	Minatti et al. (2016)
7	**Urupema (URU)**	61	Árvore individual	Loiola (2016)
8		70	Árvore individual	Minatti et al. (2016)
9	**Lages (LAG)**	332	Parcela fixa	Silveira (2017)
10	**São José do Cerrito (SJC)**	77	ACA	--
11		127	Árvore individual	Klein (2017)
Total		1.111		

Em que: n = número de árvores amostradas; ACA: área de contagem angular, método de Bitterlich banda=2; Parcela fixa: 25 UA's (400m²) instaladas sistematicamente. Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

De todas as árvores amostradas foram medidos o diâmetro à altura do peito (dap) quando superior a 10 cm utilizando-se fita métrica, altura toral (h) e altura de inserção de copa (hic) foram medidos com auxílio do hipsômetro Trupulse 200, e os quatro raios de copa medidos nas direções cardeais, norte, sul, leste e oeste com o auxílio de bússola e Trupulse 200, sendo possível calcular as seguintes variáveis morfométricas: grau de esbeltez, diâmetro de copa, proporção de copa e formal de copa.

2.2.1 **Grau de Esbeltez (GE)**

$$GE = {}^{h}/_{dap} \quad \text{(Eq. 01)}$$

Em que: h = altura total, em metros; DAP = diâmetro à altura do peito, em metros.

2.2.2 **Diâmetro de copa (dc)**

$$dc = 2 * \overline{rcm} \quad \text{(Eq. 02)}$$

Em que: $\overline{rcm}$ = raio da copa médio, em metros.

2.2.3 **Proporção de copa (PC%)**

$$PC\% = \frac{cc}{h} * 100 \text{ (Eq. 03)}$$

Em que: cc = comprimento da copa, em metros; h = altura total, em metros.

2.2.4 **Formal de copa (FC)**

$$FC = {dc}/{cc} \quad \text{(Eq. 04)}$$

Em que: dc = diâmetro da copa, em metros; cc = comprimento da copa, em metros.

2.3 **Análise dos dados**

Em cada sítio foi calculado a estatística descritiva de média, desvio padrão, coeficiente de variação, limite superior e inferior de cada variável através do pacote estatístico SAS Academic Edition com o auxílio do procedimento PROC MEANS. Para cada sítio foi avaliado através do histograma de frequência a distribuição diamétrica para os índices morfométricos grau de esbeltez, proporção de copa, diâmetro de copa e formal de copa. Os dados observados foram ajustados com o uso de funções densidade de probabilidade, onde foram testadas as funções Normal, Log-normal, de Weibull e Gama.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 **Características dendrométricas e morfométricas**

As características dendrométricas e morfométricas das árvores amostradas nos sítios de estudo são apresentados na Tabela 2, onde é possível observar, que a variável altura total (HT) apresentou médias semelhantes entre os sítios e também obteve pouca variação dentro do sítio. O contrário foi observado em relação ao diâmetro à altura do peito (DAP), que apresentou maior variação entre as médias, significando que a amostra abrangeu a variação dendrométrica da estrutura da floresta. O sítio que apresentou a maior média foi São Joaquim (SJQ), onde também foi encontrada a árvore com maior dimensão (DAP=127,6 cm). Em contrapartida, os sítios de Lages (LAG) e São José do Cerrito (SJC), apresentaram as menores médias com 29,0 e 33,8cm de diâmetro.

O diâmetro de copa (DC) apresentou valores baixos em todos os sítios, em que o maior valor médio foi observado em SJQ, e o menor em LAG (Tabela 2). Menores valores de DC indicam menos espaço para desenvolvimento lateral da copa, representando o nível de competição por espaço e recursos que as árvores individuais estão submetidas, provavelmente em decorrência da ausência de manejo. Ao passo que, também pode estar relacionada com a idade desses indivíduos, pois segundo Hess et al. (2016) árvores mais jovens tendem a ter menor diâmetro de copa.

Os sítios que apresentaram menor proporção de copa (PC) foram SJQ e Painel (PNL), onde também ocorreram as maiores variações. Menores valores de PC mostram que as árvores têm maior DAP, o que indica redução de crescimento em altura pos já atingiram o dossel superior, assim apresentam maior quantidade de fuste livre e maior idade (HESS et al., 2016).

O grau de esbeltez (GE) médio nos sítios de São Joaquim, Painel e Urupema variou em torno de 36, indicando que nestes sítios as árvores estão crescendo mais em altura do que em diâmetro. Adeyemi e Adesoye (2016) assinalaram que florestas com grau de esbeltez menor que 80 possuem excelente estabilidade. Durlo e Denardi (1998) sugerem que quanto mais alto este índice em florestas puras e equiâneas pode indicar a necessidade de desbaste.

Tabela 2 - Resumo estatísticos das variáveis dendrométrica e morfométricas para *Araucaria angustifolia* em quatro sítios no Planalto Catarinense.

Variável	Local	Média	CV (%)	Valor mínimo	Valor máximo
DAP	SJQ	55,94	39,66	20,05	127,64
	PNL	51,25	29,00	17,83	94,22
	URU	46,31	30,98	18,78	89,45
	LAG	29,04	51,49	10,15	88,49
	SJC	37,31	38,60	11,55	97,09
HT	SJQ	18,39	20,17	7,90	32,60
	PNL	17,70	19,79	9,20	27,70
	URU	15,67	18,66	8,80	23,00
	LAG	16,24	26,52	6,40	26,50
	SJC	16,43	16,62	7,20	23,70
DC	SJQ	10,39	26,31	4,20	18,35
	PNL	8,57	40,17	1,15	22,95
	URU	8,82	24,65	4,10	15,90
	LAG	5,52	53,35	0,00	14,35
	SJC	7,74	41,38	2,75	20,50
PC	SJQ	20,80	50,96	1,32	63,37
	PNL	27,51	52,44	2,67	72,66
	URU	37,27	33,52	2,26	66,89
	LAG	32,41	43,24	3,33	70,81
	SJC	46,11	32,03	5,08	84,83
GE	SJQ	37,02	35,15	14,26	77,07
	PNL	36,75	29,33	19,35	99,96
	URU	36,28	29,58	19,99	82,70
	LAG	65,76	35,97	20,79	134,71
	SJC	48,84	31,12	13,55	93,68
FC	SJQ	3,72	91,16	0,76	39,75
	PNL	2,56	86,26	0,18	22,10
	URU	2,03	166,08	0,78	38,67
	LAG	1,26	76,11	0,00	8,44
	SJC	1,21	76,43	0,27	7,67

Onde: CV%: coeficiente de variação (%); SJQ: São Joaquim; PNL: Painel; URU: Urupema; LAG: Lages; SJC: São José do Cerrito; DAP: diâmetro à altura do peito (cm); HT: altura total (m); DC: diâmetro de copa (m); PC: proporção de copa (%); GE: grau de esbeltez; FC: formal de copa. Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

3.2 **Ajuste das funções densidade de probabilidade**

Podem ser visualizados na Tabela 3, os valores calculados da estatística de Anderson- Darling bem como a probabilidade associada, valores não significativos indicam que as frequências esperadas e observadas são similares sob o ponto de vista estatístico.

Tabela 3 – Qualidade do ajustamento dos modelos de distribuição Normal, Log-normal, Weibull, Gama e Exponencial à distribuição diamétrica da *Araucaria angustifolia*.

Sítio	Normal		Lognormal		Weibull		Gama		Exponencial	
	A^2	p	A^2	P	A^2	p	A^2	P	A^2	p
SJQ	3,7114	0,005**	6,8344	0,005**	0,8106	0,036*	1,2025	0,005**	12,2665	0,001**
PNL	0,6685	0,084	13,1596	0,005**	0,9589	0,016*	3,8747	0,001**	34,2267	0,001**
URU	0,4125	0,250	7,7785	0,005**	1,2409	0,010**	3,0213	0,001**	12,4545	0,001**
LAG	6,8141	0,005**	8,1044	0,005**	2,9823	0,011*	3,0676	0,001**	3,6007	0,001**
SJC	3,7882	0,005**	3,4992	0,005**	1,3893	0,010**	0,7328	0,061	21,3068	0,001**

Onde: SJQ: São Joaquim; PNL: Painel; URU: Urupema; LAG: Lages; SJC: São José do Cerrito; A^2: estatística de Anderson-Darling para qualidade do ajustamento de modelo de distribuição; p: probabilidade associada ao modelo; (*): significativo (5% de probabilidade); (**): altamente significativo (1% de probabilidade). Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Entretanto, valores significativos indicam que o modelo é inadequado para descrever a distribuição diamétrica em questão. Também se verifica que para os sítios de Urupema e Painel a distribuição normal se ajustou, enquanto que o modelo de Weibull se ajustou aos dados de São Joaquim (p>0,05) e Lages (p>0,01). Já o modelo Gama se ajustou apenas em São José do Cerrito.

3.3 **Padrão morfométrico**

Os resultados da análise do padrão morfométrico das variáveis por sítio são apresentados na Tabela 4, onde é possível observar os limites superior e inferior do padrão morfométrico para cada variável, bem como a proporção de árvores que o padrão representa no sítio.

3.3.1 ***Grau de esbeltez***

O Grau de esbeltez demonstra a relação do crescimento em altura com o diâmetro, maiores valores indicam árvores altas e estreitas, ou seja, onde a altura teve crescimento desproporcional ao diâmetro, quanto maior o valor do grau de esbeltez mais instável é a relação (ADEYEMI e ADESOYE, 2016). Nos sítios de São Joaquim, Painel e Urupema os limites do padrão morfométrico são semelhantes (Tabela 3), onde a maior parte da amostra apresentou grau de esbeltez inferior a 43 (Figura 1), denotando que existe estabilidade no formato das árvores (DURLO e DENARDI, 1998). Isto caracteriza árvores adultas que já estabilizaram seu crescimento, e sitio com menor número de árvores por hectare (ADEYEMI e ADESOYE, 2016; COSTA, 2015). O baixo valor do grau de esbeltez nestes sítios pode indicar menor densidade de árvores por hectare, ou seja, as árvores crescem mais livres.

Tabela 4 - Resultado da análise do padrão morfométrico, limite inferior e superior e modelo escolhido para a distribuição das variáveis dendro-morfométricas de *Araucaria angustifolia* no Planato Sul de Santa Catarina, por sítio.

Sítio	Variável	Padrão morfométrico			Modelo (FDP)	Parâmetros			Prob. > A²
		Lim. Inferior	Lim. Superior	Freq. (%)		Locação	Escala	Forma	
SJQ	DAP	32	68	65	Weibull	20,1	39,5	1,62	0,036
	GE	21	42	62	Weibull	14,26	25,44	1,77	0,250
	PC	8	29	74	Weibull	1,31	21,88	1,89	0,078
	DC	6	14	87	Normal	10,39	2,73	-	0,250
	FC	0,7	4,7	76	Gama	0,76	1,68	1,64	0,031
PNL	DAP	33	65	72	Normal	51,254	14,862	-	0,084
	GE	28	46	71	Weibull	19,35	19,40	1,66	0,010
	PC	10	34	63	Weibull	2,66	27,79	1,75	0,250
	DC	7	11	50	Normal	8,57	3,44	-	0,029
	FC	0	2	54	Gama	0,17	1,48	1,56	0,500
URU	DAP	26	58	74	Normal	46,308	14,344	-	0,250
	GE	27	43	70	Gama	19,90	6,88	2,38	0,021
	PC	18	58	92	Normal	37,28	12,50	-	0,250
	DC	7	10	57	Weibull	4,00	5,41	2,30	0,073
	FC	0,7	1,7	62	Gama	0,70	0,65	1,62	0,090
LAG	DAP	10	19	31	Weibull	10,1	19,8	1,15	0,011
	GE	32	68	58	Gama	20,70	14,16	3,18	0,025
	PC	10	52	87	Weibull	3,30	32,66	2,13	0,010
	DC	3	6	46	Weibull	0,40	5,85	1,87	0,189
	FC	0	2	93	Weibull	0,11	1,12	1,50	0,010
SJC	DAP	20	50	80	Gama	11,5	8,42	3,07	0,061
	GE	31	67	75	Weibull	13,60	10,00	3,51	0,051
	PC	32	68	87	Weibull	5,08	45,60	2,77	0,011
	DC	4	10	75	Gama	2,70	2,02	2,49	0,027
	FC	0	2	90	Weibull	0,26	1,03	1,27	0,015

Onde: SJQ: São Joaquim; PNL: Painel; URU: Urupema; LAG: Lages; SJC: São José do Cerrito; DAP: diâmetro à altura do peito (cm); HT: altura total (m); DC: diâmetro de copa (m); PC: proporção de copa (%); GE: grau de esbeltez; FC: formal de copa;Freq. (%): frequência relativa do intervalo; Prob. > A²: Probabilidade da estatística de Anderson-Darling associada ao modelo. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2018).

Portanto, considerando os fatores locais dos sítios estudados para as florestas de araucária, o grau de esbeltez padrão encontrado é em torno de 55, acima deste ponto as árvores desta espécie são consideradas instáveis e provavelmente são resultados de fatores como densidade, competição passada e baixa regeneração.

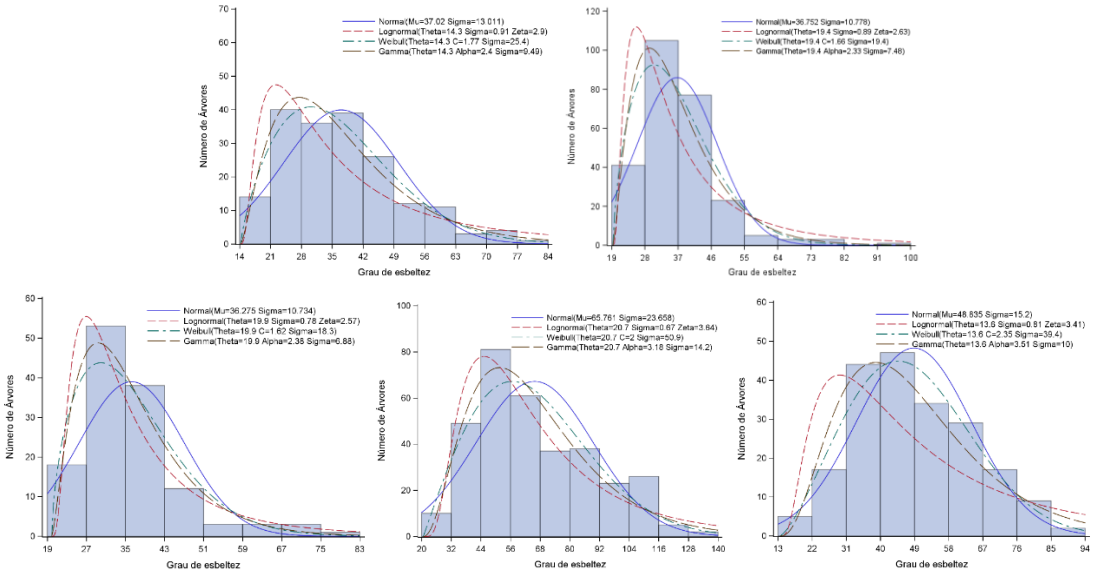


Figura 1 - Distribuição observada, curvas estimadas e parâmetros das funções para o grau de esbeltez (GE) de *Araucaria angustifolia* no Planalto Sul de Santa Catarina, a) São Joaquim, b) Painel, c) Urupema, d) Lages, e) São José do Cerrito. Fonte: elaborado pelo autor (2018).

3.3.2 ***Proporção de copa***

Nos sítios de São Joaquim e Painel, verifica-se que o padrão de distribuição (Figura 2) bem como o padrão morfométrico (Tabela 3) são semelhantes, sendo possível observar que grande parte das araucárias apresentam proporção de copa menor que 35%, podendo isto ser devido ao formato característico que as copas das araucárias apresentam em sua fase adulta. Loiola (2016), ressaltou que quanto maior o percentual de copa, maior o manto de copa e consequentemente maior a capacidade fotossintética, no entanto árvores com maior proporção de copa possuem menos fuste livre.

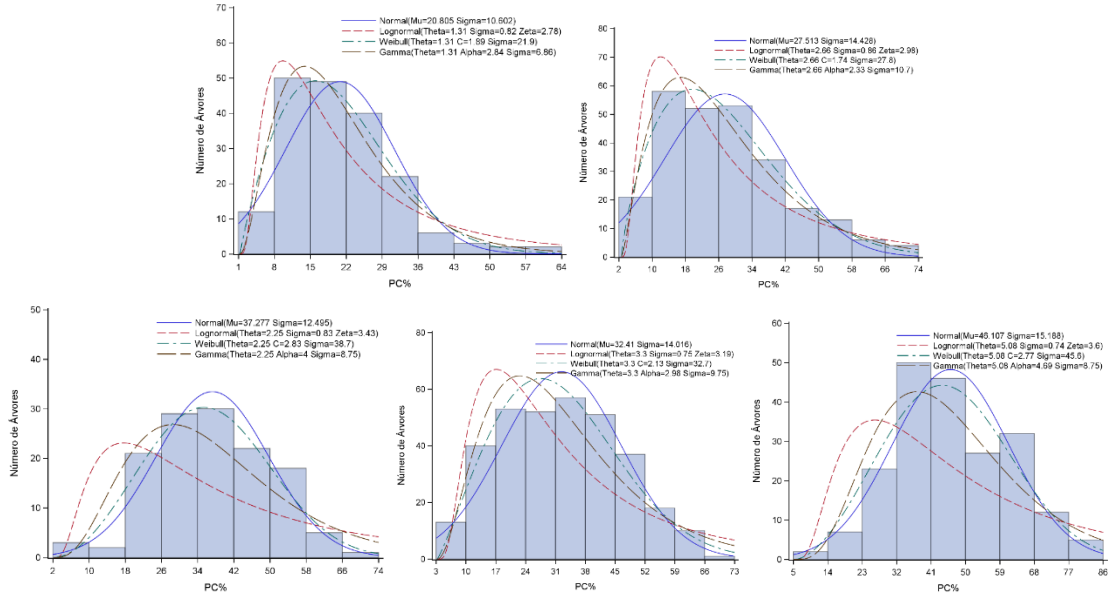


Figura 2 - Distribuição observada, curvas estimadas e parâmetros das funções para a proporção de copa (PC%) de *Araucaria angustifolia* no Planalto Sul de Santa Catarina, a)

São Joaquim, b) Painel, c) Urupema, d) Lages, e) São José do Cerrito. Fonte: elaborado pelo autor (2018).

O padrão morfométrico de proporção de copa nas florestas de araucária estudadas é 30% de copa viva no fuste, na medida que os valores se distanciam deste valor constatam-se mudanças na forma-dimensão das árvores. Essas mudanças podem estar relacionadas aos efeitos da competição passada ocasionada pelo não manejo da estrutura das florestas, bem como a localização da árvore na floresta e a fatores ontogenéticos.

3.3.3 ***Diâmetro de copa***

Verifica-se que o comportamento da distribuição do diâmetro de copa para os sítios SJQ, PNL e URU são semelhantes, tendo maior porção de indivíduos com DC>7m (Figura 3). Em SJQ nota-se que algumas árvores têm grandes diâmetros de copa, enquanto que em PNL e URU, a frequência de árvores com DC>11m é menor. Observa-se que o padrão morfométrico para o sítio de Lages está entre os limites do intervalo 3-6cm com 151 indivíduos, cerca de 46% da densidade total (Tabela 3). Nota-se a grande quantidade de árvores fora dos limites do padrão mofométrico, indicando que a forma-dimensão sofreu alterações devido à concorrência, por isso a distribuição deste sítio difere dos sítios de SJQ, PNL e URU.

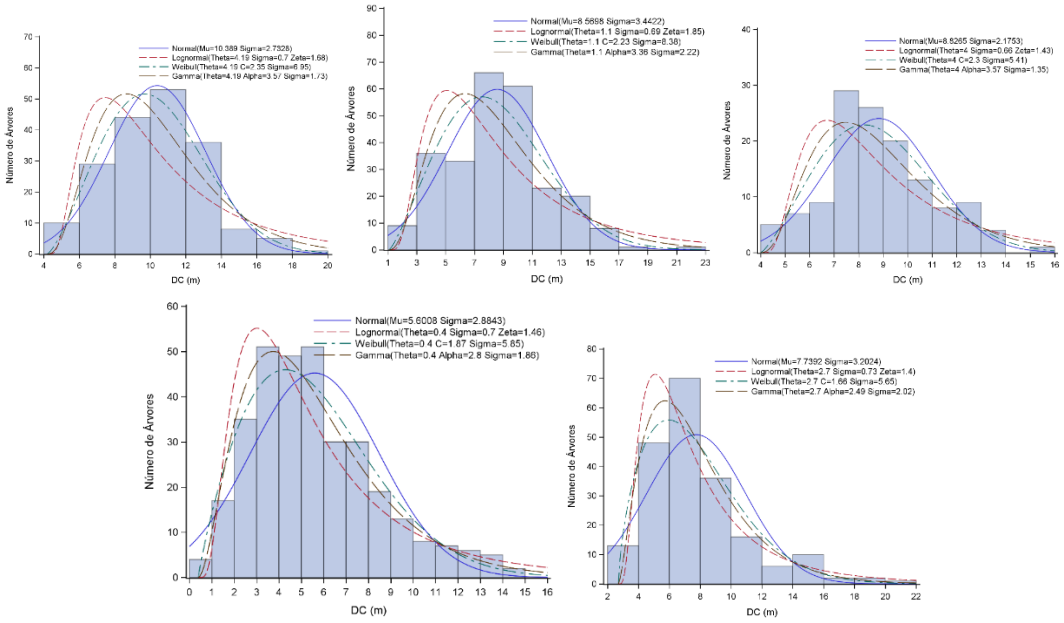


Figura 3 – Distribuição observada, curvas estimadas e parâmetros das funções para o diâmetro de copa (DC) de *Araucaria angustifolia* no Planalto Sul de Santa Catarina, a) São Joaquim, b) Painel, c) Urupema, d) Lages, e) São José do Cerrito. Fonte: elaborado pelo autor (2018).

De maneira geral, o padrão morfométrico para o diâmetro de copa está localizado entre os intervalos 6-10m, portanto, árvores com DC<6m podem ser árvores de menor dimensão em diâmetro a altura do peito ou pode se tratar de árvores que tiveram restrição do crescimento lateral devido a competição, menor quantidade de luminosidade o que impediu o desenvolvimento em extensão de copa.

Por outro lado, árvores com DC>10m provavelmente são árvores que tiveram maior espaço disponível para crescimento ou venceram a competição no passado e ocupam o dossel superior atualmente.

3.3.4 ***Formal de copa***

Em araucária, o formal de copa é fortemente alterado com o decorrer do crescimento, onde o aumento da idade e do grau de concorrência modifica a forma da copa das araucárias (COSTA et al., 2016). Os sítios de SJQ e PNL apresentaram distribuição com mesmo formato e simetria para o formal de copa (Figura 4), com maiores valores de formal de copa, isso significa que as arvores possuem diâmetro de copa maior que o comprimento de copa, o que é característica de árvores adultas que já se estabilizaram em seu crescimento.

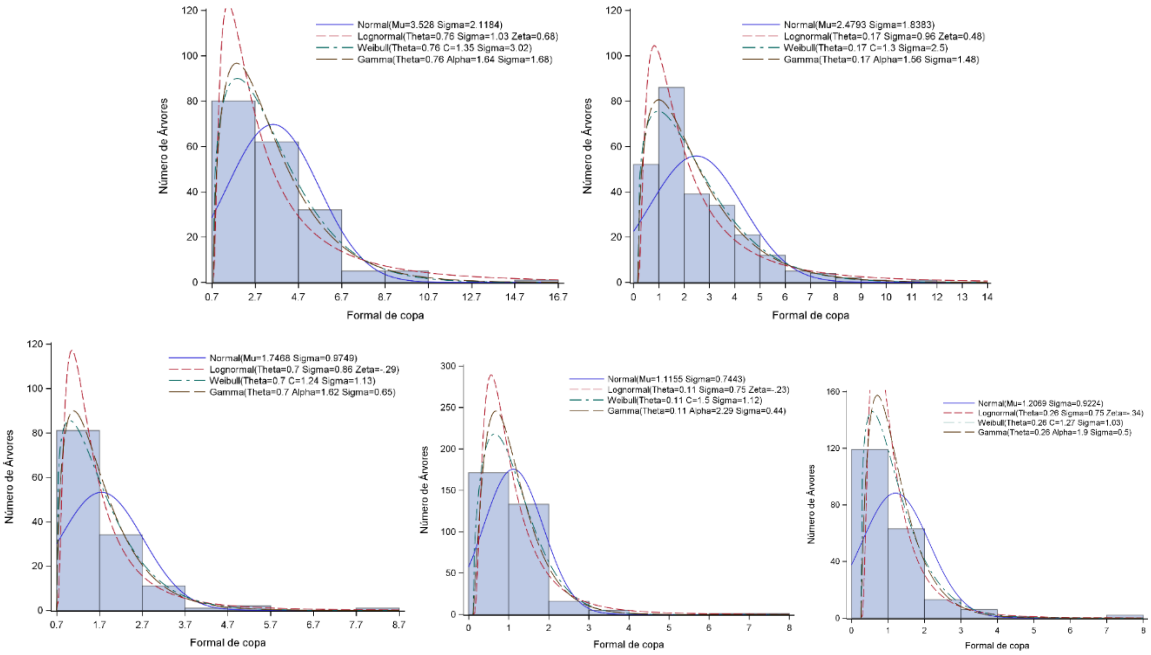


Figura 4 – Distribuição observada, curvas estimadas e parâmetros das funções para o formal de copa (FC) de *Araucaria angustifolia* no Planalto Sul de Santa Catarina, a) São Joaquim, b) Painel, c) Urupema, d) Lages, e) São José do Cerrito. Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Portanto, o padrão morfométrico do formal de copa das florestas de araucária estudadas está caracterizada entre os valores de referência 1-3, onde espera-se que árvores mais juvenis tenham menor formal de copa, e a medida que o desenvolvimento das árvores acontece, o formal de copa tende a aumentar.

No entanto, tem-se uma grande porção de árvores com FC<1, que pode se tratar de árvores mais jovens ou também de árvores velhas que não conseguiram desenvolver lateralmente os galhos. Portanto, a densidade de árvores provavelmente é um fator limitante no comportamento desta variável em árvores de araucária.

4. CONCLUSÕES

Os padrões morfométricos das árvores de araucária apresentaram diferenças em função de fatores relacionados ao sítio, onde os efeitos da competição passada alteraram a forma-dimensão das árvores.

Foi possível determinar um intervalo de referência para as variáveis morfométricas analisadas neste trabalho, portanto esses valores podem ser utilizados para balizar intervenções futuras na estrutura da floresta estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEYEMI, A. A.; ADESOYE, P. O. Tree slenderness coefficient and percent canopy cover in Oban Group Forest, Nigeria. **Journal of Natural Sciences Research**, v. 6, n. 4, p. 9-16, 2016.

COSTA, E. A. **Modelagem biométrica de árvores de crescimento livre e sob competição em floresta de araucária no Sul do Brasil.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS, 2015. 226 p.

DURLO, M. A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 55-66, 1998.

COSTA, E. A. **Modelagem biométrica de árvores de crescimento livre e sob competição em floresta de araucária no Sul do Brasil.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS, 2015. 226 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira.** 2. ed. Manuais Técnicos em Geociências, 1. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2012.

HESS, A. F. et al. Manejo de Floresta Ombrófila Mista pelo método de Liocourt, Município de Painel, SC. **Cerne**, v. 20, n. 4, p. 575-580, 2014.

HESS, A. F. et al. Morfometría de la copa de *Araucaria angustifolia* em sítios naturales em el sur de Brasil. **Bosque**, v. 37, n. 3, p. 603-611, 2016.

HESS, A. F. et al. Proposta de manejo de *Araucaria angustifolia* utilizando o quociente de Liocourt e análise de incremento, em propriedade rural no município de Lages, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 64, p. 337-345, 2010.

LOIOLA, T. M. **Manejo da paisagem em fragmentos de floresta de araucária no sul do Brasil com base no incremento diamétrico.** 136 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages – SC. 2016.

ORELLANA, E. **Funções densidade de probabilidade no ajuste da distribuição diamétrica de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista.** 122 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati-PR. 2009.

DURLO, M. A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 55-66, 1998.

9.6 TRABALHOS DE MAPEAMENTO E GEOPROCESSAMENTO

TRABALHO CIENTÍFICO MENÇÃO HONROSA

Análise do fenômeno de ilhas de calor em um município da Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Analysis of the phenomenon of heat islands in a municipality of the Northwest Region of the State of Rio Grande do Sul.

Leonardo Teixeira Fagundes [1]
Sandro Luciano Barreto Fensterseifer [2]
Vanusa Maria Gatteli [3]

[1] Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Campus Frederico Westphalen; Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386 Km 40, Frederico Westphalen – RS; leonardotfagundes@gmail.com

[2] Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Campus Frederico Westphalen; Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386 Km 40, Frederico Westphalen – RS; sandrolbf@gmail.com

[3] Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Campus Frederico Westphalen; Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386 Km 40, Frederico Westphalen – RS; vanusagattel@gmail.com

Resumo: O aumento da população e o consequente crescimento da área urbanizada dos municípios resultam em alterações na temperatura da superfície destes locais, fenômeno conhecido como ilhas de calor. A arborização urbana e criação de áreas verdes nas cidades podem diminuir este efeito indesejável, levando a uma melhor qualidade de vida aos moradores. O presente estudo tem por objetivo analisar a variação da temperatura da superfície do município de Bozano, localizado na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. A análise foi realizada a partir de uma imagem do satélite Landsat 8 – TIRS obtida na base do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) datada de 07 de junho de 2018. O processamento foi realizado no software *ArcGis 10.3* utilizando fórmulas para conversão de *Digital Number* para valores de radiância. Os dados obtidos foram convertidos para estimativas de temperatura da superfície, devido à não correção da irradiação. A partir das informações podemos concluir que a área urbana do município apresenta temperatura amena devido à presença de vegetação arbórea nas redondezas. As temperaturas mais altas foram encontradas nas áreas destinadas à plantios agrícolas; e as temperaturas mais baixas identificadas nas áreas de floresta.
Palavras-chave: Temperatura, estimativa, área urbana, vegetação arbórea.

Abstract. The increase in population and the consequent growth of the urbanized area of the municipalities result in changes in the surface temperature of these places, a phenomenon known as heat islands. The urban afforestation and the creation of green areas in the cities can reduce this undesirable effect, leading to a better quality of life for the residents. The present study has the objective of analyzing the surface temperature variation of the municipality of Bozano, located in the northwest region of the state of Rio Grande do Sul. The analysis was carried out from an image of the satellite Landsat 8 - TIRS obtained in the base of the United States Geological Survey (USGS) dated June 7, 2018. Processing was performed in *ArcGis 10.3* software using formulas for conversion from Digital Number to radiance values. The obtained data were converted to estimates of surface temperature, due to the non-correction of the irradiation. From the information we can conclude that the urban area of the municipality presents a mild temperature due to the presence of arboreal vegetation in the surroundings. The highest temperatures were found in areas intended for agricultural crops; and the lowest temperatures identified in the forest areas.
Key words: Temperature, estimation, urban area, arboreal vegetation.

1. Introdução

As alterações da temperatura da superfície terrestre causadas por modificações antrópicas, como por exemplo, o aquecimento urbano, nos levam a utilizar ferramentas para mapeamento e detecção de possíveis desconfortos térmicos à população.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), surgem como recursos que integram operações convencionais de bases de dados, como captura, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados, com possibilidades de seleção e busca de informações e análise estatística, juntamente com a possibilidade de visualização e análise geográfica oferecida pelos mapas (PINA; SANTOS, 2000).

Atualmente, aproximadamente 50% da população mundial vive em centros urbanos e estimasse que esta porcentagem chegue a 81% no ano de 2030. O processo de urbanização global acelerou em intensidade como em área física, o que desperta interesse no entendimento das suas consequências na saúde humana, no funcionamento de ecossistemas, no tempo e, possivelmente, no clima como vetor do aquecimento global (IMHOFF et al., 2010).

As cidades com excessiva quantidade de construções e baixa concentração de áreas verdes sofrem problemas com o fenômeno de ilhas de calor, e em alguns casos, pode comprometer a saúde dos seus habitantes. As áreas urbanizadas possuem características que dificultam a identificação do problema devido aos materiais diversos que resultam em uma grande amplitude espectral e altas frequências espaciais dificilmente separáveis (SOUZA, 2004).

O estudo tem por finalidade a análise da variação de temperatura no município de Bozano – RS, utilizando uma imagem do satélite LANDSAT 8 - TIRS, banda 10, datada de 07 de junho de 2018. As temperaturas da superfície encontradas neste estudo são estimativas das temperaturas reais, pois neste caso, não foi utilizada a correção da irradiação.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de estudo

O Município de Bozano localiza-se na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1) e ocupa uma área de 201,04 km² (IBGE, 2017).

Limita-se a oeste com o município de Ijuí; ao norte com o município de Ajuricaba; ao sul com o município de Boa Vista do Cadeado e ao leste com os municípios de Panambi e Pejuçara.

A BR 285 é o principal acesso ao município que está situado a 380 km da capital Porto Alegre.

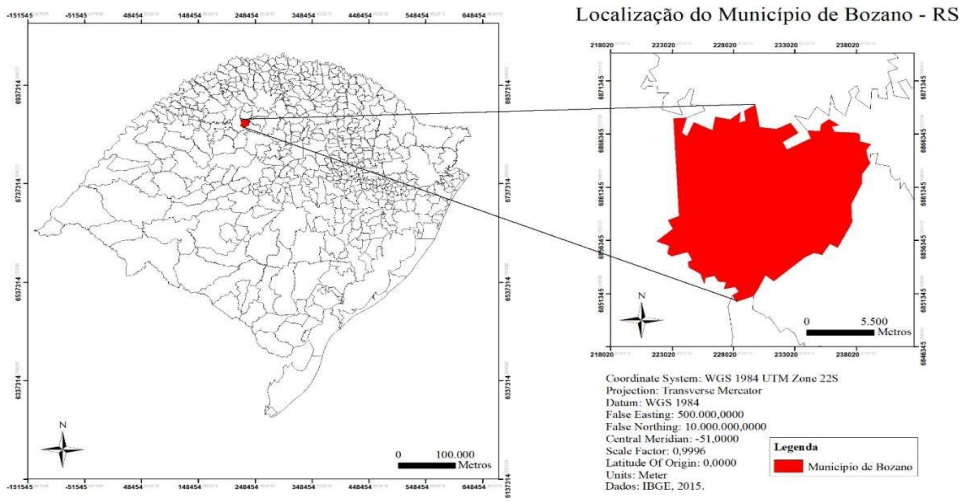


Figura 1. Mapa de localização do Município de Bozano – RS. **Fonte:** Autor.

2.2 Base de dados

A imagem utilizada do satélite LANDSAT 8 OLI-TIRS foi coletada na base do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), datada de 07 de junho de 2018. A imagem possuía 11 bandas no total, conforme a Tabela 1. Para o estudo foi utilizado a banda 10, em destaque, utilizada para se obter dados de temperatura da superfície, com resolução espacial de 100 metros.

Tabela 1. Bandas do satélite LANDSAT 8 OLI-TIRS.

Bandas	Comprimento de onda (micrometros)	Resolução (metros)
Band 1 - Ultra Blue (coastal/aerosol)	0.435 - 0.451	30
Band 2 – Blue	0.452 - 0.512	30
Band 3 – Green	0.533 - 0.590	30
Band 4 – Red	0.636 - 0.673	30
Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.851 - 0.879	30
Band 6 - Shortwave Infrared (SWIR) 1	1.566 - 1.651	30
Band 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2	2.107 - 2.294	30
Band 8 – Panchromatic	0.503 - 0.676	15
Band 9 – Cirrus	1.363 - 1.384	30
Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100
Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100

Fonte: USGS.

2.3 Processamento de dados

O processamento dos dados foi realizado utilizando o software *ArcGis 10.3*, onde primeiramente foi realizado o corte da área estudada usando o arquivo *.shp* de delimitação dos municípios do Rio Grande do Sul, adquirido no site do IBGE.

Após gerada a nova imagem, foi utilizada a ferramenta *Raster Calculator* para conversão de DN (digital number) para valores de radiância (Equação 1).

$$L\lambda = ((Lmáx - Lmín) / (NCmáx - NCmín)) * (arquivo\ Raster) + Lmín \quad \text{(Eq.01)}$$

Onde:
Lmáx: (Parâmetro de radiância espectral para cada banda): 15.303;
Lmín: (Parâmetro de radiância espectral para cada banda): 1.238;
NCmáx: (níveis de cinza): 255
NCmín: 1

Os valores obtidos foram convertidos em estimativa de temperatura da superfície terrestre, apresentado em Kelvin, conforme a Equação 2:

$$T = K2 / ln\ (K1/ L\lambda + 1) \quad \text{(Eq.02)}$$

Onde:
K2: Constante de Calibração para a banda termal 2: 1201,14;
K1: Constante de Calibração para a banda termal 1: 480,89;
Lλ: Radiância Espectral
T: Temperatura de Brilho em Kelvin

Ao fim, converteu-se os dados de Kelvin para graus Celsius, subtraindo os valores encontrados por seu valor absoluto (273,15). Os valores gerados são apenas estimativas da temperatura da superfície devido à não utilização de correção da irradiação. As temperaturas da superfície foram divididas em classes, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Classes de temperaturas estimadas da superfície utilizadas.

CLASSES	TEMPERATURAS
I	32,98 ºC – 34,26 ºC
II	34,27 ºC – 34,85 ºC
III	34,86 ºC – 35,38 ºC
IV	35,39 ºC – 35,95 ºC
V	35,96 ºC – 37,83 ºC

Fonte: Autor.

Para realizar a análise mais detalhada da área urbana, o mapeamento final foi exportado em formato *.tiff* e importado no software *Google Earth Pro* para sobreposição da classificação de ilhas de calor na área urbanizada do município.

3. Resultados e Discussão

A Figura 2 representa o mapeamento de ilhas de calor no município de Bozano – RS, demonstrando a temperatura estimada da superfície da área de estudo.

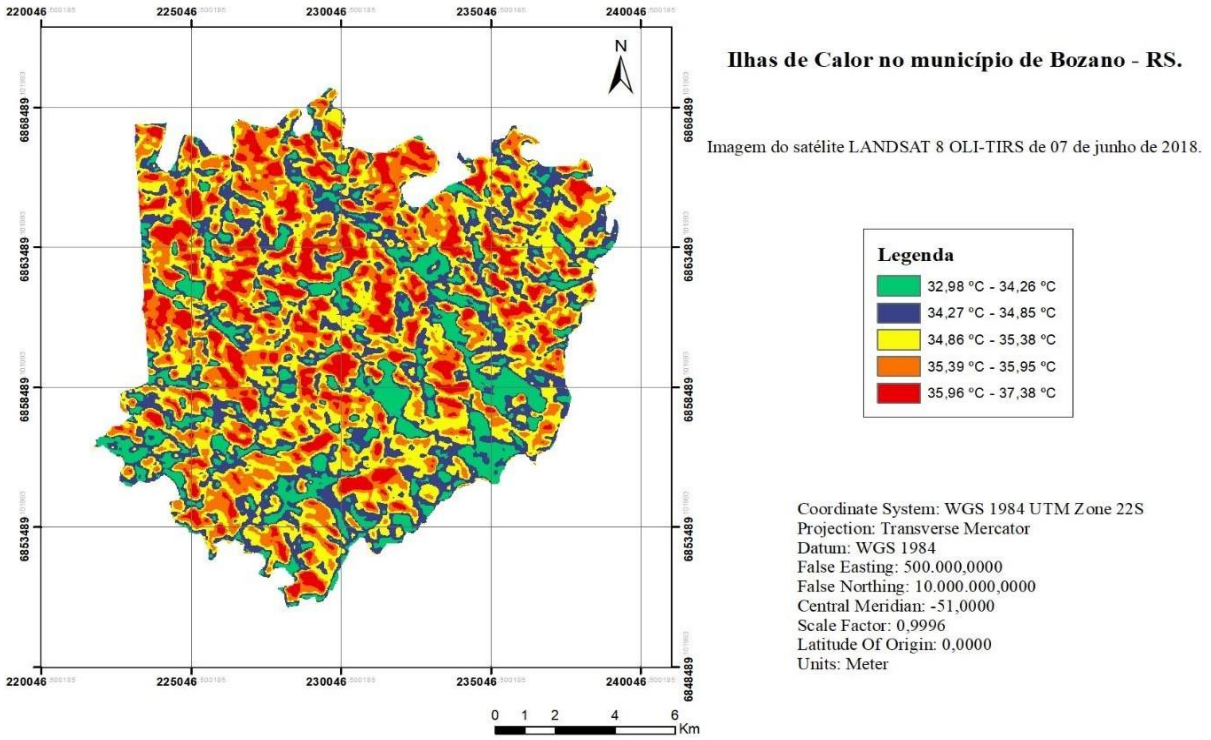


Figura 2. Ilhas de Calor no município de Bozano – RS em Junho de 2018

A partir da Figura 3, podemos analisar a variação de temperatura das ilhas de calor na área urbana do município.

Podemos observar que a temperatura na área urbana da cidade varia consideravelmente devido a presença de fragmentos florestais juntos à cidade. As áreas com floresta apresentam temperatura variando entre 32,98 ºC e 34,26 ºC (Classe I) e devido à sua proximidade com a urbanização, a cidade apresentou temperaturas relativamente baixas, variando entre as classes II e III (34,27 ºC até 35,38 ºC).

De acordo com DACANAL et al. (2008), os fundos de vale em área urbana interferem no clima, e, quando coberto com vegetação arbórea, proporciona a formação de microclima mais úmido e com menor temperatura.

As áreas utilizadas para plantio apresentaram temperatura elevada em relação à urbanização, com valores entre 35.39 ºC e 37,83 ºC, identificadas como classes mais quentes (Classes IV e V).

Os valores de temperatura utilizados para divisão das classes variaram em 4,4ºC, e são indicativos de valores de temperatura, não condizendo com a temperatura real do local.

As regiões em desenvolvimento situadas em regiões tropicais necessitam que se tenha definido políticas de planejamento urbano que orientem o crescimento ordenado da cidade do ponto de vista microclimático (KRÜGER, 2015).

Ilhas de Calor na área urbana do município de Bozano - RS em 06/18.

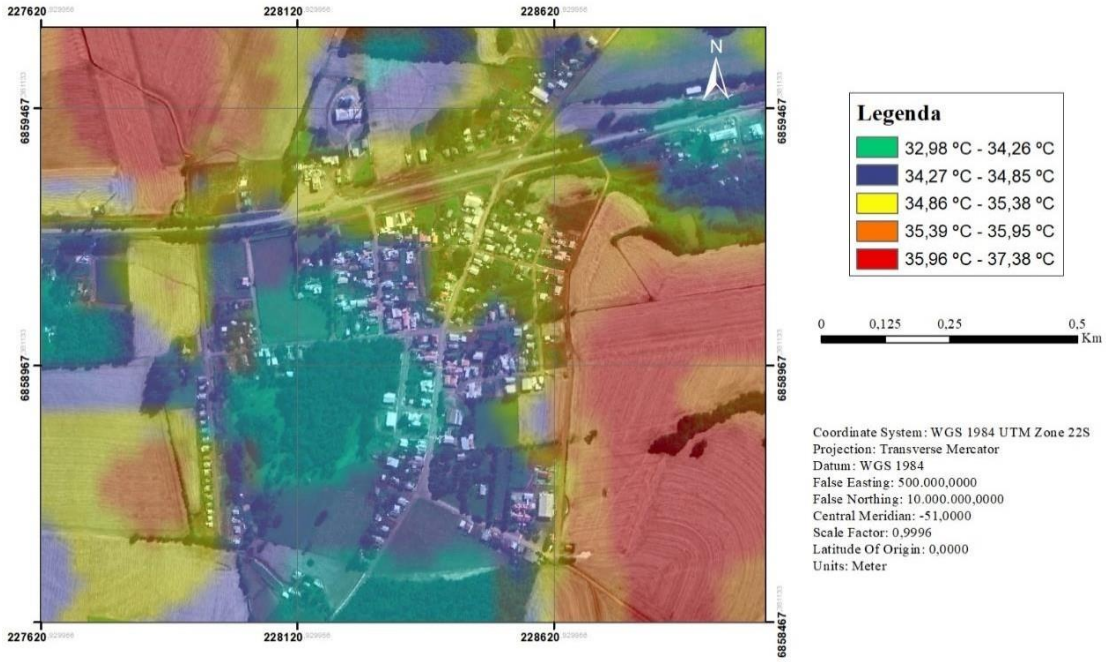


Figura 3. Ilhas de calor na área urbana do município de Bozano – RS em 06/18.

Entre os fatores que influenciam o desenvolvimento das ilhas de calor, a geometria urbana é um fator importante a ser levado em consideração, pois se refere às dimensões e ao espaçamento das edificações dentro da cidade. A geometria urbana afeta o escoamento do vento, a absorção de energia e a habilidade da superfície em emitir radiação de onda longa para o espaço (COSTA, 2010).

4. Conclusões

Com base no estudo realizado, podemos concluir que a área urbanizada do município possuí temperatura amena devido à presença de povoamentos florestais próximos a cidade, o que propicia aos moradores da cidade uma temperatura mais agradável em relação aos grandes centros urbanos.

A temperatura estimada do município variou em 4,4ºC, de 32,98 ºC a 37,38 ºC, onde os valores mais baixos foram encontrados em áreas cobertas com vegetação arbórea; e as temperaturas mais altas observadas nas áreas utilizadas para plantios agrícolas. Os valores encontrados são estimativas de temperatura da superfície terrestre, podendo variar quando comparada à temperatura real do local.

O trabalho teve por finalidade indicar onde estão localizadas as áreas de maiores e menores temperaturas, relacionadas com os diferentes usos, independentemente dos valores encontrados. Para que se obtenha dados de temperatura precisos, devem ser realizadas medições a campo.

Referências Bibliográficas

COSTA, D. F.; SILVA, H. R.; PERES, L. F. **Identificação de Ilhas de Calor na área urbana de Ilha Solteira – SP através da utilização de geotecnologias**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.30, n.5, p.974-

985, set./out. 2010.

DACANAL, C. et al. **Microclima em Fundos de Vale: análise de diferentes ocupações urbanas em Campinas, SP**. In: Encontro nacional de tecnologia do ambienta construído, 12. Fortaleza, 2008

IBGE. **Área da unidade territorial: Área territorial brasileira**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2017.

IBGE. **Bases e referências – bases cartográficas**. Malha cartográfica do município de Bozano no ano de 2015. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2015.

IMHOFF, M.L.; ZHANG, P.; WOLFE, R.E.; BOUNOUA, L**. Remote sensing of the urban heat island effect across biomes in the continental USA**. Remote Sensing of Environment, Nova York, v.114, p.504-513, 2010.

KRÜGER, E.; ROSSI, F. **Quantificação da ilha de calor de Curitiba considerando aspectos de estabilidade atmosférica**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 30, n. 4, 394 - 404, 2015.

PINA, M. F.; SANTOS, S. M. **Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde**. CDD – 20 ed. 362.1 Fev - 2000.

SOUZA, L. C. L. **Ilhas de calor**. Jornal Unesp, São Paulo, v.18, n.186, p.11, 2004.

USGS. **What are the band designations for the Landsat satellites? – Questions**. United States Geological Survey. Disponível em <https://landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-landsat-satellites>. Acesso em 14/07/2018.

Análise do fenômeno de ilhas de calor no município de Faxinal do Soturno/RS

Analysis of the phenomenon of heat islands in Faxinal do Soturno/RS

Vanusa Maria Gatteli[1]
Sandro Luciano Barreto Fensterseifer[1]
Leonardo Teixeira Fagundes[1]
Tailana Milene Duarte Seccon[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Campus Frederico Westphalen; Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386 Km 40, Frederico Westphalen – RS; vanusagattel@gmail.com; sandrolbf@gmail.com; leonardotfagundes@gmail.com; milenehduarte@gmail.com

Resumo: Oscilações acentuadas de temperatura somadas ao crescimento desordenado da população decorrente das últimas décadas são um perigo potencial para a sociedade; o estudo das Ilhas de Calor possibilita a análise desse fenômeno e pode contribuir para o desenvolvimento de soluções para o problema. O dado trabalho visa a análise qualitativa do fenômeno de Ilhas de Calor no município de Faxinal do Soturno, Rio Grande do Sul. Para o estudo utilizou-se uma imagem do satélite Landsat-8, sensor TIRS, datada de 7 de junho de 2018. A imagem possuía um total de 11 bandas e utilizou-se a banda 10. A resolução espacial é de 100 metros e o comprimento de onda entre 10.60 e 11.19 micrômetros. O processamento das imagens baseou-se na transformação do valor dos dados *digital number* em estimativa de temperatura terrestre, utilizando-se do software *ArcGis 10.3*. Os resultados comprovaram a existência de Ilhas de Calor; que se situavam prioritariamente nas áreas urbanizadas e de solo exposto; esse fenômeno pode vir a ser decorrente da diminuição de cobertura vegetal do solo e da substituição da mesma por construções urbanas ou plantios agrícolas.
Palavras chave: radiância, desmatamento, urbanização, temperatura.

Abstract: Significant temperature fluctuations added to the disorderly growth of the population resulting from the last decades are a potential danger to society; the study of the heat islands allows the analysis of this phenomenon and can contribute to the development of solutions to the problem. This study is aimed at the qualitative analysis of the phenomenon of heat islands in Faxinal do Soturno, Rio Grande do Sul. An image of the Landsat-8 satellite, OLI-TIRS sensor, dated June 7, 2018 was used. The image had a total of 11 bands and the band 10 was selected. The spatial resolution is 100 meters and the wavelength between 10.60 and 11.19 micrometers. The processing of the images was based on the transformation of the value of the digital number in estimation of terrestrial temperature, using the software ArcGis 10.3. The results proved the existence of heat islands; these were located primarily in urbanized areas and exposed soil areas; this phenomenon may be due to the reduction of soil cover and the replacement of the same by urban constructions or agricultural plantations.
Keywords: radiance, deforestation, urbanization, temperature.

1. INTRODUÇÃO

O clima é um fator influente na rotina do ser humano e, por isso, sempre foi relevante em pesquisas e estudos. Neste contexto, os Sistemas de Informações Geográficas tomam um papel importante por permitirem o processamento de, entre outros mapas temáticos, mapas de ilhas de calor.

Ilha de calor é um fenômeno que altera a temperatura de determinada região; na maioria das vezes, centros urbanos (SANTOS et al., 2017). As mudanças de temperatura podem acarretar prejuízos para os cidadãos e, quando somadas ao crescimento desordenado da população, falta de planejamento urbano e excesso de construções civis, são intensificadas.

As ilhas de calor podem acarretar prejuízos na saúde dos cidadãos por meio da multiplicação de vetores de doenças, doenças cardiovasculares, cerebrovasculares e respiratórias, cataratas e câncer de pele (MENDONÇA, 2003).

O material usado para construções urbanas pode vir a interferir na quantidade de energia absorvida ou refletida, pois cada tipo de material interage com a energia solar de uma forma; alguns materiais absorvem grande parte da energia solar e outros refletem para a atmosfera. A capacidade de refletir radiação solar é denominada albedo.

As ilhas de calor são desencadeadas pelo novo perfil de uso do solo urbano imposto pelo modo de vida capitalista, caracterizado pela intensa transformação do meio natural em locais com pouca vegetação e de solo impermeabilizado por materiais de baixo albedo. Desta forma, as superfícies antes permeáveis e úmidas passam a ser impermeáveis e secas e a vegetação é substituída por construções civis e estradas asfaltadas que modificam a configuração do espaço natural e causando impactos climáticos (SANTANA, 2014).

Baseando-se neste contexto, constata-se a importância do estudo deste fenômeno. O presente trabalho limita-se a estudar a temperatura superficial de Faxinal do Soturno, Rio Grande do Sul; serão analisados aspectos qualitativos num determinado período de tempo.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Localização e caracterização do município em estudo**

O objeto de estudo do trabalho foi o município de Faxinal do Soturno, localizado na região central do estado do Rio Grande do Sul, a 255 km da capital Porto Alegre (Figura 1).

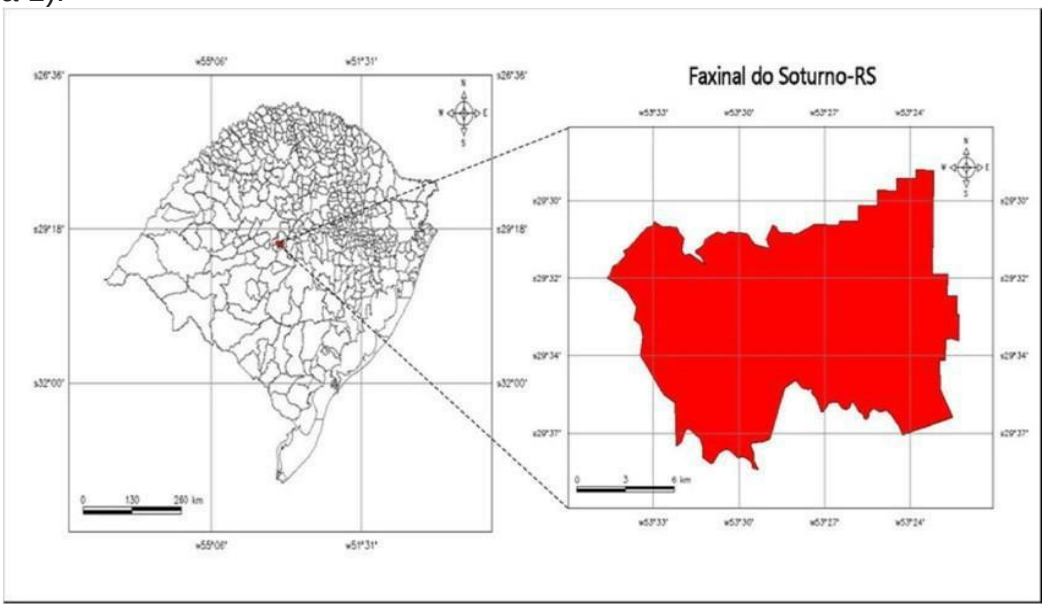


Figura 1. Localização do município Faxinal do Soturno – RS. Fonte: Autores.

O local é constituído de rochas sedimentares da Bacia do Paraná e possui relevo suave a ondulado. Situado a uma altitude de 53 m, o município possui área de 301,896 km². A população, em 2016, era de 6 868 habitantes, com densidade de 40,41 habitantes por km² (IBGE, 2016). O clima da região é subtropical úmido Cfa, de acordo com a classificação de Köppen. As precipitações são bem distribuídas ao longo do ano, com média anual de 1700 mm (MORENO, 1961).

2.2 **Base de dados**

A imagem foi adquirida através do USGS (*U.S. Geological Survey* ou Serviço Geológico dos Estados Unidos) e já se encontrava georreferenciada. É uma imagem do satélite Landsat-8 sensor OLI-TIRS. A imagem é datada de 7 de junho de 2018 e possuía 11 bandas no total; para o dado trabalho foi utilizada a banda 10 do sensor TIRS, com resolução espacial de 100 metros e comprimento de onda entre 10.60 e 11.19 micrometros.

2.3 **Hardware**

O hardware utilizado para processamento da imagem foi um notebook Acer. O processador é Intel Celeron QuadCore N3450, a memória RAM é de 4 GB e a placa de vídeo é a Intel HD Graphics; a memória total é de 500 GB.

2.4 **Software**

O estudo utilizou o sistema operacional *Windows 10*, *Google Earth Pro*; programa que apresenta um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de mosaico de imagens de satélite e o *software ArcGis 10.3*, um sistema de informações geográficas que processa informações geográficas e permite a elaboração de mapas e cartas.

2.5 **Processamento de dados**

Primeiramente foi realizado o corte da área estudada usando o arquivo *shapefile* de delimitação dos municípios do Rio Grande do Sul, adquirido no portal do IBGE. Foi gerada a nova imagem, utilizando-se a banda termal do Landsat-8 (banda 10) juntamente com o software *ArcGis 10.3* foi possível realizar a conversão dos dados DN (*Digital number*) de cada pixel em dados de radiância. Este valor foi transformado em estimativa de temperatura terrestre, em graus Kelvin, segundo a equação abaixo. (Equação 1).

$$T_b = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_i} + 1\right)} \qquad \text{Eq. 01}$$

Em que:
T_b: Temperatura de brilho em kelvin, K;
L_i: Radiância espectral no canal i em W/m² sr $^{-1}$; e
K_1 e K_2: Respectivamente, as constantes 1 e 2 de calibração em W/m² sr $^{-1}$ em

kelvin.

O valor encontrado foi transformado em graus Celsius; estas etapas foram realizadas através da ferramenta *Raster Calculator*, no *ArcGis 10.3*.

É importante ressaltar que os valores encontrados em graus Celsius, por não terem levado em conta a correção da radiância, não condizem com a temperatura real da região; os dados são relevantes somente por possibilitarem a análise comparativa de variação da temperatura.

A *posteriori*, os valores foram convertidos para graus Celsius. Após estas etapas gerou-se o mapa de ilhas de calor no software *ArcGis 10.3*.

Para melhor comparação de dados, o mapeamento final foi exportado em formato *geotiff* e importado no *software Google Earth Pro*, utilizando sobreposição do mapa de ilhas de calor na imagem de satélite do município.

As temperaturas estimadas de superfície foram alocadas em cinco classes, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Classes de temperaturas estimadas da superfície.

Classe	Temperatura
I	31,87 °C a 32,93 °C
II	32,94 °C a 33,58 °C
III	33,59 °C a 34,12 °C
IV	34,13 °C a 34,59 °C
V	34,6 °C a 36,48 °C

Fonte: Autores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao fim do processamento dos dados obteve-se o mapa de ilhas de calor do município de Faxinal do Soturno, RS (Figura 2).

A partir da análise dos dados ali contidos constatou-se uma amplitude térmica de 4,61 °C no período estudado.

A partir da comparação do mapa de ilhas de calor e a imagem de satélite do município observou-se a relação da temperatura da superfície com o uso da terra. (Figura 3).

É possível constatar que a área urbana apresenta maior temperatura em relação ao restante da área do município; demonstrando a existência da ilha de calor. Esse fenômeno ocorre devido a maior quantidade de áreas asfaltadas e construções civis, que são constituídos por materiais que tem propriedade de reflexão de energia solar alta, e devido a substituição de áreas verdes (que amenizam a temperatura) por estas construções.

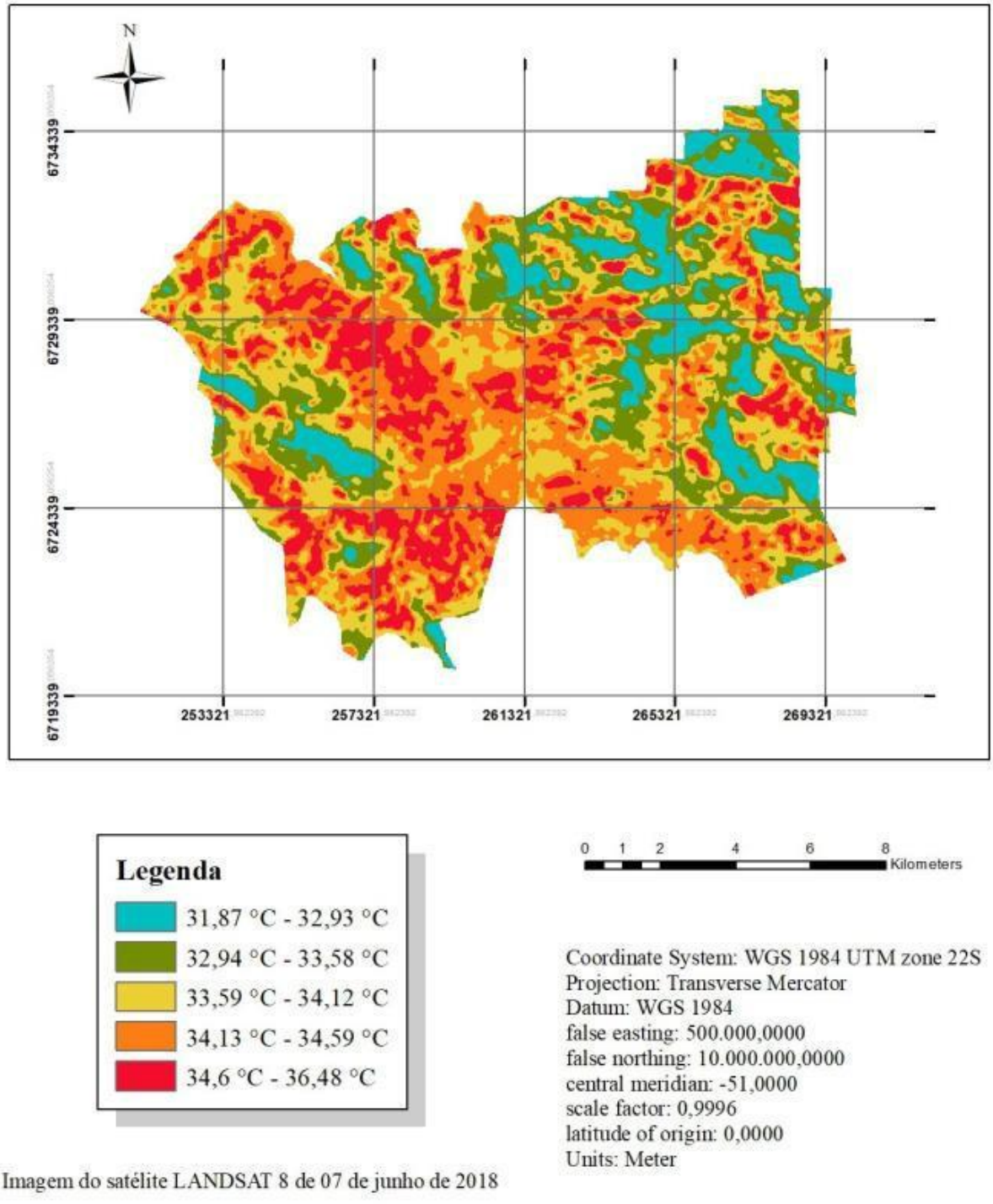


Figura 2. Ilhas de Calor no município de Faxinal do Soturno/RS, 2018. **Fonte:** Autores.

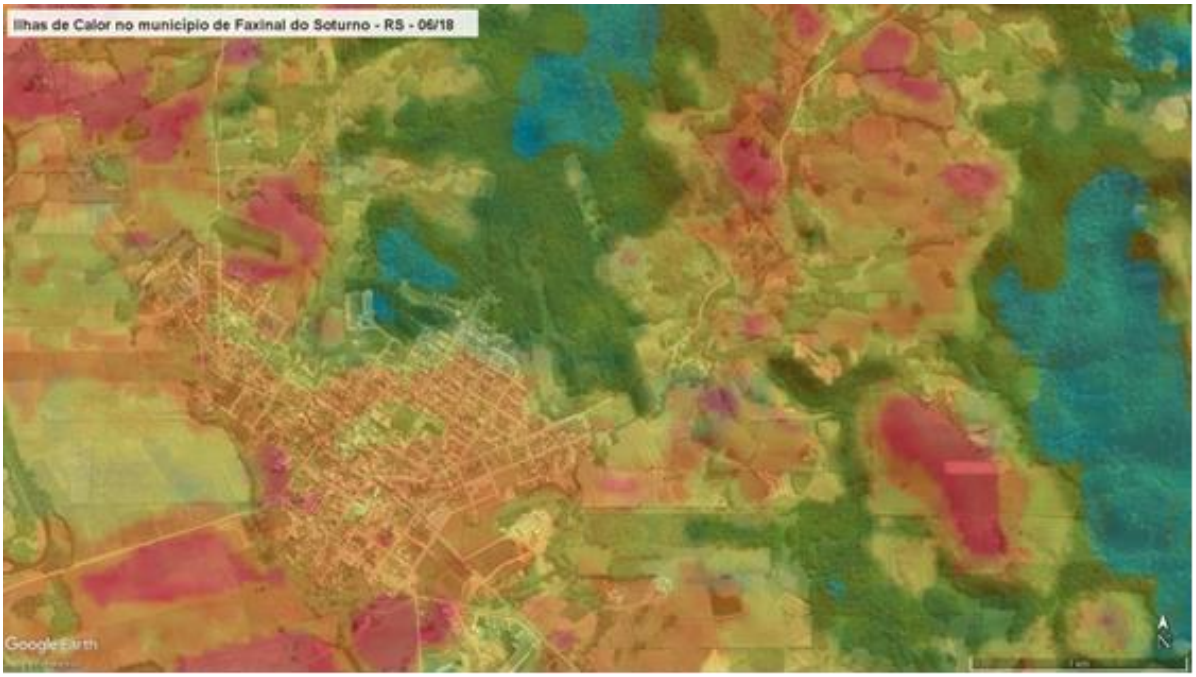


Figura 3. Mapa de ilhas de calor sobreposto na imagem de satélite do município de Faxinal do Soturno, em área de urbanização. **Fonte:** Autores.

Nota-se também que em regiões de floresta a temperatura é mais baixa em relação ao restante do local (Figura 4).

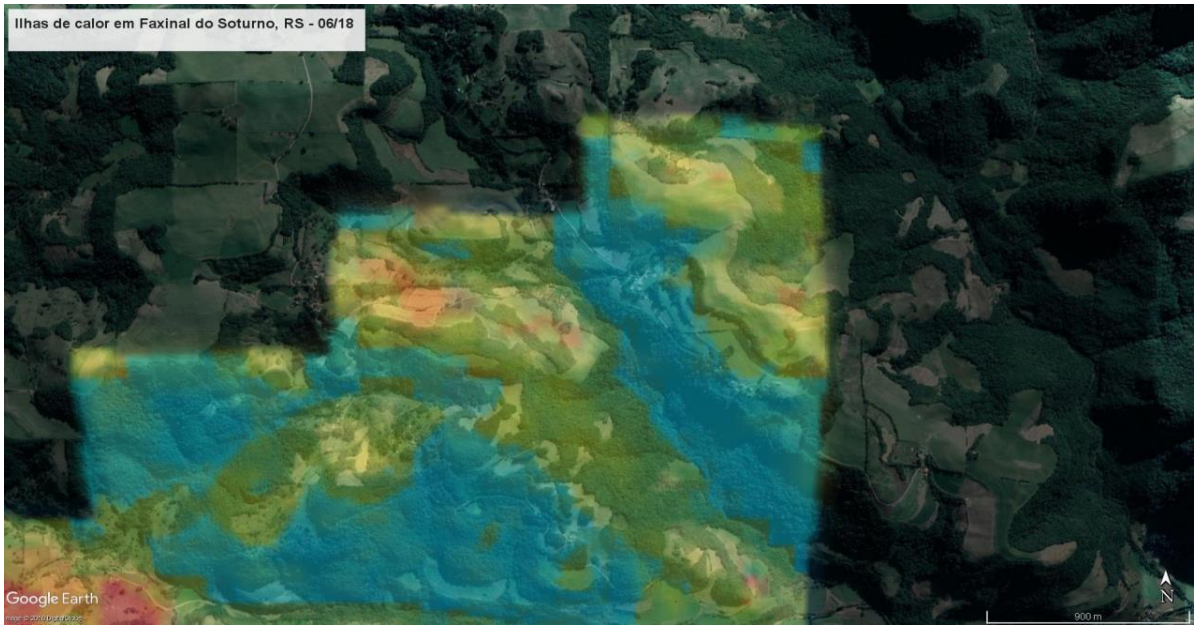


Figura 4. Mapa de ilhas de calor sobreposto na imagem de satélite de Faxinal do Soturno, RS, em região de floresta. **Fonte:** Autores.

Percebe-se que em regiões de solo exposto também ocorrem altas temperaturas, pois conforme Sentelhas e Angelocci (2009), solos sem cobertura vegetal são mais sujeitos a variações térmicas nas camadas superficiais, causando uma concentração de energia nestes locais (Figura 5).

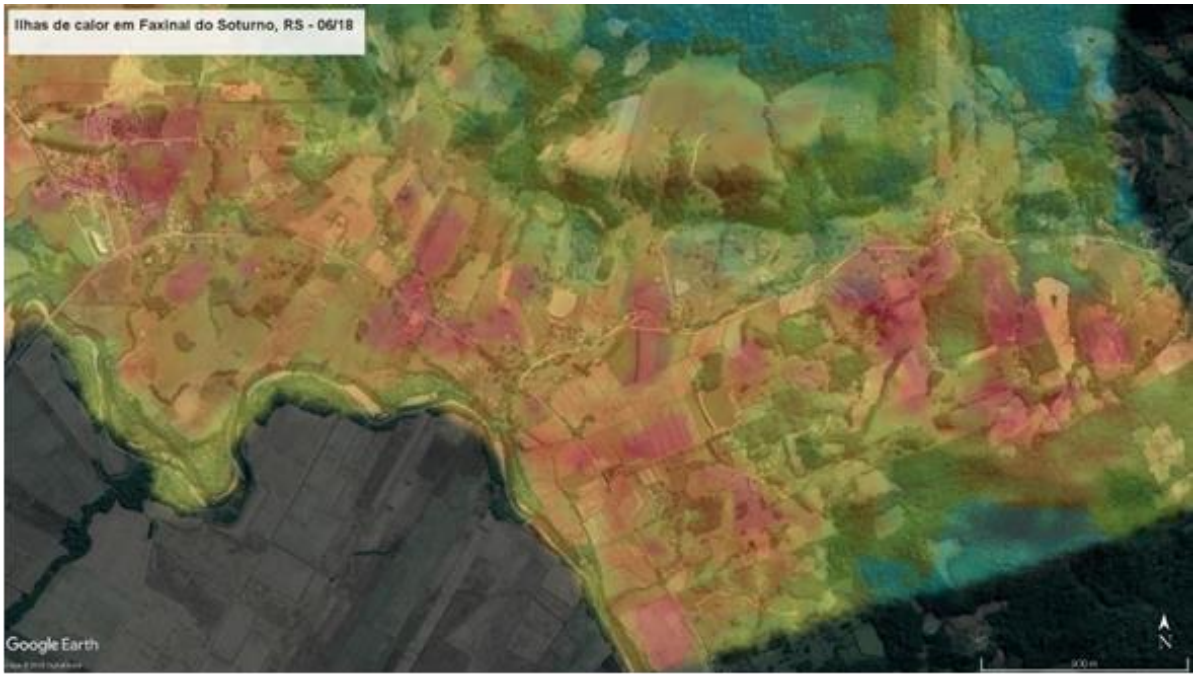


Figura 5. Mapa de ilhas de calor sobreposto na imagem de satélite de Faxinal do Soturno, RS, em regiões de solo exposto. **Fonte:** Autores.

4. CONCLUSÕES

O Sistema de Informações Geográficas *ArcGis 10.3* permitiu a criação do mapa temático de ilhas de calor do município em estudo e permitiu quantificar a amplitude térmica do período estudado, de 4,61 °C.

Concluiu-se a existência de ilhas de calor na área urbana e, mais intensamente ainda, nas áreas de solo exposto; fato que é provavelmente decorrente da diminuição de cobertura vegetal do solo em questão e substituição da mesma por construções civis e asfaltamento e também do desmatamento de áreas florestais para plantios agrícolas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SANTOS, A. M.; RODRIGUES, G. A. **Ilhas de Calor**. SIMTEC, v. 03, n. 1, p. 10, 2017.

MENDONÇA, F. **Aquecimento Global e Saúde: uma perspectiva geográfica – notas introdutórias.** Terra Livre, v.01, n.20, p.205-221, 2003.

MORENO, J. S. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.

SANTANA, N. C. **Investigação de Ilhas de Calor em Brasília: Análise Multitemporal com Enfoque na Cobertura do Solo**. Revista Brasileira de Geografia Física, v.07, n.06, 1044-1054, 2014.

SENTELHAS, P. C.; ANGELOCCI, L. R. **Meteorologia Agrícola: Temperatura do solo e ar.** ESALQ/USP. Disponível em <http://www.lce.esalq.usp.br/aulas/lce306/Aula6.pdf>. Acesso em julho de 2018.

Análise temporal da vegetação do município de Porto Alegre - RS, Brasil

Temporal analysis of the vegetation of the city of Porto Alegre - RS, Brazil

Geovane Sestari[1]
Sandro Luciano Barreto Fensterseifer[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen – UFSM-FW, Linha 7 de Setembro s/n, geovanesestari@hotmail.com; sandrolbf@gmail.com.

Resumo: O desenvolvimento acelerado de centros urbanos gera a necessidade de informações referente a expansão urbana sobre as áreas de vegetação, sendo estas necessárias para a preservação, manutenção ou recuperação das áreas verdes, assim como, para o planejamento urbano. Por ser um processo dinâmico e de difícil controle, o mapeamento do uso da terra deve ser realizado em intervalos regulares, afim de identificar qual a tendência de crescimento de uma classe de uso sobre outra. Uma forma de realizar este acompanhamento é por meio de técnicas de geoprocessamento e imagens obtidas por sensores remotos. Neste contexto, realizou-se a classificação das classes de ocupação da terra no município de Porto Alegre, RS, com enfoque nas classes de vegetação e zona urbana, para os anos de 1984 e 2017, a partir da aplicação de diferentes algoritmos de classificação: MaxVer 100, 95 e 90%; ICMMaxVer 100, 95 e 90%; Distância Euclidiana; KMedias 4, 5, 6, 7 e 8 classes. Para ambos os anos o classificador MaxVer 100% apresentou, visualmente, melhor desempenho, onde, obteve valores de aumento de área para as classes de vegetação, 10%, e zona urbana, maior que 7%.
Palavras-chave: Áreas verde, Urbanização, Classificação de imagens.

Abstract: The accelerated development of urban centers generates the need for information regarding urban sprawl on vegetation areas, which are necessary for the preservation, maintenance or recovery of green areas, as well as for urban planning. Because it is a dynamic and difficult to control process, land use mapping must be carried out at regular intervals in order to identify the growth trend of one class of use over another. One way of performing this monitoring is through geoprocessing techniques and images obtained by remote sensors. In this context, the classification of land occupation classes was carried out in the city of Porto Alegre, RS, focusing on vegetation classes and urban areas, for the years of 1984 and 2017, based on the application of different classification algorithms: MaxVer 100, 95 and 90%; ICMMaxVer 100, 95 and 90%; Euclidian Distance; KMedias 4, 5, 6, 7 and 8 classes. For both years the MaxVer 100% classifier presented visually better performance, where it obtained values of area increase for vegetation classes, 10%, and urban area, greater than 7%.
Keywords: Green areas; Urbanization; Classification of images.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento acelerado de centros urbanos gera a necessidade de informações referentes à expansão urbana sobre as áreas de vegetação, sendo estas necessárias para a preservação, manutenção ou recuperação das áreas verdes, assim como, para o planejamento urbano (SAITO et al., 2016). Em centros com elevada concentração demográfica e industrial a tendência é de que ocorra uma supressão de áreas de vegetação pelo avanço urbano e de zonas industriais. Por ser um processo dinâmico e de difícil controle, o mapeamento do uso da terra deve ser realizado em intervalos regulares (PIONTEKOWSKI et al., 2014), afim de identificar qual a tendência de crescimento de uma classe de uso sobre outra.

Uma forma de realizar este acompanhamento é por meio de técnicas de geoprocessamento e imagens obtidas por sensores remotos, como por exemplo: veículos aéreos não tripulados (VANTs) e satélite de observação da terra, aplicadas ao estudo de paisagens. As paisagens, neste contexto, são as diferentes coberturas, alvos, que podem ser identificadas sobre a superfície da terra por esses sensores.

As imagens fornecidas pelos sensores remotos, apresentam diferente faixa de fator de brilho para cada tipo de cobertura, onde, o fator de brilho tem relação direta com a quantidade de radiação refletida em determinada faixa do espectro eletromagnético (BOLFE; BATISTELLA; FERREIRA, 2012), ou seja, sua refletância, que é a razão entre a radiação que é refletida pela radiação que é incidida sobre o alvo. Com isto, as diferentes classes de cobertura da terra (p.e. solo, vegetação, água, etc.) apresentam um padrão identificável com a aplicação de técnicas de fotointerpretação e/ou classificação de imagens (AMARAL et al., 2009).

Dentre os métodos disponíveis para identificação das coberturas da terra, a distinção de classe pela fotointerpretação segundo Almeida Filho, Nascimento e Batista (1998), por ser um processo manual, é oneroso e a qualidade e confiabilidade dos resultados variam, principalmente, de acordo com a habilidade e experiência do fotointérprete. A distinção pelo processo de classificação de imagens, por ser automatizado, torna o processo mais rápido e a qualidade e confiabilidade variam, principalmente, de acordo com o algoritmo de classificação adotado (CATEN; SAFANELLI; RUIZ, 2015), tipo de classificador – supervisionado ou não supervisionado –, método de classificação – pixel-a-pixel ou por região –, assim como, experiência e habilidade da equipe (MELLO et al., 2012).

O maior empecilho para a aplicação das técnicas de classificação de imagens é a distinção correta de áreas urbanas. Por apresentarem baixo grau de homogeneidade entre os fatores de brilho de seus pixels, explicado pela diversidade de coberturas da terra presente no ambiente urbano, as zonas urbanas geram maior matriz de confusão para o classificador no processo de identificação das classes. Toure et al. (2018) avaliaram a confusão gerada pelos classificadores nos ambientes urbanos, e ainda, apresentaram uma pequena revisão de estudos que não obtiveram resultados satisfatórios em mapeamentos da cobertura da terra em ambientes urbanos. A dificuldade para distinção satisfatória da cobertura urbana, e também entre as demais classes de cobertura da terra, é associada também a resolução espacial das imagens utilizadas, obtendo-se melhores resultados quanto melhor esta for (MESSIAS, 2012).

O município de Porto Alegre RS, Brasil, localiza-se na região de maior industrialização e concentração demográfica do estado do Rio Grande do Sul. O processo de urbanização e de industrialização no município acentuou-se a parir da metade do século XX. Este processo, além do aumento em população, acarretou em um processo de urbanização concentrado nas regiões periféricas do município, por influência do setor público (CABETTE; STROHAECKER, 2015).

Neste contexto, esse trabalho tem como objetivo quantificar a área de vegetação do munícipio de Porto Alegre a partir de produtos de sensoriamento remoto e aplicação de técnicas de geoprocessamento e classificação de imagens por meio da escolha de um dentre diferentes algoritmos de classificação, para os anos de 1984 e 2017, e comparar os resultados gerados, afim de determinar se houve aumento ou redução da área de vegetação do munícipio.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Área de estudo**

O município de Porto Alegre RS, Brasil, localiza-se centrado na latitude 6670695.97 m e longitude 484214.24 m no sistema de coordenadas planas – projeção UTM – datum WGS-84 fuso 22S (Figura 1), com área de aproximadamente 496 km². O município, capital do estado do Rio Grande do Sul, compreende a região de maior concentração populacional do estado, devido ao crescimento urbano no interior dos limites do município, assim como, ao seu redor, compreendendo a sua região metropolitana. Esta concentração populacional é concomitante ao avançado estágio de industrialização da região, se comparada as demais regiões do estado.

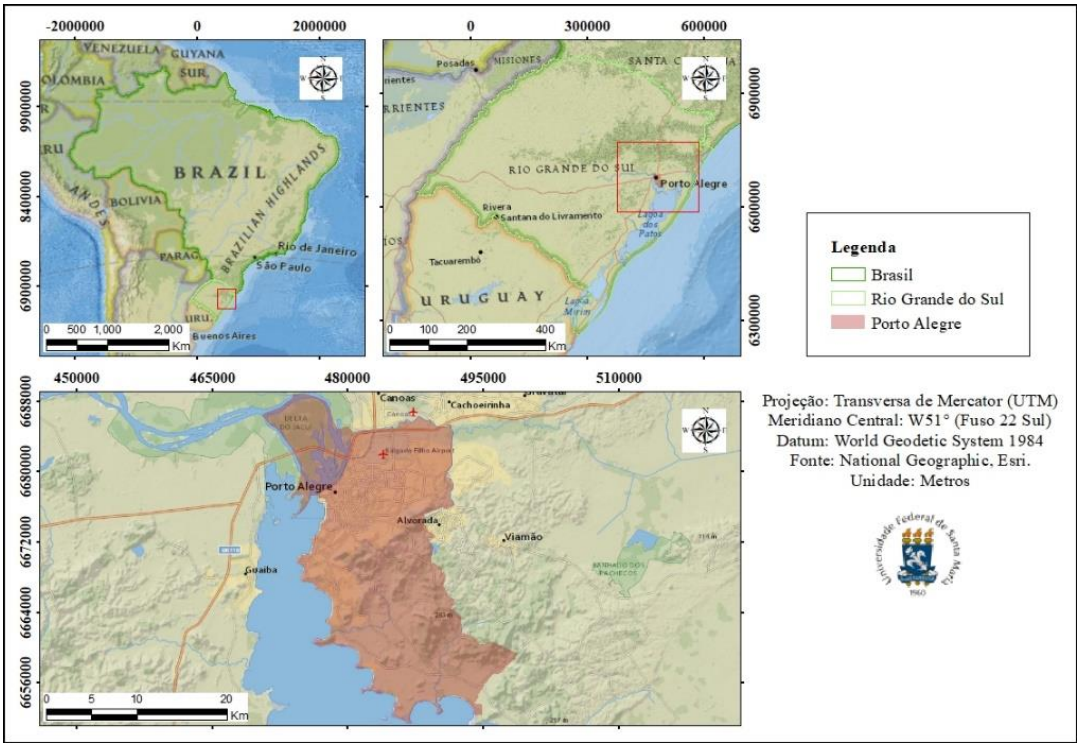


Figura 1. Mapa de localização do município de Porto Alegre, RS, Brasil.

2.2 **Aquisição dos dados**

As imagens foram adquiridas através do aplicativo *Google Earth Pro*, considerando a data mais recente disponível e a mais antiga. Com isto, foram obtidas imagens para os anos de 2017 e de 1984. As imagens de 2017 correspondem a dados fornecidos pela empresa Digital Globe, enquanto a imagem mais antiga provém da plataforma *Land Remote Sensing Satellite 5* (Landsat 5). O método de obtenção das imagens pelo aplicativo foi realizado a partir da opção Salvar Imagem, onde foram salvas imagens até o cobrimento com excedente dos limites do município, considerando uma área entre 30 e 50% de recobrimento lateral e superior de cada imagem. Devido a diferença de resolução espacial, as imagens do ano de 2017 foram capturadas à altitude de 10km, totalizando 50 imagens, e do ano de 1984 à altitude de 15km, totalizando 12 imagens.

2.3 **Processamento dos dados**

Após a aquisição das imagens, no software *Photoshop CS4* foram realizadas as seguintes etapas: mosaico, remoção de ruídos, delimitação e alteração do fator de brilho das áreas identificadas por meio de fotointerpretação como urbanas, conversão radiométrica de 8 bits para 16 bits e exportação do produto final no formato TIFF.

O processo de mosaico consiste na identificação de regiões semelhantes entre duas imagens e, posterior, união destas, justificando a necessidade da sobreposição durante a etapa de aquisição das imagens. Devido as imagens serem adquiridas pelo aplicativo do *Google Earth*, fez-se necessário a remoção de eventuais linhas e logos que permaneceram nas imagens mosaicadas, os ruídos. Feito isso, realizou-se a delimitação da zona urbana do município a partir da separação de áreas com fatores de brilho correspondentes. Com as zonas urbanas delimitadas, foram atribuídos aos pixels no seu interior um valor de brilho igual para todos, afim de, evitar a confusão na etapa de classificação, que é recorrente as zonas urbanas por apresentar um grau de heterogeneidade entre os valores dos pixels.

Como passo seguinte as imagens foram georreferenciadas e registradas no Sistema de Coordenadas Planas Projeção Transversa Mercator (UTM) datum *World Geodetic System 1984* (WGS 84) fuso 22 Sul, a partir de pontos de controle coletados no aplicativo Google Earth Pro, sendo estes, posteriormente atribuídos aos respectivos locais nas imagens. O processo de georreferenciamento e registro foi realizado no software *ArcGis 10.3* com ajuste por polinômio de 3º grau. Como último passo, as imagens foram classificadas no software *SPRING 5.0.6.* por meio de diferentes classificadores e parâmetros, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Classificadores utilizados para distinção das classes de uso da terra.

Algoritmo	Tipo	Método	Parâmetro
MaxVer	Supervisionado	Pixel-a-pixel	100 % ; 95 %; 90%
ICM MaxVer	Supervisionado	Pixel-a-pixel	100 % ; 95 %; 90%
Distancia Euclidiana	Supervisionado	Pixel-a-pixel	--
Kmedias	Não supervisionado	Pixel-a-pixel	4, 5, 6, 7 e 8 classes/ 10 interações

2.4 **Análise dos resultados**

A partir dos produtos gerados na etapa de classificação foram selecionadas uma imagem para cada ano, correspondente ao classificador que apresentou os melhores resultados. A determinação dos classificadores com melhor desempenho foi feita a partir de análise visual entre as imagens classificadas e a imagem RGB, em cor verdadeira. Após selecionada uma imagem de cada ano, para estas foram quantificadas medidas de classe, afim de determinar quantitativamente as áreas para cada classe de uso da terra e posterior comparação entre os resultados de cada ano, e elaborado um mapa com as imagens selecionadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado do processo de classificação, foram selecionados os produtos gerados pelo classificador MaxVer 100% para os anos de 1984 e 2017 (Figura 2), como sendo o que obteve o melhor resultado na determinação da classe vegetação.

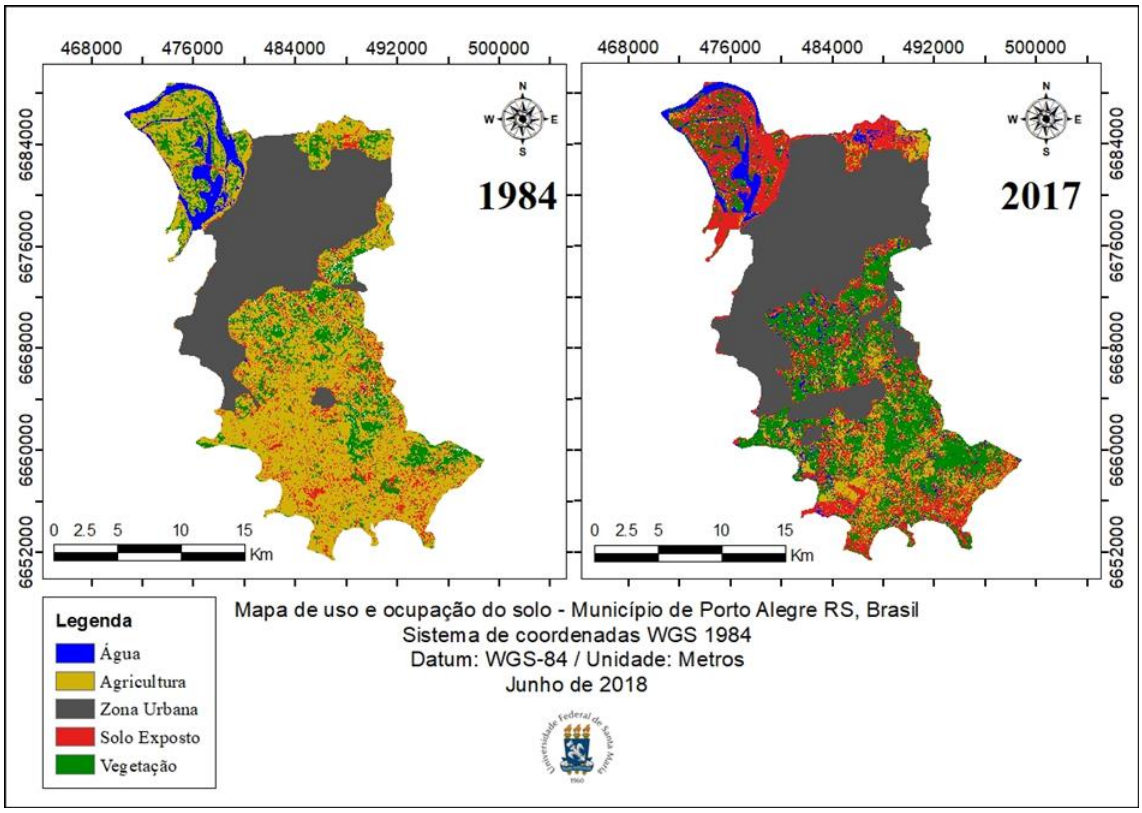


Figura 2. Mapa de uso e ocupação do solo comparando os resultados entre os anos de 1984 e 2017, a partir dos resultados gerados pelo classificador supervisionado MaxVer 100%.

Uma vez que o principal objetivo é o de identificar a mudança de uso da terra para as classes de vegetação e zona urbana, o principal critério para a escolha do classificador com melhor desempenho foi a separação da classe de vegetação, ressaltando que, as áreas urbanas haviam sido previamente classificadas, não ocorrendo assim, confusão na distinção dessa classe para nenhum dos classificadores utilizados.

No estudo apresentado por Mello et al. (2012) em que se comparou o desempenho de diferentes classificadores, não supervisionados e supervisionados, os algoritmos de classificação MaxVer e Kmedias, foram os que apresentaram os melhores desempenhos, de acordo com o índice Kappa. Contudo, entre os dois classificadores houve diferença significativa entre os resultados obtidos, mostrando que a determinação das classes de uso da terra varia de acordo com o classificador adotado. Ainda no estudo de Mello et al. (2012), o classificador MaxVer foi o que obteve melhor resultado na determinação nas áreas de florestas, comparando-o com o algoritmo de classificação Kmedias.

Na determinação das demais classes da legenda, visualmente, notou-se grande confusão na determinação entre as classes: agua - solo exposto; agricultura - solo exposto, a pesar da matriz de confusão gerada a partir das amostras coletadas de cada classe de uso da terra para a classificação com os algoritmos supervisionados apresentar desempenho médio maior que 95% para todas as classes. A confusão na distinção água - solo exposto gerada no resultado é compreendida pela aparência visual da água nas imagens RGB serem semelhantes à do solo exposto.

Enquanto, a confusão do resultado gerado entre agricultura - solo exposto, pode ser justificado pelo fato de muitas áreas dessas classes apresentarem cobertura com vegetação baixa/espaçada tendo assim influência no valor de fator e brilho do background, neste caso o solo.

A partir das medidas de classe, foi possível quantificar a diferença entre as áreas de uso da terra para cada classe, onde, obteve-se valores de aumento de 7% da área urbana de Porto Alegre e de 10% da área de vegetação, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Porcentagem de área para de classe de uso da terra para os anos de 1984 e 2017.

Classes	Área (%)		Diferença (%)
	1984	2017	2017 - 1984
Água	4	6	+2
Agricultura	45	12	-33
Zona Urbana	31	37	+7
Solo Exposto	8	22	+14
Vegetação	13	23	+10

Mengue et al. (2017) encontraram valores de aumento da área urbana para o município de Porto Alegre de 14,30%, a partir de uma análise temporal entre os anos de 1985 e 2015 utilizando de maneira associada imagens de NDVI (*Vegetation Normalized Index*) e imagens de iluminação noturna em sua metodologia de determinação da classe de uso da terra identificada como zona urbana. Por apresentar uma metodologia mais concreta de análise dos resultados, é aceitável considerar que o aumento da área urbana para o município foi maior que 7%, valor encontrado através da metodologia descrita aqui, no intervalo de 1984 a 2017.

Em relação aos valores de aumento da área de vegetação encontrados, alguns estudos no estado do Rio Grande do Sul vêm apresentando resultados de que no estado nas últimas décadas ocorreu, de fato, um incremento das áreas de vegetação (HENDGES; PEREIRA; ANDRES, 2012). Esse aumento de cobertura de florestas ganha destaque principalmente na região noroeste do estado (ROSA, 2016; ROSA et. al., 2017), assim como, em outras regiões (CEMIN; DUCATI, 2015), justificado pelos avanços tecnológicos do setor agropecuário e pelo cumprimento das legislações vigentes.

4. CONCLUSÕES

Para os anos de 1984 e 2017, o classificador MaxVer 100% obteve melhor distinção, visualmente, na separação das áreas de vegetação de Porto Alegre. Foram obtidos valores de 31% de zona urbana para o ano de 1984 e de 37% para o ano de 2017, e de 13% as áreas de vegetação no ano de 1984 e de 23% no ano de 2017. Constatou-se que houve um incremento das áreas de zona urbana, superior à 7%, e de vegetação, 10%, no município, entre os anos de 1984 a 2017.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Frederico Westphalen.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA FILHO, R.; NASCIMENTO, P. S. R.; BATISTA, G. T. Avaliação de técnicas de segmentação e classificação automática de imagens Landsat-TM no mapeamento do uso do solo na Amazônia1. **Acta Amazonica**, Manaus, AM, v. 28, n. 1, p.41-41, mar. 1998.

AMARAL, M. V. F. et al. Avaliação e comparação de métodos de classificação de imagens de satélites para o mapeamento de estádios de sucessão florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 3, p.575-582, jun. 2009.

BOLFE, É. L.; BATISTELLA, M.; FERREIRA, M. C. Correlação de variáveis espectrais e estoque de carbono da biomassa aérea de sistemas agroflorestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 9, p.1261-1269, set. 2012.

CABETTE, A.; STROHAECKER, T. M. A dinâmica demográfica e a produção do espaço urbano em Porto Alegre, Brasil. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, SP, v. 17, n. 34, p.481-501, nov. 2015.

CATEN, A. T.; SAFANELLI, J. L.; RUIZ, L. F. C. Mapeamento multitemporal da cobertura de terra, por meio de árvore de decisão, na bacia hidrográfica do rio Marombas-SC. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 35, n. 6, p.1198-1209, nov. 2015.
CEMIN, G.; DUCATI, J. R. Modelos estocásticos aplicados à avaliação dinâmica da paisagem florestal de remanescentes de mata atlântica no município de Caxias do Sul - RS. **Revista Árvore**, Viçosa, MG. v. 39, n. 6, p. 1019 - 1030, nov/dez. 2015.

HENDGES, E. R.; PEREIRA, R. S.; ANDRES, J. Dinâmica das áreas de floresta nativa no Rio Grande do Sul no período de 1988 a 2020. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS. v. 42, n. 5, p. 828 - 833, mai. 2012.

MELLO, A. Y. I. de. et al. Avaliação de técnicas de classificação digital de imagens Landsat em diferentes padrões de cobertura da terra em Rondônia. **Revista Árvore**, Viçosa, MG. v. 36, n. 3, p.537-547, jun. 2012.

MENGUE, V. et al. Análise da expansão urbana em áreas suscetíveis à inundação utilizando o modelo HAND: o caso da Região Metropolitana de Porto Alegre, Brasil. **Got: Journal of Geography and Spatial Planning**, Porto, n. 12, p.231-253, dez. 2017.

MESSIAS, C. G. Análise de uso do solo utilizando diferentes técnicas e imagens de média e alta resolução espacial. **Revista de Geografia**, Juiz de Fora, MG, v. 2, n. 1, p.1-9, jan. 2012.

PIONTEKOWSKI, V. J. et al. Avaliação do desmatamento no estado de Rondônia entre 2001 e 2011. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, RJ, v. 21, n. 3, p.297-306, ago. 2014.

ROSA, P. A. da. **Dinâmica espaço-temporal de fragmentos florestais em duas microrregiões do noroeste do Rio Grande do Sul**. Santa Maria, 2016. 131 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

ROSA, P. A. da. et al. Dinâmica de fragmentos florestais no noroeste do Rio Grande do Sul, **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, RS. v. 21, n. 1, p. 177 - 189, jan/abr. 2017.

SAITO, N. S. et al. Uso da geotecnologia para análise temporal da cobertura florestal. **Cerne**, Lavras, MG, v. 22, n. 1, p.11-18, mar. 2016.

TOURE, S. I. et al. Land cover and land use change analysis using multi-spatial resolution data and object-based image analysis. **Remote Sensing of Environment**, [s.l.], v. 210, p.259-268, jun. 2018.

Avaliação da conversão do uso e cobertura do solo na unidade Corede Campos de Cima da Serra

Evaluation of the land use and land cover conversion in the Corede Campos de Cima da Serra unit

Geise Macedo dos Santos[1]
Gisele Cemin[1]
Vania Elisabete Schneider[1]

[1]Universidade de Caxias do Sul – UCS, Instituto de Saneamento Ambiental
Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, Bairro Petrópolis, Caxias do Sul – RS
gmsantos5@ucs.br; gcemin3@ucs.br; veschnei@ucs.br.

Resumo: As ações antrópicas sobre a paisagem natural possuem consequências não apenas visuais, mas modificam toda a dinâmica do ecossistema, principalmente devido à perda de biodiversidade. Na unidade política Corede Campos de Cima da Serra, inserida nos limites do bioma Mata Atlântica, a vegetação natural possui a configuração campestre entremeada por capões. Contudo, esta unidade possui perfil econômico agrossilvipastoril, sofrendo assim, elevada antropização. A quantificação e a espacialização dos usos e cobertura do solo da região pode ser avaliada por meio de ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Neste aspecto, o objetivo deste trabalho é de avaliar as alterações do uso e cobertura do solo no período entre 1985 e 2018, na unidade de estudo. Para atingir o objetivo proposto, foram utilizadas as imagens dos satélites Landsat 5 e 8, nos anos de 1985 e 2018, respectivamente, nas quais foram identificadas as classes de mata nativa, campos nativos, recursos hídricos e uso antrópico. Observou-se a conversão preferencial da classe de campo nativo para uso antrópico, sendo identificada uma perda de 50% (3.011,88 km²) das áreas de campos nativos para o período supracitado. Essa redução representa a perda irrecuperável de biodiversidade da Mata Atlântica em uma formação extremamente particular do bioma.
Palavras-chaves: conversões antrópicas, Mata Atlântica, SIG, sensoriamento remoto.

Abstract: The consequences of human actions upon the natural landscape are not only visual, but modify the whole ecosystem dynamics, due mainly to biodiversity loss. At the political unit Corede Campos de Cima da Serra, inside Atlantic Rainforest boundaries, the natural vegetation endues the campestral shaping interspersed by capons. However, the unit holds an economic agricultural, forestry and pastoral profile undergoing great anthropization. The region land use and land cover quantification and spatialization can be evaluated using geoprocessing and remote sensing tools. In this aspect, the aim of this work is evaluate the land use and land cover alterations during the period from 1985 to 2018 in the study unit. To reach the proposed aim, there were used Landsat 5 and 8 satellite imagery, from the years 1985 and 2018, respectively, in which were identified the native forest, grasslands, water resources and anthropic use classes. It was observed the preferential conversion of the native grasslands class to anthropic use, being identified the loss of 50% (3,011.88km²) of the areas of native grasslands to the period above-mentioned. This contraction represents the irrecoverable loss of Atlantic Rainforest biodiversity in an extremely particular formation of the biome.
Key words: anthropic conversion, Atlantic Rainforest, GIS, remote sensing.

1. INTRODUÇÃO

As mudanças na paisagem natural ocasionadas pelas interferências humanas são chamadas de alterações antrópicas. Essas modificam o solo não apenas visualmente, mas também apresentam consequências sobre todo o ecossistema ocasionando, por exemplo, perda de biodiversidade local e regional. Considerando o

aumento da população ao longo do tempo, houve não apenas a necessidade de mais espaço físico para as áreas urbanas, mas também para o aumento da produção agrícola, sendo esta última, a principal força motriz causadora da conversão de áreas de vegetação nativa em áreas de uso antrópico.

Tomando como exemplo a Mata Atlântica, reduto de elevada biodiversidade, um *hotspot* mundial (MYERS et al., 2000), após séculos de ocupação humana, hoje mais de 70% da população brasileira reside nos domínios do bioma, da qual restam apenas 12,5% da sua área original (BRASIL, 2017). Dessa forma, os cuidados com os remanescentes desse bioma ficam comprometidos, ainda mais com relação à região Sul, onde a Mata Atlântica assume a configuração campestre a qual exige menor esforço mecânico para antropização. Nos estados do Sul, a Mata Atlântica é formada por mosaicos de floresta, com a presença marcante de exemplares de *Araucaria angustifolia* e campos (PILLAR e LANGE, 2015).

Mas como medir espacialmente essas alterações, como saber o quanto e quais as áreas preferenciais para desenvolvimento de cada classe de uso e cobertura do solo, principalmente se tratando de grandes regiões de estudo, como bacias, municípios e conjuntos de municípios? Como resposta a essa necessidade, o geoprocessamento, por meio dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) aliado ao sensoriamento remoto permitem a espacialização, processamento e quantificação da ocupação do território de forma periódica, rápida e confiável (FLORENZANO, 2002; MOREIRA, 2005). Assim é possível a obtenção de mapas de uso e cobertura do solo, os quais caracterizam a área de interesse de acordo com a cobertura (natural) e uso (antrópico).

Considerando a particularidade da Mata Atlântica na sua porção Sul, busca-se neste trabalho avaliar as alterações do uso e cobertura do solo no período entre 1985 e 2018, na unidade Corede Campos de Cima da Serra, a qual alia as possibilidades de aplicação das ferramentas de geoprocessamento e as condições fitogeográficas de interesse do trabalho, floresta e campo.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Área de estudo**

A área de estudo adotada conhecida como Corede Campos de Cima da Serra contempla 10 municípios do Nordeste do estado do Rio Grande do Sul, perfazendo um total de 10.392,59km² (FEE, 2014).

Os Coredes são unidades de gestão territorial que representam os principais interesses de cada região de acordo com suas potencialidades, no caso do Corede Campos de Cima da Serra, a principal atividade econômica compreende os usos agrossilvipastoris (BÜTTENBENDER et al., 2011, BERTÊ et al., 2016).

Essa unidade também possui a particularidade fitogeográfica de abrigar tanto formações florestais quanto campestres, ambas representantes da mata Atlântica. Como observado na Figura 1, são encontradas na unidade quatro formações, Estepe Gramíneo-Lenhosa, Estepe Parque, Floresta Estacional Decidual e Floresta Ombrófila Mista, sendo as duas primeiras formações campestres e as demais florestais.

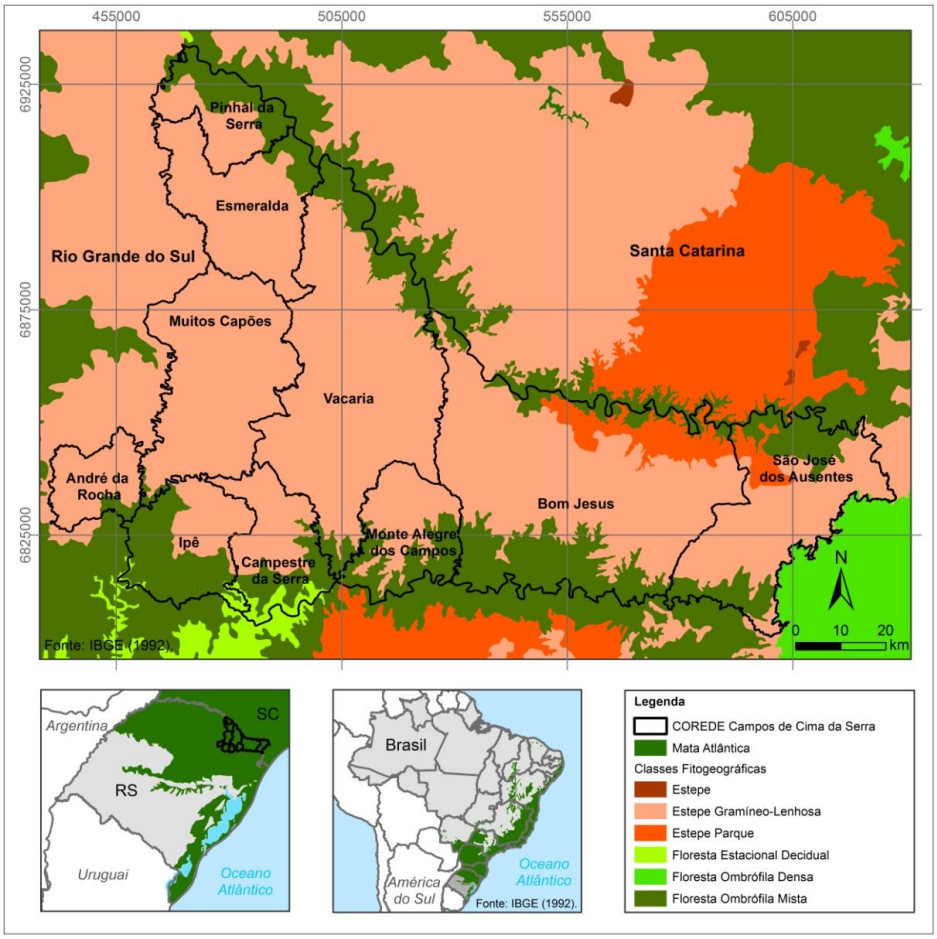


Figura 6. Localização e fitogeografia do Corede Campos de Cima da Serra.
Fonte: Adaptado de (IBGE, 1992).

2.2 **Materiais e métodos**

A geração dos mapas de uso e cobertura do solo envolveu a utilização das imagens dos sensores a bordo dos satélites da série Landsat, obtidas por intermédio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foram escolhidas as datas de 1985 e 2018 por representar o maior período possível de análise, pois dados anteriores a data de 1985 não possuem qualidade suficiente para processamento. Assim, fez-se uso das órbitas-ponto 220/080, 221/079 e 221/080 para englobar toda a área de estudo.

As bandas foram importadas para o software de SIG Idrisi Selva, o qual permite a geração, manipulação e processamento de dados espacializados. As imagens foram reprojetadas para o hemisfério Sul (2018), georreferenciadas (1985), mosaicadas e recortadas. Após o pré-processamento, foram amostrados pixeis representativos das classes de mata nativa, campo nativo, recursos hídricos e uso antrópico, sendo este último, compreendido pela área urbana, agricultura, solo exposto e silvicultura. As classes de silvicultura e área urbana foram digitalizadas manualmente.

Devido a sua similaridade espectral com a mata nativa, a classe de silvicultura poderia confundir o algoritmo classificador, já a classe de área urbana possui uma resposta espectral extremamente heterogênea, o que causa erros na classificação. Foi utilizado o algoritmo de classificação supervisionada pixel a pixel de Máxima

Verossimilhança Gaussiana, o qual agrupa cada pixel da imagem em uma classe de acordo com as amostras fornecidas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa de uso e cobertura do solo apresentado na Figura 2 possui uma elevada similaridade com a fitogeografia da região. Com exceção de algumas manchas de uso antrópico concentradas principalmente no município de Vacaria, observa-se uma grande área de campos (6.174,98km²; 59,42%) e considerando apenas a ocupação natural, praticamente 90% da área corresponde a essa classificação (Tabela 1).

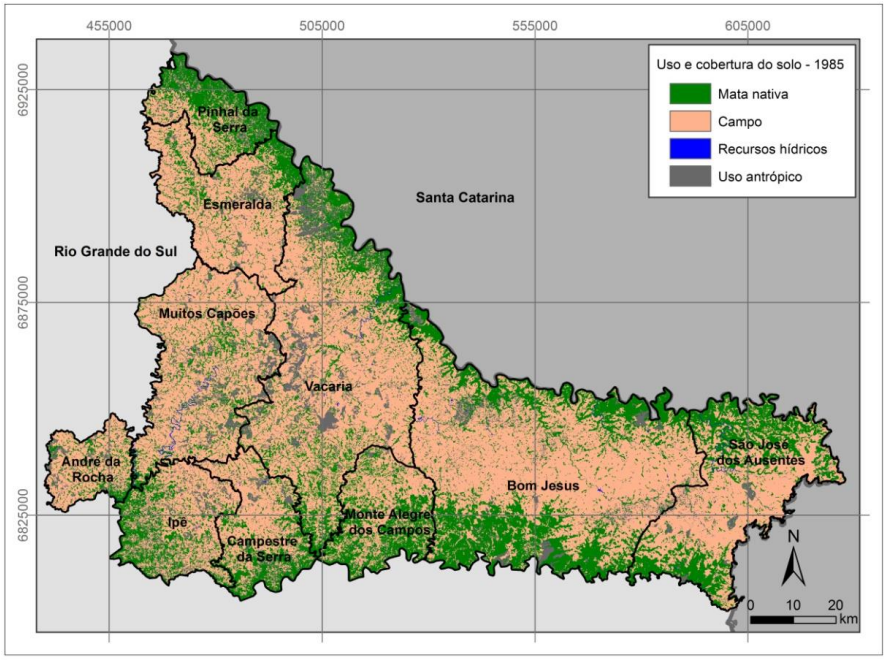


Figura 7. Uso e cobertura do solo da área de estudo do ano de1985. **Fonte:** Autores.

Tabela 3. Uso e cobertura do solo - Dados quantitativos.

Uso/Cobertura	1985		2018	
	km²	%	km²	%
Mata nativa	2.970,16	28,58	2.632,18	25,33
Campo	6.174,98	59,42	3.163,10	30,44
Recursos hídricos	263,83	2,54	282,22	2,72
Uso antrópico	983,63	9,46	4.315,10	41,52
Total	10.392,59	100,00	10.392,59	100,00

Fonte: Autores.

Com relação ao mapa de uso e cobertura do solo obtido para o ano de 2018, percebe-se a extrema antropização da região de estudo, onde 41,52% (4.315,10km²) da área do Corede possuem usos antrópicos (agricultura, solo exposto, área urbana e silvicultura) atualmente, espalhados ao longo de toda a área de estudo. Houve uma perda de praticamente 50% (3.011,88km²) da quantidade de campos existentes em 1985 no período de 33 anos (2018). Os resultados também

apontam que para a classe de mata nativa a redução foi pequena em comparação à perda de campo. Isso pode estar relacionado a fatores como declividade, maior dificuldade de manejo em comparação aos campos, legislação mais rigorosa ou maior preocupação com remanescentes florestais em detrimento dos conjuntos campestres.

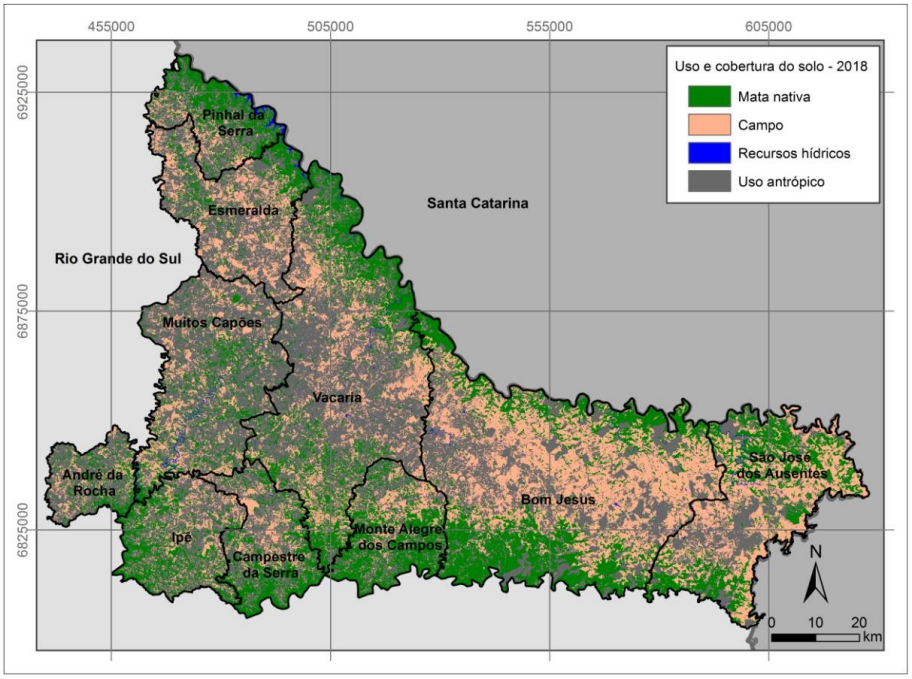
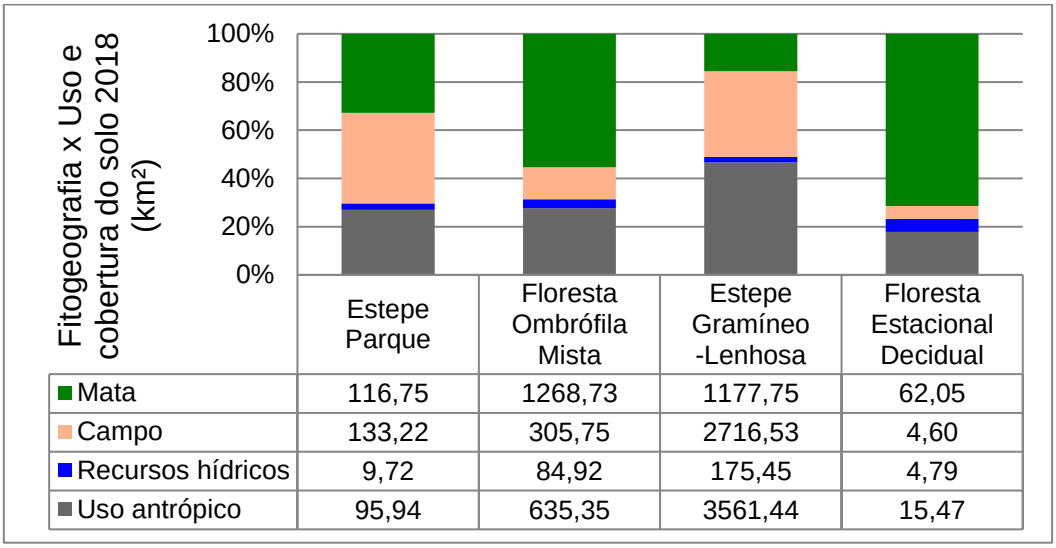


Figura 8. Uso e cobertura do solo da área de estudo do ano de 2018.
Fonte: Autores.

Na Figura 4, o gráfico cruza os resultados da fitogeografia com o uso e cobertura do solo de 2018, tornando possível entender a ocupação e conversão de cada classe fitogeográfica.



	Estepe Parque	Floresta Ombrófila Mista	Estepe Gramíneo -Lenhosa	Floresta Estacional Decidual
Mata	116,75	1268,73	1177,75	62,05
Campo	133,22	305,75	2716,53	4,60
Recursos hídricos	9,72	84,92	175,45	4,79
Uso antrópico	95,94	635,35	3561,44	15,47

Figura 9. Fitogeografia x Uso e cobertura do solo de 2018.
Fonte: Autores.

É necessário considerar primeiramente que a ocupação das áreas de estepe por mata nativa é explicada pelo fato dessas fitogeografias contemplarem mata de galeria nas proximidades dos recursos hídricos dessas áreas (JOLY et al., 1999).

Mas o que realmente chama a atenção é a classe de uso antrópico ocupando respectivamente 27% da Estepe Parque, 28% da Floresta Ombrófila Mista, 47% da Estepe Gramíneo-Lenhosa e 18% da Floresta Estacional Decidual. Fica assim comprovada a elevada conversão de vegetação campestre em outras classes de uso antrópico.

Ao longo do tempo, o mosaico de floresta e campo foi substituído por pequenos remanescentes campestres entremeados ao uso antrópico, principalmente pela agricultura e silvicultura. Isso pode estar motivado em fatores como declividade, antropização mais onerosas das florestas, legislação ambiental vigente ou a concepção de que os campos não possuem a mesma importância que as florestas. Sejam quais forem as motivações que causaram a antropização dos campos, buscou-se com este trabalho elucidar a presença especial das formações campestres na região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul como pertencentes à Mata Atlântica, detentora de elevada biodiversidade. Ou seja, a redução dos campos ocasiona a perda de biodiversidade, específica de formações campestres, as quais não podem ser encontradas em outras regiões e muito menos recuperadas.

4. CONCLUSÕES

O uso de ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto se mostraram eficazes para a análise temporal do uso e cobertura do solo da área de estudo. Os resultados indicaram a preferência de antropização das formações campestres em contraposição as formações florestais. Os remanescentes naturais representam fragmentos nativos em meio ao uso antrópico, fato que pode interferir na biodiversidade local, em função do aumento do efeito de borda e na interferência do fluxo gênico. É necessário a tomada de medidas protetivas, por parte do poder público, para minimizar a conversão das áreas campestres para outros tipos de uso do solo, auxiliando assim, na conservação da biodiversidade do ecossistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTÊ, A. M. A., LEMOS, B. O., TESTA, G., ZANELLA, M. A. R., OLIVEIRA, S. B. Perfil Socioeconômico - COREDE Serra. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 26, p. 774-821, 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mata Atlântica**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>. Acesso em: 30 jul. 2018.

BÜTTENBENDER, P. L.; SIEDENBERG, D. R.; ALLEBRANDT, S. L. Conselhos Regionais de Desenvolvimento – Coredes/RS: Articulações regionais, referenciais estratégicos e considerações críticas. In: I Circuito de Debates Acadêmicos, Brasília. **Anais do I Circuito de Debates Acadêmicos**. Brasília: 2011.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2002. 97 p.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. 2012. FEE – Fundação de Economia e Estatística, Porto Alegre. Disponível em: <www.fee.rs.gov.br>. Acesso em: 02 ago. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).**Mapa de biomas do Brasil**. Brasília: MMA; IBAMA, 2004. Escala 1: 5.000.000. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>. Acesso em: 26 jul. 2018.

JOLY, C. A.; AIDAR, M. P. M.; KLINK, C. A., MCGRATH; D. G., MOREIRA; A. G., MOUTINHO; P., NEPSTAD, D. C.; OLIVEIRA, A. A.; POTT, A.; RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B. Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 51, n.5/6, p. 331-348, 1999.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. Viçosa, Minas Gerais: UFV, 2005. 320 p.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000. Disponível em: <http://www.nature.com/nature/index.html>. Acesso em: 30 jul. 2018.

PILLAR, V. D.; LANGE, O. **Os Campos do Sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos – UFRGS, 2015. 192 p. Disponível em:<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/Camposdosul/Campos_do_Sul_TELA.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2018.

Avaliação da qualidade da água em diferentes escalas durante um evento pluvial em bacia com sensível alteração de uso do solo

Evaluation of water quality in different scales during a rainfall event in a basin with a significant land use change

Franciele de Bastos[1]
José Miguel Reichert[1]
Jean Paolo Gomes Minella[1]

[1] Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Av. Roraima n° 1000
francieledebastos@gmail.com; reichert.jm@gmail.com; jminella@gmail.com

Resumo: O crescimento populacional vem aumentando a demanda agrícola mundial, o que proporciona pressão sobre áreas naturais, sendo substituídas por pastagens e cultivos agrícolas. Aliado às alterações climáticas e sua resposta na dinâmica hidrológica, tal cenário resulta na diminuição da qualidade ambiental, que reflete diretamente na qualidade da água. O estudo teve como objetivo avaliar a alteração de parâmetros de qualidade de água durante um evento de chuva, numa bacia com relevante alteração de uso do solo de agrícola para florestal. O monitoramento hidrológico foi realizado no exutório da bacia, por meio de pluviógrafos, calha Parshall, linígrafo e turbidímetro. A determinação da qualidade da água foi realizada por meio de amostragem durante os períodos de ascensão e recessão do hidrograma, e posterior determinação de parâmetros físicos e químicos segundo metodologias do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. A precipitação de 136 mm resultou em hidrograma e sedimentograma composto e a maioria dos parâmetros avaliados apresentou tendência de diluição, diminuindo suas concentrações tanto para a bacia maior quanto para os períodos de maior vazão. A compreensão da dinâmica de alteração da qualidade da água é imprescindível para definição de ações antrópicas capazes de mitigar processos de degradação ambiental.
Palavras-chave: dinâmica espaço-temporal, tabaco, floresta, parâmetros físico-químicos

Abstract. Population growth has been increasing world agricultural demand, which has pressured natural areas, constantly being replaced by pasture and agricultural crops. Besides climate change and its response to hydrological dynamics, this scenario results in a decrease in environmental quality, which directly reflects water quality. The objective of this study was to evaluate the alteration of water quality parameters during a rainfall event in a watershed with a significant change in soil use from agriculture to forest. Hydrological monitoring was carried out at the outlet of the catchment, using rain gauges, Parshall gutter, hidrographer and turbidimeter. The determination of water quality was carried out by sampling during the periods of ascent and recession of the hydrograph, and subsequent determination of physical and chemical parameters according to the methodologies of the Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. The rainfall incidence of 136 mm resulted in a compound hydrograph and sedimentogram, and most of the parameters evaluated showed a tendency of dilution, decreasing its concentrations for both the larger basin and the periods of higher flow. Understanding the dynamics of water quality change is essential for the definition of anthropic actions capable of mitigating environmental degradation processes.
Keywords: spatio-temporal dynamics, tobacco, forest, physical-chemical parameters

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento populacional resultou na expansão de áreas agrícolas, provocando a substituição da vegetação nativa por monoculturas sem a devida consideração da aptidão da paisagem (Singh e Mishra, 2014), resultando no incremento de áreas de elevada fragilidade natural. Essas deterioram a qualidade ambiental, por meio de práticas convencionais de uso e manejo do solo em sistema

agrícolas intensivos, destruindo agregados, formando selamento superficial, reduzindo a infiltração de água, modificando o regime hidrológico e atenuando os processos erosivos (Gyawali et al., 2013; Singh e Mishra, 2014; Merten e Minella, 2006). Atualmente, os processos erosivos são os principais contribuintes do carreamento de nutrientes e sedimentos de áreas rurais para águas superficiais, visto que as partículas desagregadas são carreadas pelo escoamento superficial, tornando-se fontes potenciais de eutrofização e comprometendo as fontes de água (Park et al., 2017).

Os parâmetros de qualidade da água são sensíveis às alterações espaço-temporais (Kim et al., 2016; Libanio, 2005; Sperling, 2014), pois são o reflexo das mais variadas características da bacia hidrográfica, alterando-se principalmente diante das variações climáticas e antrópicas, como uso e manejo do solo, e sua relação com a precipitação (Kim et al., 2016; Shi et al., 2017). A chuva é a principal entrada de água no sistema, onde o volume, a sazonalidade e a intensidade da chuva são fatores diretamente relacionados à qualidade ambiental (Tucci, 2012). Quanto menor a precipitação, menor será a vazão, reduzindo a capacidade de dissolução de elementos e aumentando a concentração de contaminantes (Libanio, 2005).

A dinâmica erosiva tende a diminuir o potencial produtivo, sendo o cultivo de espécies florestais exóticas como o *Eucalyptus* ssp. uma alternativa de uso do solo nesses ambientes, dadas suas menores exigências físicas, químicas e menor frequência de tratos culturais (De Jesus et al., 2015). Áreas florestais em bacias hidrográficas costumam proporcionar bons indicadores de qualidade ambiental, sendo a principal função da vegetação florestal a formação de uma barreira composta pela serapilheira capaz de reter nutrientes e contaminantes carreados desde as áreas mais altas da bacia em direção aos cursos hídricos (Tambosi et al., 2015). Dessa forma, a gradual substituição de agricultura intensiva por cultivos florestais tende a apresentar melhorias na qualidade da água, visto que florestas estão associadas a funções ambientais importantes como a regulação hidrológica e a manutenção da qualidade da água hídricos (Balbinot et al., 2008).

Considerando a precipitação e a alteração antrópica como os principais fatores potenciais de alteração da qualidade da água, o estudo teve como objetivo identificar a alteração de parâmetros de qualidade da água durante um período de incidência de precipitação em diferentes escalas de uma bacia hidrográfica rural de elevada fragilidade ambiental, com presente alteração de uso do solo agrícola – florestal.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Área de estudo**

O estudo foi desenvolvido na região centro-norte do estado do Rio Grande do Sul, em uma pequena bacia hidrográfica rural (Figura 1) com área total de drenagem equivalente a 1,24 km², no município de Arvorezinha, sob latitude -28° 52' 20" S e longitude -52° 10' 31" O, com altitude variando de 560 a 740 m. O clima da região é classificado como subtropical superúmido mesotérmico sem estação seca definida (Cfb), de acordo com a classificação de Köppen (Alvares et al., 2013). A área de estudo localiza-se em uma região que apresenta predomínio de relevo declivoso, solos rasos e frequentemente arados, predominando na bacia as classes de solos Argissolos, Cambissolos e Neossolos.

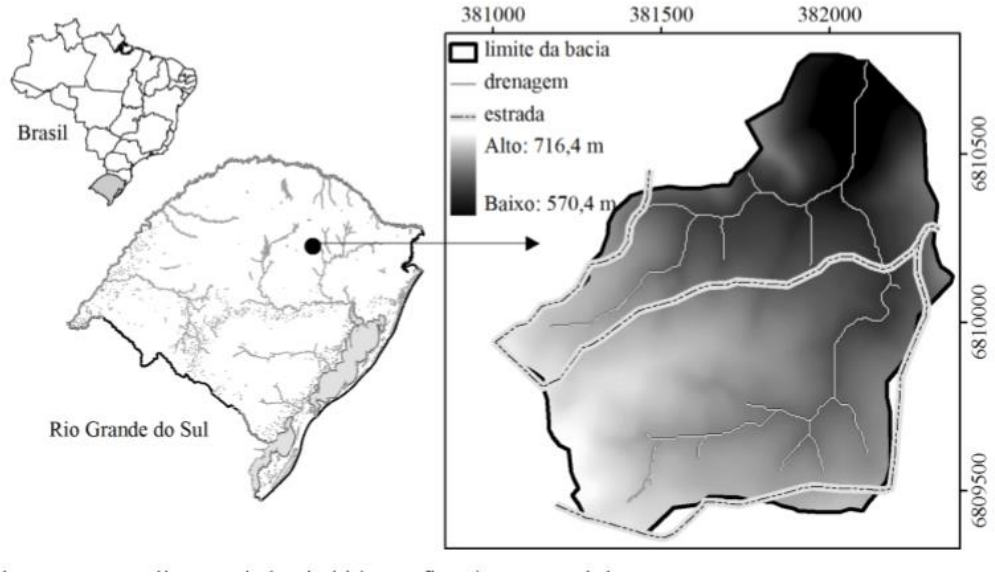


Figura 1 – Localização da área de estudo. Fonte: Dalbianco, 2013.

Como alternativa econômica, a cultura do tabaco (*Nicotina tabacum* L.) é um dos usos do solo mais representativos da área, considerando principalmente a mão de obra familiar utilizada na comunidade. Nos últimos anos, o envelhecimento da população e saída das novas gerações ocasionou um cenário de êxodo rural. Como alternativa à falta de mão de obra familiar, houve o incremento de povoamentos de *Eucalyptus* spp., alternativa econômica devido à aptidão do solo e demanda de madeira para geração de energia, para a secagem de fumo e para indústrias produtoras de erva-mate (*Ilex paraguariensis*), cultura que também vem aumentando na área em estudo.

2.2 **Monitoramento hidrológico e avaliação da qualidade da água**

A determinação da vazão foi realizada no exutório da bacia, onde existe um pluviógrafo, calha Parshall e linígrafo, que realiza leituras de nível a cada 10 minutos. A concentração de sedimentos em suspensão (CSS) foi determinada coletando-se amostras durante o evento de chuva, posteriormente analisada por meio do método de evaporação, sendo conjuntamente determinada a turbidez por meio de uma curva-chave que correlaciona a CSS com a turbidez. Para a avaliação da qualidade da água durante o evento, três pontos de coleta de água superficial foram selecionados, denominados Exutório, Sub 1 e Sub 2, onde o Exutório representa a contribuição de toda a área da bacia, a Sub 1 representa a menor área de contribuição, por estar localizada a montante da bacia, e o ponto Sub 2 representa a continuidade do curso hídrico da Sub 1, com área de contribuição intermediária. As amostras foram coletadas conforme a ascensão e recessão do hidrograma, em duplicata para avaliação da CSS e da qualidade da água.

O procedimento de coleta e análise para avaliação da qualidade da água seguiu a metodologia do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012). Os parâmetros avaliados foram pH, condutividade elétrica (CE), Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn, K, P total e P solúvel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise espacial do evento ocorrido em 25/04/2017, a variação temporal da resposta da chuva, representada pelo hidrograma e sedimentograma (Figura 2), indica que a incidência da precipitação resultou em aumento de vazão e CSS, variando com a intensidade da chuva, onde ambos tiveram um comportamento composto, ou seja, com mais de um pico de vazão e CSS.

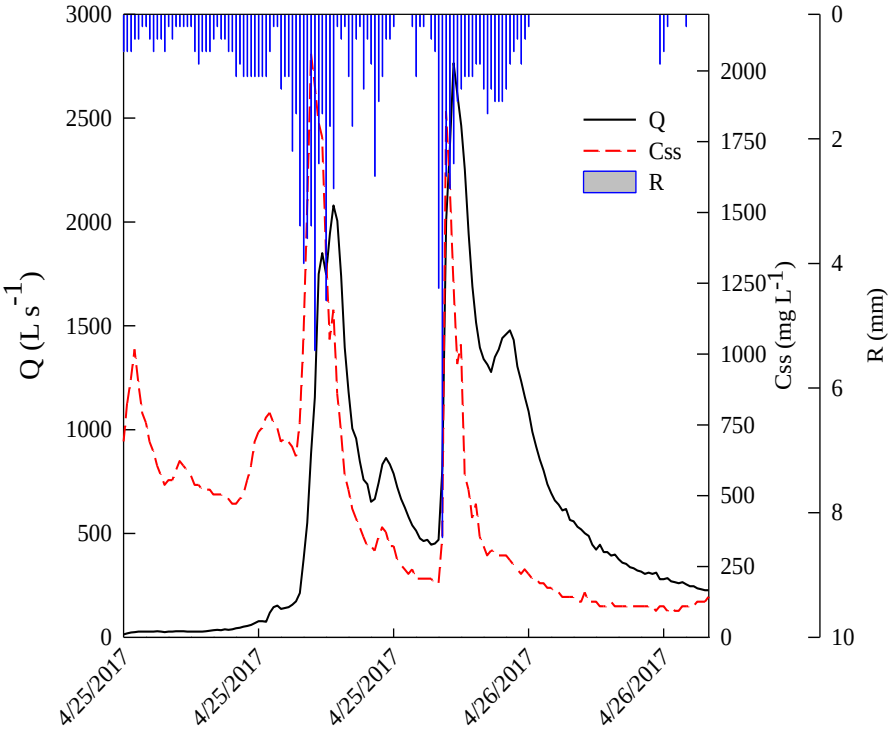


Figura 2 – Hidrograma, sedimentograma e hietograma do evento ocorrido no dia 25/04/2017.

Durante o evento monitorado, a precipitação total incidente foi de 136 mm, com duração de 1.480 minutos. A precipitação é a principal responsável pela variação da vazão e da qualidade da água, podendo em alguns casos, também ser considerada uma fonte de poluição, visto que a interação entre a intensidade, tipos de terrenos, uso e ocupação do solo ocasionam diferentes dinâmicas erosivas (Vialle et al., 2011), sendo a qualidade da água, reflexo dessa dinâmica.

A turbidez (Figura 3a) aumentou com a ascensão do hidrograma e sedimentograma, exceto para a Sub 2. Os maiores valores de turbidez também foram observados no exutório. A turbidez é um dos parâmetros mais sensíveis ao aumento da vazão e da CSS sendo altamente correlacionada com esta variável (Minella et al., 2007; Rodrigues et al., 2014), sendo dependente do processo de escoamento superficial, que é parte integrante dos processos erosivos resultantes do uso inadequado do solo, sem considerar suas potencialidades, predominando as atividades agrícolas intensivas e práticas convencionais de manejo (Mcgrane et al., 2017; Minella et al., 2017; Tiecher et al., 2017).

O pH teve uma redução sutil durante os picos de vazão (Figura 3b), sendo os menores valores observados no ponto Exutório, indicando a influência do fenômeno de diluição para esse parâmetro. Esse comportamento tem relação com as

características do escoamento superficial e subterrâneo, que carreia consigo quantidades consideráveis de ácidos orgânicos (Girardi et al., 2016; Wallace; Champagne e Hall, 2016).

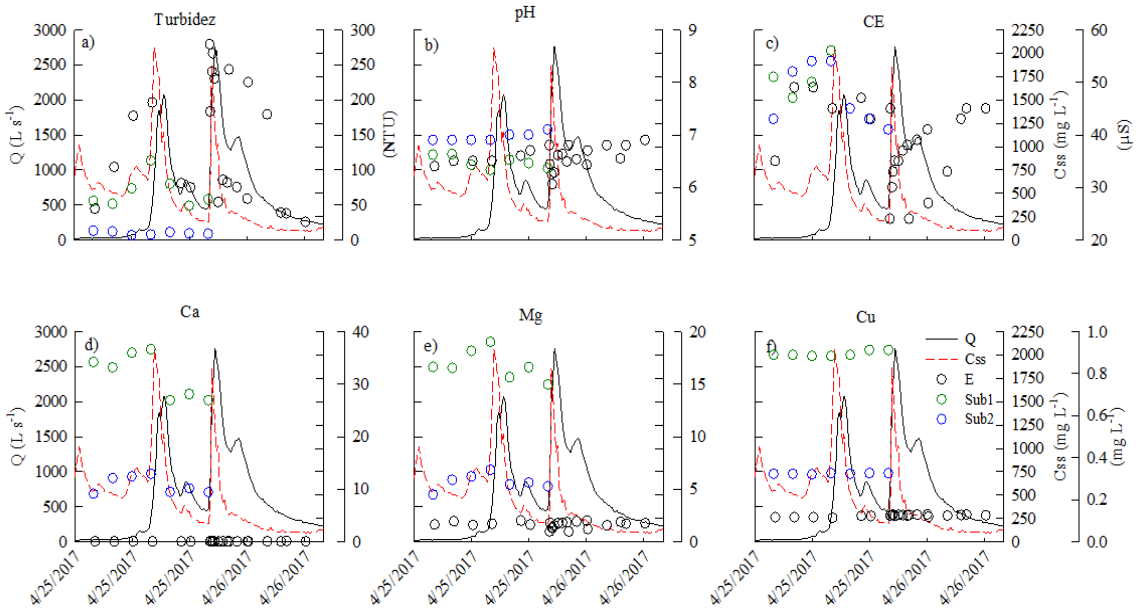


Figura 3 - Concentração dos elementos durante evento de chuva ocorrido no dia 25/04/2017.

A CE foi ligeiramente maior no ponto Exutório em relação às sub-bacias, diminuindo com o aumento da vazão e CSS no Exutório, e aumentando com a ascensão dos mesmos para as sub-bacias (Figura 3c). A CE maior observada no Exutório, ponto referente à maior bacia avaliada, se relaciona com a maior área de contribuição desse ponto e, assim, maiores concentrações de elementos advindos do escoamento superficial (Macedo, 2006).

A tendência de diminuição da CE com o aumento da vazão está relacionada com a entrada inicial da água retida no perfil de solo, que apresenta menor condutividade (Deffontis et al., 2013; Girardi et al., 2016). Também sofre influência do processo de diluição, resultante da água da chuva que chega ao curso hídrico com menor condutividade. O aumento da CE com o aumento da vazão e da CSS para as sub-bacias pode ser resposta ao uso e manejo do solo inserido em sua área de contribuição, resultando em elevadas concentrações de escoamento superficial provenientes de áreas agrícolas antropizadas (Libanio, 2005; Macedo, 2006).

Os parâmetros químicos Ca, Mg, Cu, Fe e K (Figuras 3 e 4) tiveram maior concentração na bacia de menor área, e menor concentração na bacia maior. Esse comportamento pode ser explicado pelo efeito de diluição de suas concentrações com a incidência de maiores vazões.

As concentrações desses parâmetros diminuíram com o aumento do hidrograma e sedimentograma em todas as bacias avalias, com exceção do Cu, que não apresentou variação significativa no decorrer do evento. As concentrações de Zn aumentaram com o aumento da vazão e da CSS para todas as bacias, sendo as maiores concentrações do elemento observadas nas sub-bacias, com pouca variação entre as concentrações do elemento para as sub-bacias Sub 1 e Sub 2, as menores concentrações ocorreram no Exutório para todos os eventos.

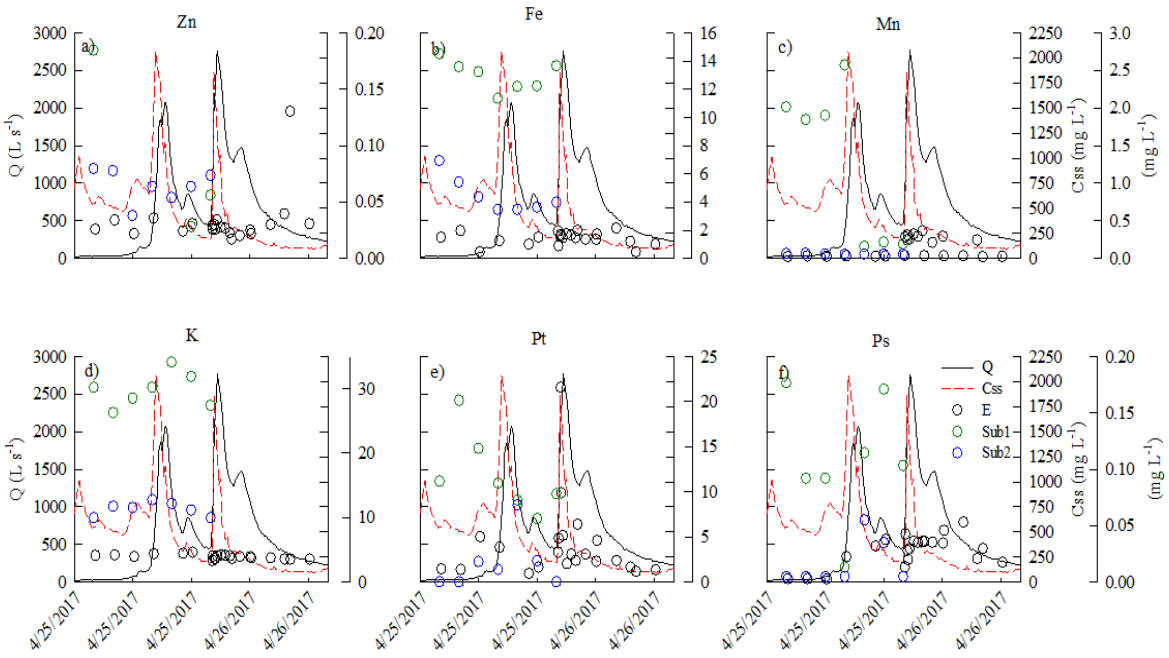


Figura 4 - Concentração dos elementos durante evento de chuva ocorrido no dia 25/04/2017.

O aumento na concentração de Mn durante os picos do hidrograma e sedimentograma foi sutil, sendo mais evidente para a sub-bacia menor. O P total e o P solúvel tiveram comportamento semelhante ao hidrograma e ao sedimentograma, aumentando nos períodos de pico do evento, em todas as bacias. As maiores concentrações dos elementos ocorreram na sub-bacia menor, enquanto as menores concentrações ocorreram de forma semelhante entre bacia intermediária e a bacia maior.

A avaliação do comportamento dos parâmetros de qualidade da água diante do efeito de escala é importante para compreender variações distintas, identificando as características que influenciam no processo erosivo. Ao estudar duas bacias hidrográficas pareadas, sendo uma preservada e a outra com elevado grau de antropização, Girardi et al. (2016) constataram que a variação das alterações na qualidade da água tende a ser menor em áreas mais preservadas, tanto em períodos secos quanto durante eventos de chuva. As concentrações de parâmetros químicos, principalmente de metais pesados, tendem a ser reduzidos em ambientes com uso do solo predominantemente florestal ou com pastagens (Rakotondrabe et al., 2018; Van Der Hoven et al., 2017). Entretanto, mesmo em áreas com altos índices de uso florestal (> 70%), altas densidades populacionais tendem a reduzir significativamente a qualidade da água (Kändler et al., 2017).

4. CONCLUSÕES

A alteração da qualidade da água se encontra intimamente relacionada com as atividades antrópicas exercidas na bacia hidrográfica, e com a dinâmica hidrológica local, alterando a capacidade erosiva, o escoamento superficial e, consequentemente, o carreamento de compostos provenientes de adubação e

herbicidas. A precipitação, diante de seu volume e intensidade, é capaz de predizer a intensidade do processo erosivo, que varia conforme o tipo de cobertura do solo. Desse modo, mesmo não havendo uma comparação entre parâmetros antes e depois do incremento florestal na área considerada de elevada fragilidade ambiental, a floresta tende a amortizar os processos erosivos, dada a menor intensidade de revolvimento e práticas culturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, Jan. 2013.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22 ed. Denver. Ed: APHA, 2012.

BALBINOT, R. et al. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência,** Guarapuava, v. 4, n. 1, p. 131–149, Jan./Abr. 2008.

DALBIANCO, L. **Simulação hidrossedimentológica com o modelo lisem em uma pequena bacia hidrográfica rural.** 2013. 91 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

DEFFONTIS, S. et al. Impact of dry weather discharges on annual pollution from a separate storm sewer in Toulouse, France. **Science of the Total Environment**, v. 452–453, p. 394–403, 2013.

GIRARDI, R. et al. Water quality change of rivers during rainy events in a watershed with different land uses in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, n. 3, p. 514–524, jul./set. 2016.

GYAWALI, S. et al. Assessment of Relationship between Land uses of Riparian Zone and Water Quality of River for Sustainable Development of River Basin, A Case Study of U-Tapao River Basin, Thailand. **Procedia Environmental Sciences**, v. 17, p. 291–297, 2013.

KAISER, D. R. et al. High Nitrogen Fertilization of Tobacco Crop in Headwater Watershed Contaminates Subsurface and Well Waters with Nitrate. **Journal of Chemistry**, v. 2015, Jan. 2015.

KÄNDLER, M. et al. Impact of land use on water quality in the upper Nisa catchment in the Czech Republic and in Germany. **Science of the Total Environment**, v. 586, p. 1316–1325, Feb. 2017.

KIM, J. Y. et al. Application of multivariate analysis to determine spatial and temporal changes in water quality after new channel construction in the Chilika Lagoon. **Ecological Engineering**, v. 90, p. 314–319, Feb. 2016.

LIBANIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3ª ed. São Paulo: Ed. Atomo, 2005. 444 p.

MACEDO, J. A. B. **Introdução a química ambiental**. 2ª. Ed. Juiz de Fora: Ed. CRQ-MG, 2006. 1027 p.

MCGRANE, S. J. et al. During a winter of storms in a small UK catchment, hydrology and water quality responses follow a clear rural-urban gradient. **Journal of Hydrology**, v. 545, p. 463–477, 2017.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. G. Impact on sediment yield due to the intensification of tobacco production in a catchment in Southern Brazil. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 669–672, 2006.

MINELLA, J. P. G. et al. Identificação e implicações para a conservação do solo e das fontes de sedimentos em bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 1, p. 1637–1646, 2007.

MINELLA, J. P. G. et al. Long-term sediment yield from a small catchment in southern Brazil affected by land use and soil management changes. **Hydrological Processes**, Nov. 2017.

PARK, J. Y.; ALE, S.; TEAGUE, W. R. Simulated water quality effects of alternate grazing management practices at the ranch and watershed scales. **Ecological Modelling**, v. 360, p. 1-13, Jul. 2017.

RAKOTONDRABE, F. et al. Water quality assessment in the Bétaré-Oya gold mining area (East-Cameroon): Multivariate statistical analysis approach. **Science of the Total Environment**, v. 610–611, p. 831–844, Aug. 2018.

RODRIGUES, M. F. et al. Hydrosedimentology of nested subtropical watersheds with native and eucalyptus forests. **Journal of Soils and Sediments**, v. 14, 2014.

SHI, P. et al. Influence of land use and land cover patterns on seasonal water quality at multi-spatial scales. **Catena**, v. 151, p. 182 - 190, Dec. 2017.

SINGH, S.; MISHRA, A. Spatiotemporal analysis of the effects of forest covers on stream water quality in Western Ghats of peninsular India. **Journal of Hydrology**, v. 519, p. 214-224 Jul. 2014.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4ª ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2014. 470 p.

TAMBOSI, L. R. et al. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 151–162, 2015.

TIECHER, T. et al. Tracing sediment sources in two paired agricultural catchments with different riparian forest and wetland proportion in southern Brazil. **Geoderma**, v. 285, p. 225–239, 2017.

VAN DER HOVEN, C. et al. The impact of various land uses on the microbial and physicochemical quality of surface water bodies in developing countries: Prioritisation of water resources management areas. **Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management**, v. 8, p. 280–289, 2017.

VIALLE, C. et al. Monitoring of water quality from roof runoff: Interpretation using multivariate analysis. **Water Research**, v. 45, n. 12, p. 3765–3775, Apr. 2011.

WALLACE, J.; CHAMPAGNE, P.; HALL, G. Multivariate statistical analysis of water chemistry conditions in three wastewater stabilization ponds with algae blooms and pH fluctuations. **Water Research**, v. 96, p. 155–165, Mar. 2016.

Caracterização de pomares de oliveiras em um recorte espacial no Rio Grande do Sul utilizando ferramentas de Geoprocessamento

Characterization of olive orchards in a spatial cutout in Rio Grande do Sul using Geoprocessing tools

Letiéri da Rosa Freitas[1]
Aline Biasoli Trentin[2]

[1]Universidade Federal de Santa Maria – Departamento de Solos. Av. Roraima, 1000 – Santa Maria - RS, Brasil. letierifreitas@gmail.com

[2]Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Av. Antônio Trilha, 1847 - São Gabriel - RS, Brasil. alinetrentin@unipampa.edu.br

Resumo: A partir dos anos 2000 iniciaram-se algumas pesquisas para avaliar a viabilidade de plantios comerciais da oliveira no Brasil. O objetivo deste trabalho é verificar se alguns pomares de oliveiras estão em áreas aptas no zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul, além de caracterizar o uso e cobertura da terra, declividade e altitude de alguns pomares da região, para auxiliar novos estudos. Foram coletados pontos de GPS em pomares de Caçapava do Sul e Cachoeira do Sul. Para elaboração do mapa de uso e cobertura da terra utilizou-se uma imagem do satélite *Landsat* 8, classificada a partir do algoritmo *Bhattacharya*. Referente ao relevo, utilizou-se dados obtidos a partir do SRTM, definindo-se para o mapa da altitude a cota mínima 0 m e a máxima 600 m; e para o mapa de declividade foi utilizado o intervalo definido pela Embrapa (1999). Os pomares localizam-se na zona de plantio de oliveiras recomendado no zoneamento. Considerando o uso e cobertura da terra, os pomares distribuem-se na porção com maior interferência de áreas agricultáveis. Quanto ao relevo, destacam-se as altitudes maiores que 30 m e declividades até 20%. Novos estudos de caracterização das áreas de plantio e quais áreas tem potencial devem ser realizados.
Palavras-chave: Landsat 8, zoneamento, características ambientais, *Olea europaea* L.

Abstract. From the 2000's some research started to evaluate the viability of commercial olive orchard in Brazil. The aim of this work is to verify if some olive orchards are in suitable areas in the agroclimatic zoning of Rio Grande do Sul, in addition to characterizing the use and land cover, slope and altitude of some orchards in the region, to assist new studies. GPS points were collected in orchards of Caçapava do Sul and Cachoeira do Sul. A map of Landsat 8 satellite, classified using the Bhattacharya algorithm, was used to elaborate the land cover map. Regarding the relief, was used data obtained from SRTM, defining for the altitude map the minimum altitude 0 m and maximum 600 m; and for the declivity map, the interval defined by Embrapa (1999) was used. The orchards are located in the zone of planting of olive trees recommended in the zoning. Considering the land use and cover, the orchards are distributed in the portion with greater interference of agricultural areas. As for the relief, stand out the altitudes larger than 30 m and declivities up to 20%. New studies characterizing the planting areas and which areas have potential should be realized.
Key words: Landsat 8, zoning, environmental characteristics, *Olea europaea* L.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores importadores de azeite de oliva e azeitonas, produtos que são provenientes do cultivo da Oliveira (*Olea europaea* L.). Na última década vem crescendo a área cultivada com oliveiras em todo o Brasil, concentrando-se em alguns estados do sul e sudeste. No Rio Grande do Sul, o plantio vem aumentando a cada ano, concentrando-se na metade sul do estado onde há condições climáticas

e ambientais mais adequadas para o desenvolvimento dessa espécie. Um bom desenvolvimento se dará em função da escolha de cultivares mais adequadas para cada região, aliado aos resultados dos experimentos que estão sendo desenvolvidos por diversas entidades da região sul do Brasil (COUTINHO et al, 2009).

A oliveira chegou no Brasil no início do século 19, (NETO et al, 2008) e apesar do tempo que está no Brasil, somente a partir dos anos 2000 iniciaram-se algumas pesquisas para avaliar a viabilidade de plantios comerciais da espécie. Wrege et al (2009) disponibilizaram uma publicação com o mapa do zoneamento da espécie para o Rio Grande do Sul, que foi realizado através de um cálculo de riscos informando as regiões recomendadas, recomendadas com restrições e não recomendadas para o cultivo da oliveira no estado.

Com o geoprocessamento, que é uma ferramenta eficaz no que diz respeito à precisão, confiabilidade e velocidade na geração de dados relativos à avaliação ambiental (DA SILVA e ZAIDAN, 2007), é possível auxiliar em estudos ambientais voltados ao desenvolvimento da cultura da oliveira. Essas novas informações podem ser geradas em SIG (Sistema de Informações Geográficas), que apresentam diversas funções de integração e processamento de dados. Para informações referentes a cobertura da terra, imagens podem ser obtidas por diversos satélites, entre eles o *Landsat* (*Land Remote Sensing Satellite*), uma série de satélites que fornece imagens gratuitas há mais de 40 anos. A disponibilidade de sensores orbitais com diferentes resoluções espaciais, temporais e radiométricas, operando e imageando a superfície terrestre simultaneamente permite ampliar a abordagem dos estudos acerca do comportamento espectral da vegetação (FONTANA et al, 2015). Utilizando-se essas ferramentas é possível gerar dados que podem auxiliar na caracterização de áreas, avaliando seu uso atual e aptidão para diversos fins (agricultura, silvicultura, fruticultura, pecuária...).

O objetivo deste trabalho é verificar se alguns pomares de oliveiras estão dentro do zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul, além de caracterizar o uso e cobertura da terra da região, declividade e altitude de alguns pomares para auxiliar novos estudos.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

A área de estudo localiza-se na metade sul do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), e compreende os municípios de Caçapava do Sul e Cachoeira do Sul, onde foram coletados pontos de GPS (*Global Positioning System*) em alguns pomares de oliveiras localizados nesses municípios. Inicialmente, verificou-se se os pomares onde foram coletados os pontos de GPS estavam inseridos em áreas preferenciais do zoneamento agroclimático da oliveira para o Rio Grande do Sul, segundo o mapa elaborado por Wrege et al (2009).

Para a elaboração do mapa de uso e cobertura da terra foi obtida imagem gerada pelo sensor OLI (*Operational Land Imager*) do satélite Landsat 8, órbita/ponto 221/081, junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Para o processamento dessas imagens foram utilizadas três bandas espectrais (3 (verde), 4 (vermelho) e 5 (Infravermelho próximo)). As imagens do Landsat 8 são datadas de 08 de fevereiro de 2018. As imagens foram processadas no *software* Spring versão 5.3. Para melhor processamento das imagens foi feito um recorte espacial para a área que abrange os pontos coletados no GPS.

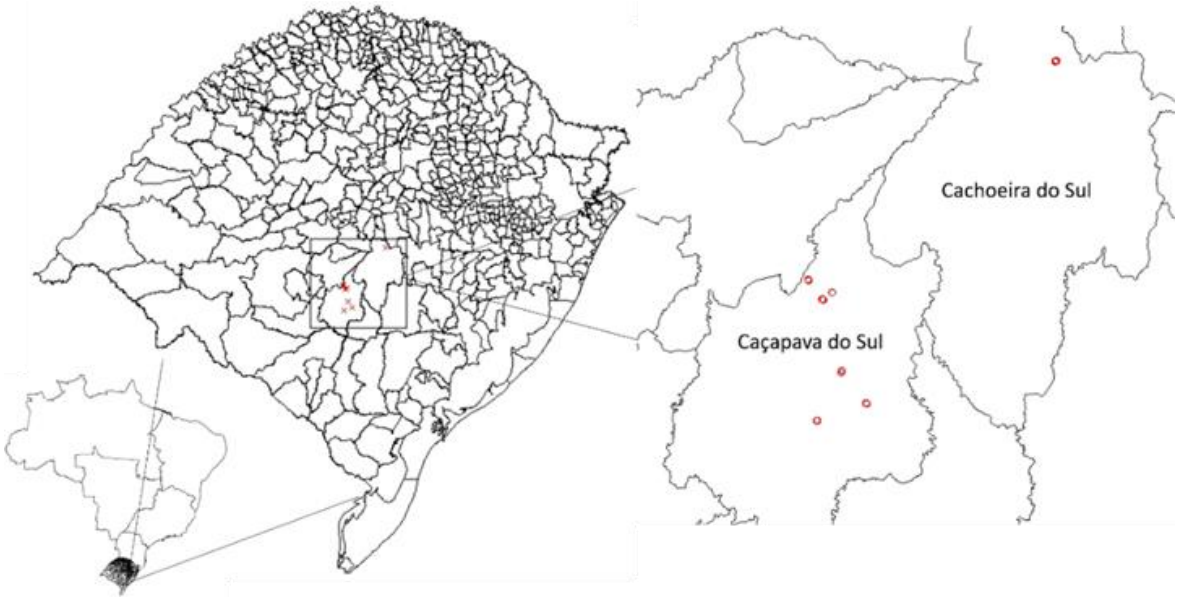


Figura 1: Localização dos pomares.

Durante o processamento das imagens fez-se a composição colorida 453RGB para que a interpretação visual da imagem fosse facilitada, além do uso da ferramenta contraste. Foi realizada a segmentação da imagem para posteriormente fazer a aquisição de amostras para cada tema de uso e cobertura da terra. O classificador de imagens escolhido foi o *Bhattacharya* com limiar de aceitação de 99,9%. As classes de uso e cobertura da terra consideradas no presente estudo foram: solo exposto, vegetação arbórea, campo/pastagem, cultura agrícola e água.

Foram utilizados para análise de altitude e declividade do relevo, dados obtidos a partir do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com resolução espacial de 90 metros (WEBER et al, 2004), adquiridos da *U.S. Geological Survey*. Para elaboração do mapa de altitude da área de estudo foram considerados a cota mínima 0 m e a cota máxima 600 m. De 0 a 230 m, as cotas foram distribuídas em intervalo de 40 m, pois a maioria das cotas se concentram nesse limite, de 230 a 600 m foram feitas duas classes. Essa distribuição foi realizada para que o mapa fosse mais fiel da área de estudo, sendo que antes da definição desse intervalo foi feita uma análise através da ferramenta de “fatiamento MNT (Modelo Numérico de Terreno)”. Para elaboração do mapa de declividade foi utilizado o intervalo definido pela Embrapa (1999), dividindo-se em seis classes (VALERIANO, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os pomares localizados em Caçapava do Sul estão em uma zona de plantio de oliveiras recomendado pelo zoneamento agroclimático proposto por Wrege et al (2009). Isso vai de acordo com o que foi visto em campo, já que na região muitos pomares estão produzindo e existem pomares que estão sendo implantados. Já os pomares localizados em Cachoeira do Sul, estão em uma zona conflito entre o recomendado e não recomendado. Segundo Coutinho et al (2009), as melhores regiões no estado para o plantio situam-se no Oeste e na Metade Sul, sendo que mesmo nas regiões favoráveis existem riscos climáticos, e que em parte da Depressão Central não é recomendado o cultivo da oliveira, devido à elevada

umidade relativa na época de florescimento. Como Cachoeira do Sul é um munícipio da região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, é importante fazer uma ressalva que em algumas partes do munícipio a oliveira vem sendo cultivada com sucesso. Isso também pode ser atribuído ao microclima que ocorre em certas regiões do município, devido diferenças na altitude e declividade do terreno.

O mapa de uso e cobertura da terra (Figura 2) mostra que na porção centro e norte da área de estudo concentram-se áreas agrícolas, bem como campo/pastagem. Mesmo com desempenho do algoritmo de 100% na classificação da imagem Landsat, pode ser observado um mosaico entre essas duas classes. Isso pode ter relação com uma confusão entre os níveis espectrais no momento da escolha das amostras para cada classe. Em relação a classe vegetação arbórea verifica-se uma concentração maior no entorno de cursos d'água em toda a área de estudo, bem como a formação de áreas maiores na porção sul, que podem estar relacionadas a áreas de silvicultura.

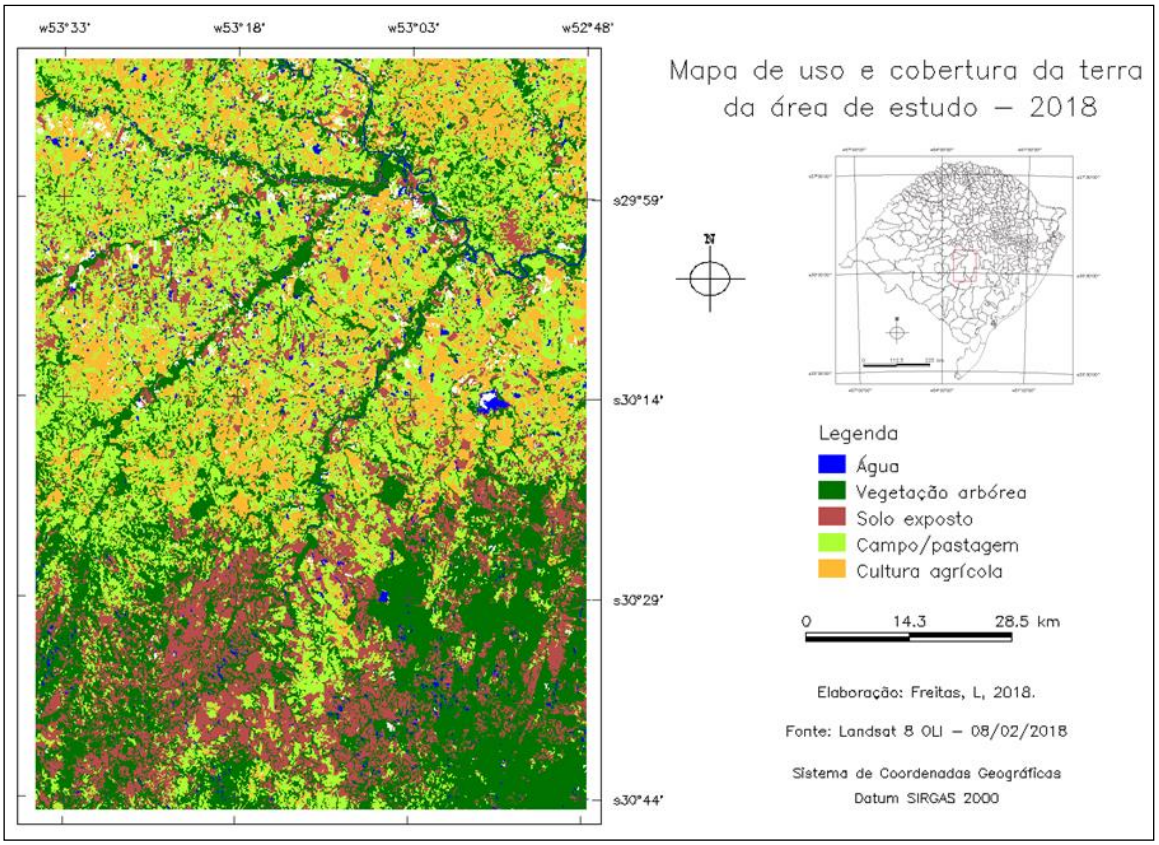


Figura 2: Mapa de uso e cobertura da terra da área de estudo.

A classe de uso com maior área foi campo/pastagem (2475,50 km²), seguido de vegetação arbórea (2469,71 km²), solo exposto (1436,50 km²), cultura agrícola (1231,23 km²) e água (147,97 km²) (Tabela 1).

Segundo um estudo realizado por Echer et al (2015) sobre os usos da terra no bioma Pampa, a classe predominante foi pastagem, sejam elas nativas oriundas da própria matriz campestre ou cultivadas, notando-se que a pecuária ainda prevalece no bioma Pampa. Segundo os mesmos autores isso mantém a tradição existente, além de ser o uso defendido por pesquisadores como a atividade com maior possibilidade para compatibilizar conservação do bioma e rentabilidade econômica

se for manejada corretamente - com baixa lotação de animais por hectare e com melhoramento dos campos nativos.

Tabela 1: Cálculo de áreas pelo classificador *Bhattacharya*.

Classe	Área (km²)
Água	147,97
Vegetação arbórea	2469,71
Solo exposto	1436,50
Campo/pastagem	2475,50
Cultura agrícola	1231,23
Área total das classes	7760,94

De acordo com um estudo realizado por Fantinel et al (2016) sobre caracterização ambiental do Alto Camaquã (Caçapava do Sul e Santana da Boa Vista – que estão no recorte realizado para este estudo - foram duas das oito cidades avaliadas) utilizando o SIG, a classe temática “floresta” foi predominante, podendo ser explicado principalmente pelo aumento de empresas do ramo da silvicultura de povoamentos de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp.. O foco de expansão da atividade florestal está centrado na metade sul do estado, devido aos baixos índices socioeconômicos, mão de obra barata, estrutura agrária baseada em grandes extensões de terra e a situação econômica precária dos produtores de gado (MATEUS E PADILHA, 2017). Além disso, nesta classe corresponde também à vegetação ciliar e capões.

A classe solo exposto, além de áreas que estão em pousio, também agrupa áreas de mineração e áreas com rochas, que é comum em Caçapava do Sul e região. Em Caçapava do Sul, feições geomorfológicas conferem um caráter singular na configuração da paisagem regional, formada pela diversidade de vales e serras, afloramentos rochosos e vegetação típica do Bioma Pampa (DEGRANDI e FIGUEIRÓ, 2012). Quanto as culturas agrícolas, a maioria dos cultivos de arroz e soja ainda não haviam sido colhidos na data da imagem (fevereiro), e em alguns locais poderiam estar iniciando as colheitas de arroz (IRGA, 2018).

No mapa de altitude (Figura 3) foi possível verificar que os pomares de Cachoeira do Sul concentram-se em um intervalo de altitude de 30-70 m. Em Caçapava do Sul, observou-se que os pomares encontram-se em diversas classes de altitude: 30-70, 70-110, 190-230 e 300-600 m, não sendo este um fator determinante para a implantação da cultura.

Devido ao clima mais ameno e favorável ao desenvolvimento da oliveira, a cultura consegue se desenvolver em diversas altitudes no estado. Porém, em estados como São Paulo, a altitude é um fator determinante, já que somente na serra o clima é mais favorável para a cultura (BERTONCINI, 2012).

O mapa da declividade (Figura 4) indica que em Cachoeira do Sul os pomares localizam-se em uma área de relevo plano, com declividade de 0 a 3%. No munícipio de Caçapava do Sul os pomares estão localizados em várias classes de relevo de plano até ondulado (0-3, 3-8 e 8-20%).

A declividade é um fator importante na cultura das oliveiras, pois existem inúmeros sistemas de alinhamento do plantio, com recomendações para cada tipo de terreno. Nos relevos planos os mais usuais são o quadrado, o retângulo, o

triângulo equilátero, enquanto que nos relevos com declividade entre 5 e 12%, o plantio em contorno deve ser o preferido (COUTINHO et al, 2009).

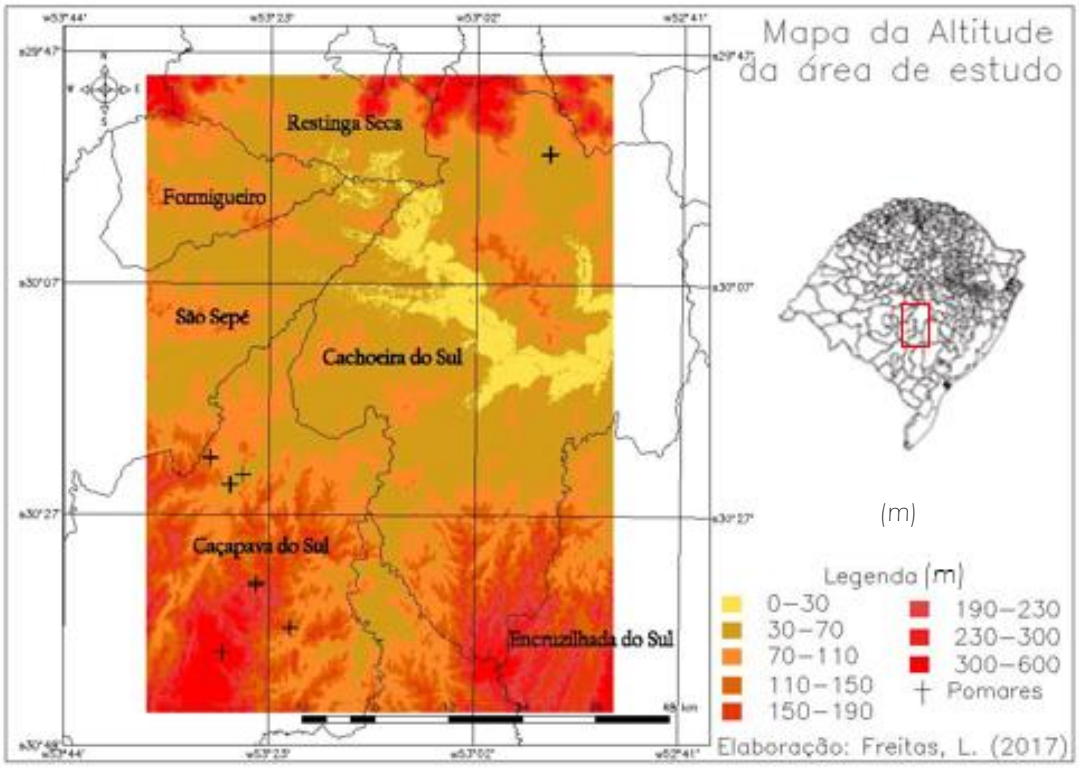


Figura 3: Mapa da Altitude da área de estudo.

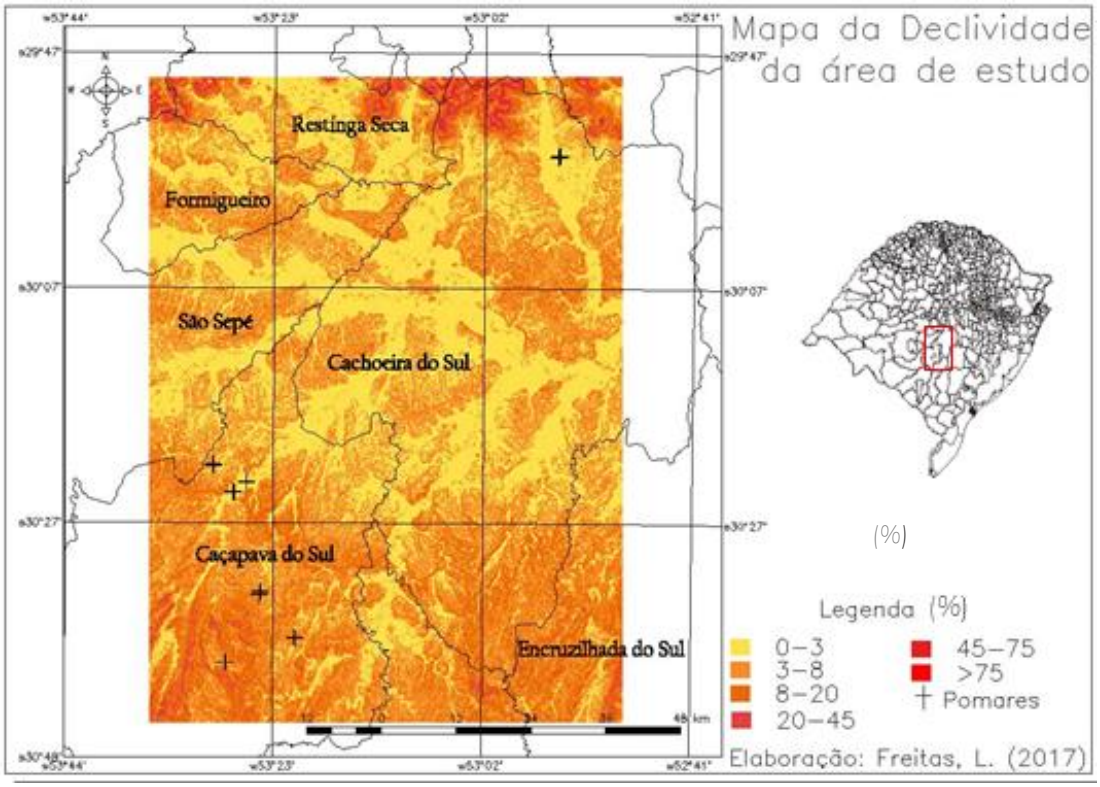


Figura 4: Mapa da Declividade da área de estudo.

4. CONCLUSÕES

Observou-se que os pomares de oliveiras onde foram coletados os pontos de GPS estão inseridos em locais aptos a cultura de acordo com o zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul proposto por Wrege et al (2009). No entanto, alguns cultivos se encontram em áreas conflitantes e que são produtivas. Por isso, apesar da grande importância do trabalho desenvolvido por Wrege et al (2009), sugere-se uma atualização nesse trabalho para auxiliar produtores e possíveis novos produtores do cultivo da oliveira.

A classe campo/pastagem foi predominante quanto ao uso do solo, concordando com o uso típico do bioma Pampa. Com relação a altitude, observa-se que os pomares de Caçapava do Sul estão distribuídos em diversas classes, de 30 até 600 m, e em Cachoeira do Sul, entre 30 e 70 m. Já com relação à declividade, os pomares de Cachoeira do Sul encontram-se em locais mais planos, com valores de 0 a 3%; e em Caçapava do Sul, uma amplitude maior que vai de 0 a 20%. Novos estudos devem ser realizados para melhor caracterização das áreas de plantio e quais áreas tem potencial para o plantio de oliveiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTONCINI, E.I. Cultivo de oliveiras no estado de São Paulo. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 9, n. 2, Jul-Dez. 2012.
COUTINHO, E. F.; RIBEIRO, F. C.; CAPPELLARO, T. H. (Ed.). **Cultivo de Oliveira** (*Olea europaea* L.). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 125 p.

DA SILVA, J.X.; ZAIDAN, R.T. **Geoprocessamento & Análise ambiental: aplicações**. 2a Edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 368 p.

DEGRANDI, S.M.; FIGUEIRÓ, A.S. Patrimônio Natural e Geoconservação: a geodiversidade do município gaúcho de Caçapava do Sul. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v.5, n.2, mai/ago-2012, pp.173-196.

ECHER, R. et al. Usos da terra e ameaças para a conservação da biodiversidade no bioma Pampa, Rio Grande do Sul. **Revista Thema**, [S.l.], v. 12, n. 2, p. 4-13, abr. 2015. ISSN 2177-2894.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. **EMBRAPA**-SNLCS, Rio de Janeiro, 1979. 83p. Disponível em: <http://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i00006739_001.pdf> Acesso em: 20 de julho de 2018.

FANTINEL, R.A. et al. Caracterização Ambiental por meio do mapeamento temático utilizando Sistemas de Informação Geográfica no Alto Camaquã – RS. **Ciência e Natura**, [S.l.], v. 38, n. 3, p. 1372-1381, set. 2016.

FONTANA, D.C. et al. Landsat-8 OLI and TERRA/MODIS na aquisição de dados para o monitoramento dos campos naturais do bioma Pampa. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE. P 2775-2781. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0548.pdf>. Acesso em: 04 de junho de 2017.

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ - IRGA. **Estado registra início da colheita do arroz.** Disponível em: <http://irga.rs.gov.br/estado-registra-inicio-da-colheita-do-arroz>. Acesso em: 08/08/2018.

MATEUS, R.J.G.; PADILHA, D.G. Avaliação Multicritério da fragilidade do território no Brasil: A Silvicultura no Estado do Rio Grande do Sul. **Finisterra,** LII, 104, 2017, pp. 73-104. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/finisterra/article/view/6971>. Acesso em: 05/09/2018.

NETO, J. V. et al. Aspectos técnicos da cultura da oliveira. Boletim técnico n° 88. **EPAMIG**, Belo Horizonte, MG. 2008. 56 p.

VALERIANO, M. M. Topodata: guia para utilização de dados geomorfológicos locais. São José dos Campos: **INPE**, 2008. 72 p.

WEBER, E.; HASENACK, H.; FERREIRA, C.J.S. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação.** Porto Alegre, UFRGS, Centro de Ecologia. 2004. ISBN 978-85-63843-02-9. Disponível em http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo.

WREGE, M. S. et al. Zoneamento Agroclimático para Oliveira no Estado do Rio Grande do Sul. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2009. 24p.

Identificação de mudanças no crescimento florestal a partir de dados espectrais

Identification of changes in forest growth from spectral data

Elisiane Alba[1]
Juliana Marchesan[1]
Bruna Andriéli Simões de Oliveira[2]
Roberta Aparecida Fantinel[3]
Rudiney Soares Pereira[2]

[1]Mestrado em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Av. Roraima nº 1000, Bairro Camobi, Santa Maria-RS
elisianealba@gmail.com, marchesan.ju@gmail.com

[2]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Av. Roraima nº 1000, Bairro Camobi, Santa Maria-RS
brunasimoess@hotmail.com; rudiney.s.pereira@gmail.com.

[3]Eng. Florestal, Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA
Av. Antônio Trilha nº 1847, São Gabriel - RS
fantinel.ar@gmail.com

Resumo: Objetivo do estudo foi avaliar a capacidade dos dados OLI/Landsat 8 na caracterização de povoamentos florestais de *Eucaliptos grandis* em diferentes idades a partir da resposta espectral. Utilizou-se para esse estudo, dados OLI/Landsat 8, em que a área de estudo foi recoberta por uma única cena, a qual passou pelo processo de calibração radiométrica, transformando os números digitais em reflectância planetária e na sequência convertida para à reflectância de superfície com a eliminação dos efeitos atmosféricos. Posteriormente, realizou-se a extração da resposta espectral das bandas do sensor OLI/Landsat 8 para a caracterização espectral dos povoamentos. A diferenciação das idades foi com base na resposta espectral na faixa do vermelho e infravermelho próximo de povoamentos de Eucalyptus grandis aos 4, 18 e 23 anos. Observou-se que o aumento da idade propiciou a diminuição da reflectância na banda do infravermelho próximo e a absorção na banda do vermelho. Imagens OLI/Landsat 8 podem ser utilizadas para a caracterização do comportamento de povoamentos florestais, permitindo o monitoramento do crescimento ao longo do ciclo produtivo.
Palavras-chave: OLI/Landsat 8, plantios homogêneos, sensoriamento remoto, resposta espectral.

Abstract: The objective of the study was to evaluate the OLI/Landsat 8 data capacity in the characterization of forest stands of *Eucalyptus grandis* at different ages from the spectral response. It was used for this study, OLI / Landsat 8 data, where the study area was covered by a single scene, which underwent the radiometric calibration process, transforming the digital numbers into planetary reflectance and converted to surface reflectance with the elimination of atmospheric effects. Subsequently, the spectral response of the OLI / Landsat 8 sensor bands was performed for the spectral characterization of the stands. Differentiation of ages was based on the spectral response in the red and near infrared bands of *Eucalyptus grandis* stands at 4, 18 and 23 years. It was observed that the increase in age allowed the reduction of the reflectance in the near infrared band and the absorption in the red band. OLI / Landsat 8 images can be used to characterize the behavior of forest stands, allowing the monitoring of growth throughout the productive cycle.
Keywords: OLI/Landsat 8, homogeneous plantings, remote sensing, spectral response.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o boletim informativo Ibá (2015), as florestas plantadas no Brasil ocuparam uma área de 7,74 milhões de hectares em 2014, correspondendo a 0,9% do território nacional. Dentre esse total, 71,9% estão ocupados com espécies do gênero *Eucalyptus*, 20,5% com Pinus e 7,6% com as demais espécies florestais cultiváveis.

Entretanto, a avaliação do crescimento dos povoamentos florestais de altos investimentos, tempo e mão de obra, uma vez que os povoamentos florestais ocupam grandes extensões e por vezes, em difícil acesso. Assim, com o propósito de incrementar os dados obtidos a campo, as técnicas e métodos de sensoriamento remoto são aplicados ao estudo dos plantios comerciais visando maximizar a produtiva e rapidez na tomada de decisões.

A associação dos dados de sensoriamento remoto com objetos na superfície terrestre engloba o processo de interação da radiação eletromagnética com o alvo em estudo (PONZONI et al., 2015). Essa relação, normalmente, é expressa pelos valores de reflectância, a qual consiste em uma variável física que permite relacionar os dados espectrais com os parâmetros situados a campo (PONZONI et al., 2012).

Assim, o objetivo do estudo é avaliar a capacidade dos dados OLI/Landsat 8 na caracterização de povoamentos florestais de *Eucalyptus grandis* em diferentes idades a partir da resposta espectral.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Caracterização da área de estudo**

A área de estudo está localizada entre as latitudes 32º 33’ 22” a 32º 41’ 03” Sul e longitudes 52º 30’ 29” a 52º 25’ 20” Oeste, situada no município de Rio Grande no estado do Rio Grande do Sul, possuindo aproximadamente 5.800 hectares de áreas reflorestadas com as espécies de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis.*

Segundo classificação de Koppen-Geiger o clima é subtropical úmido do tipo Cfa1, com temperatura média anual de 16,5 °C a 18,0 °C e a precipitação média anual oscila entre 1.186 a 1.423 mm. A área de estudo apresenta solos originados de sedimentos quaternários do tipo Neossolo Quartzarênico, apresentando características predominantemente arenosas, mal drenadas e compostas de um relevo plano em toda sua extensão, o qual se eleva apenas alguns metros do nível do mar (CUNHA et al., 1996). Baseando-se em análise dos dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), Weber et al., (2004) observaram que a área de estudo apresenta altitudes variando de 1 a 25 metros.

2.2 **Processamento das imagens**

Para a abordagem espectral utilizou-se uma imagem do satélite Landsat 8, sensor OLI na Órbita/ponto 221-083, a partir das bandas da região do visível e infravermelho (B4 e B5, respectivamente), referentes a data 30 de agosto de 2013. De modo a tornar possível a obtenção do comportamento espectral dos povoamentos florestais, os Números Digitais (NDs) da imagem original foram transformados em reflectância bidirecional no topo da atmosfera, inserindo os parâmetros intrínsecos do satélite. A reflectância bidirecional de superfície foi gerada pelo *software Environment for Visualizing Images* (ENVI 5.1®), por meio do

algoritmo *Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes* (FLAASH) (ACHARYA et al., 1999).

Comumente é observada a resposta da vegetação ao longo da região do espectro abrangido pelas bandas multiespectrais dos satélites, porém as maiores diferenças quando comparado espécies florestais, encontram-se ao utilizar a faixa do infravermelho próximo e a do vermelho. Diante disso, estabeleceu-se a relação entre a resposta espectral dos povoamentos de *E. grandis* em diferentes idades utilizando as bandas do infravermelho próximo (B5) e do vermelho (B4), buscando a diferenciação dos estágios de crescimento de acordo com cada espécie. A reflectância de superfície foi extraída dos pixels visitados a campo, em povoamentos de *E. grandis*, por meio de uma rotina de computação em Linguagem R, exportando um arquivo organizado em formato cvs (*Comma-separate values*).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise exploratória dos dados, identificou-se o comportamento de cada banda espectral e índice de vegetação nas diferentes fases de crescimento dos povoamentos. A Tabela 1 demonstra o comportamento dos dados em povoamentos de 4, 18 e 22 anos de idade de *E. grandis*. Dentre os dados espectrais, os maiores desvios foram encontrados na banda do Infravermelho próximo (B5) em ambas as idades de análise.

Tabela 1. Média e desvio padrão dos dados espectrais com as parcelas de plantios florestais.

Bandas espectrais	**Povoamentos florestais**		
	4 anos de idade	18 anos de idade	22 anos de idade
B2	0,005 ± 0,001	0,007 ± 0,001	0,007 ± 0,001
B3	0,016 ± 0,002	0,018 ± 0,001	0,018 ± 0,002
B4	0,010 ± 0,001	0,012 ± 0,001	0,014 ± 0,001
B5	0,380 ± 0,019	0,335 ± 0,015	0,311 ± 0,015
B6	0,088 ± 0,005	0,079 ± 0,004	0,081 ± 0,006
B7	0,028 ± 0,002	0,024 ± 0,001	0,027 ± 0,003

A relação entre a resposta espectral dos povoamentos de *E. grandis* em diferentes idades foi analisada a partir da relação das bandas B5 e B4, as quais melhor evidenciam as características da vegetação. Desse modo, a Figura 1 demonstra o comportamento espectral dos plantios de *E. grandis* aos 4, 18 e 23 anos de idade.

Os povoamentos comerciais apresentaram comportamentos distintos em cada fase de crescimento, demonstrando que a resposta espectral é sensível ao estágio de desenvolvimento dos indivíduos. No entanto, aos 4 anos de idade, os povoamentos apresentaram valores superiores de reflectância na banda B5 e maior absorção na banda B4, quando comparada com as demais idades.

Analisando-se os povoamentos aos 18 anos, constatou-se que o valor máximo de reflectância na banda B5 foi de 0,362 e a mínima reflectância na banda B4 foi de

0,0113. Todavia, a resposta espectral máxima apresentada aos 23 anos na banda B5 foi de 0,325 e mínima de 0,013 para a banda B4.

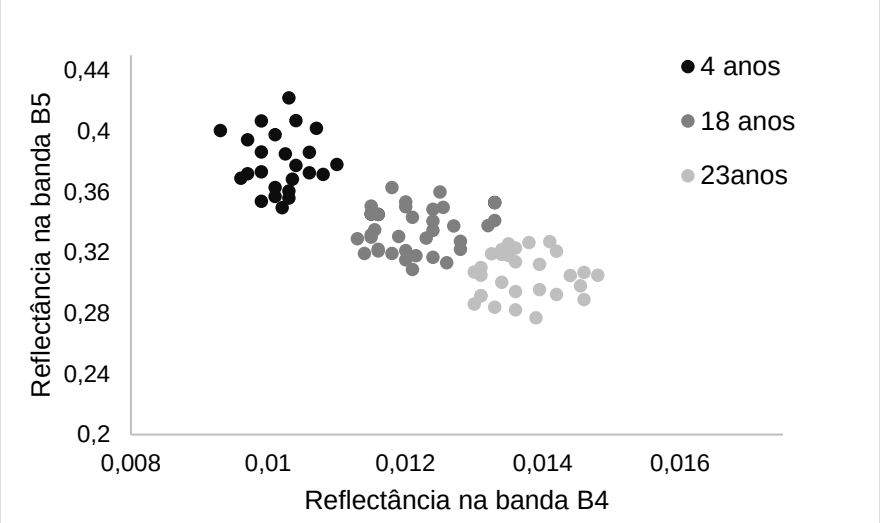


Figura 1. Resposta espectral dos povoamentos de E. grandis aos 4, 18 e 23 anos em relação as bandas B4 e B5.

Nota-se que o aumento da idade propiciou a diminuição da reflectância na banda B5 e a redução da absorção na banda B4 (aumento da reflectância na faixa do vermelho). Nesse sentido, Ponzoni et al. (2015) enfatizam que o comportamento da resposta espectral nesses dosséis pode estar associado a perda da influência das folhas verdes e por vezes, ganho da participação de galhos secos depositados sobre o solo, especialmente quando realizado o desbaste dos povoamentos.

Esse processo, segundo Ponzoni et al. (2012) faz com que povoamentos jovens apresentem valores elevados de reflectância na região do infravermelho próximo e menor na região do visível. Entretanto, Carreiras et al. (2006) definem que a intensidade do sinal armazenado pelas bandas B5 e B4 também é fortemente relacionada com a classe de fundo (background), desse modo quanto maior a cobertura do dossel, maior a reflectância na faixa do infravermelho próxima devido a menor influência do brilho do solo na resposta espectral.

A redução das taxas de crescimento desencadeia a diminuição da absorção da REM pelos pigmentos presentes no mesófilo foliar, dos quais segundo Jensen (2009) a clorofila b é o pigmento de maior influência no comprimento de onda do vermelho, sendo essa responsável pela absorção de luz. O autor afirma ainda, que é fundamental entender a fisiologia das plantas, especialmente as características de pigmentação, já que fornece o entendimento quando a absorção da REM pela clorofila começa a diminuir.

Esse estudo corrobora com Ponzoni et al. (2015), os quais identificaram por meio das componentes principais, que dosséis em fase inicial de desenvolvimento (1 a 3 anos) apresentam grande influência do plano de fundo na resposta espectral, ao passo que dosséis com 4 e 6 anos demonstram que a reflectância está regida, principalmente, pelas folhas verdes, contendo pequena interação com o sub-solo. No entanto, observaram que aos 8 e 9 anos de idade, a resposta espectral demonstrou perda da influência das folhas verdes e aumento da interferência de galhos secos e do solo em decorrência de desbastes.

No presente estudo, observa-se que o processo de diferenciação do estágio de crescimento é dificultado a medida que os povoamentos se aproximaram da fase de estagnação do crescimento, uma vez que os plantios florestais têm suas taxas metabólicas estabilizadas nesse estágio fisiológico. Assim, é possível identificar a influência dos processos fisiológicos na resposta espectral exibida pelos povoamentos comerciais, especialmente na região do espectro estudado.

4. CONCLUSÕES

As imagens OLI/Landsat 8 mostraram-se eficientes na caracterização espectral dos dosséis das espécies de *E. grandis*, os quais permitiram a diferenciação dos estágios de crescimento. Desse modo, comprovando-se que a idade dos povoamentos influência diretamente no comportamento da REM refletida, especialmente, nas bandas B4 e B5, permitindo a identificação de diferentes fases fisiológicas dos povoamentos florestais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHARYA, P. K.; BERK, A.; ANDERSON, G. P.; LARSEN, N. F.; TSAY, S. C.; STAMNES, K. H. **MODTRAN4: multiple scattering anda bi-directional reflectance distribution function (BRDF) upgrades to MODTRAN.** SPIE Proceeding, Optical Spectroscopic Techniques and Instrumentation for Atmospheric and Space Research III, 1999.

CARREIRAS, J. M. B.; PEREIRA, J. M. C.; PEREIRA, J. S. Estimation of tree canopy cover in evergreen oak woodlands using remote sensing. F**orest Ecology and Management**, v. 223, n. 1-3, p. 45–53, 2006.

CUNHA, N. G.; SILVEIRA, R. J.; SEVERO, C. R. S. **Estudos dos solos do município de Rio Grande**. Pelotas: Universidade/UFPEL, Embrapa/CPACT, p. 74, 1996. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/737762/6/RioGrande.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2018.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório Ibá 2015. Brasília, 2015. Disponível em: <http://iba.org/pt/biblioteca-iba/publicacoes>. Acesso em: 22 ago. 2018.

PONZONI, F. J.; PACHECO, L. R. F.; DOS SANTOS, S. B.; DE OLIVEIRA ANDRADES FILHO, C. Caracterização espectro-temporal de dosséis de *Eucalyptus spp*. mediante dados radiométricos TM/Landsat5. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 267-275, jan. 2015.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação**. 2. ed. São José Dos Campos: Saraiva, 2012. 160 p.

WEBER, E. J.; HASENACK, H.; FERREIRA, C. J. S. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação**. Porto Alegre: UFRGS – IB – Centro de Ecologia, 2004.

Mapeamento do uso e cobertura da terra e do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), no município de Faxinal do Soturno, RS

Mapping of the use and coverage of land and normalized difference vegetation index (NDVI), in the municipality of Faxinal do Soturno, RS

Roberta Aparecida Fantinel[1]
Lillian Maini Almeida Tambara[2]
Táscilla Magalhães Loiola[1]
Elenice Broetto Weiler[1]
Fernanda Dias dos Santos[1]
Ana Caroline Paim Benedetti[3]

[1]Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Avenida Roraima, 1000 – Camobi – Santa Maria – RS, Brasil. roberta.fantinel@bol.com.br; tascillaloiola@gmail.com; elenicebroettoweiler@gmail.com; fernandadiotti@hotmail.com.

[2]Departamento de Geociências - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Avenida Roraima, 1000 – Camobi – Santa Maria – RS, Brasil. lilliantambara@gmaill.com

[3]Departamento de Ensino - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM Avenida Roraima, 1000 – Camobi – Santa Maria – RS, Brasil. anacaroline@politecnico.ufsm.br

Resumo: Objetivou-se mapear o uso e cobertura da terra e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), por meio de imagens de satélite dos anos de 2003 e 2016, do município de Faxinal do Soturno – RS. Para a elaboração dos mapas de uso e cobertura da terra foram definidas quatro classes de interesse: água, campo, floresta e solo exposto. Referente ao NDVI, foram elencadas em cinco categorias: valores negativos e zero (baixo); 0,1 a 0,2 (moderadamente baixo), 0,3 a 0,4 (moderado), 0,5 a 0,6 (moderadamente alto) e 0,7 a 1,0 (alto). A classe campo no ano de 2016 obteve um aumento de 61,47 km^2 em relação ao ano de 2003. Em 2016 ocorreu diminuição da classe solo exposto em 62,75 km^2, enquanto para floresta, aumentou 1,68 Km^2. As áreas de água e sombra, solo exposto, campo, vegetação arbustiva e arbórea no NDVI obtiveram valores de nível baixo, moderadamente baixo, moderado, moderadamente alto e alto respectivamente. A álgebra de mapas para estimar os índices de vegetação (NDVI), apresentou comportamentos similares quanto ao mapeamento da cobertura vegetal (arbustiva e arbórea) e das demais categorias, lâmina d'água, solo exposto e campo para o ano de 2003 e 2016.
Palavras-chaves: Geotecnologias, imagens de satélite, mapeamento.

Abstract: The objective of this study was to map land use and coverage and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), using satellite images from 2003 and 2016, from the municipality of Faxinal do Soturno - RS. For the elaboration of maps of land use and land cover four classes of interest were defined: water, field, forest and exposed soil. Regarding the NDVI, they were listed in five categories: negative and zero values (low); 0.1 to 0.2 (moderately low), 0.3 to 0.4 (moderate), 0.5 to 0.6 (moderately high) and 0.7 to 1.0 (high). The field class in the year 2016 obtained an increase of 61.47 km2 in relation to the year of 2003. In 2016 occurred a decrease of the solo class exposed in 62.75 km2, while for forest, it increased 1.68 Km2. The areas of water and shade, exposed soil, field,

shrub and tree vegetation in NDVI obtained low, moderately low, moderate, moderately high and high values, respectively. The algebra of maps to estimate vegetation indexes (NDVI), presented similar behaviors regarding the mapping of the vegetation cover (shrub and tree) and of the other categories, water depth, exposed soil and field for the year 2003 and 2016.
Keywords: Geotechnology, satelite images, mapping.

1. INTRODUÇÃO

O uso de técnicas e produtos do Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto contribuem de modo significativo para a rapidez, eficiência e obtenção das análises ambientais. A aplicação de geotecnologias nos estudos com monitoramento sistemático dinâmico da vegetação segundo Ponzoni et al, (2012) permite a análise das correlações entre parâmetros geofísicos do meio ambiente com os parâmetros biofísicos da vegetação como, a relação radiação-absorção eletromagnética, a área foliar, a biomassa e a cobertura do terreno. Isso é possível porque as imagens fornecidas pelos sensores permitem observar e mapear a fragmentação da vegetação em intervalos de tempos distintos.

A cobertura vegetal é de grande importância na manutenção dos recursos naturais renováveis, visto que, proteger o solo contra o impacto das gotas da chuva, aumenta a porosidade e a permeabilidade do solo por meio da ação das raízes, reduzindo assim, o escoamento superficial, mantendo a umidade e a fertilidade do solo pela presença de matéria orgânica (BELTRAME, 1994).

As transformações espaço-temporal ocorridas na cobertura vegetal podem ser analisadas através do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Este índice está baseado na utilização das bandas do vermelho e do infravermelho próximo, que correspondem por 90% da variação da resposta espectral da vegetação realçando o comportamento espectral da vegetação, proporcionando assim, uma melhor correlação entre os dados orbitais (ROSENDO e ROSA, 2007).

De acordo com Shimabukuro (1998) e Motta et al. (2003), o NDVI é utilizado para estabelecer relações entre o padrão de evolução da cobertura vegetal ao longo do tempo, estimar a biomassa e detectar as mudanças de padrão de uso e cobertura da terra. Diante deste cenário, o presente trabalho teve como objetivo o mapeamento do uso e cobertura da terra e do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), por meio de imagens de satélite dos anos de 2003 e 2016, do município de Faxinal do Soturno – Rio Grande do Sul.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Caracterização da área do estudo**

O município de Faxinal do Soturno faz parte da região da Quarta Colônia e encontra-se localizado na região central do estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas 29º28'28'' e 29º38'39'' de latitude sul e 53º21'21'' e 53º35'20'' de longitude oeste. Limita-se com os seguintes municípios: ao Norte com Nova Palma, a Leste com Dona Francisca, a Oeste com Ivorá e Silveira Martins e ao Sul, com São João do Polêsine.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima é subtropical úmido (Cfa), com temperatura média anual 22° C e a temperatura média do mês mais frio varia entre -3° C e 18 °C (ALVARES et al., 2013).

Conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico de Faxinal do Soturno (2016), os ecossistemas predominantes são a Floresta Estacional Decidual encontrada em grande parte do território, no restante ocorre conflito entre Estepe e Floresta em área com possível tensão.

2.2 **Obtenção dos dados e processamento das imagens**

As imagens utilizadas para a classificação do uso e cobertura da terra e do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), são provenientes do satélite Landsat 8, sensor *Operational Land Imager* (OLI) obtidas por meio da *United States Geological Survey* e do satélite Landsat 5, sensor *Thematic Mapper* (TM), no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

As imagens correspondem a órbita 222 e ponto 81, referente às datas de 10 de agosto de 2003 e 13 de agosto de 2016.

Para a elaboração dos mapas de uso e cobertura da terra foi utilizado o *software* SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), versão 5.2.7. As imagens utilizadas foram elaboradas por meio das composições coloridas *Red*, *Green* e *Blue*, onde para o ano de 2003 e 2016 utilizou-se a composição R5G4B3 e R6G5B4 respectivamente. O processamento digital compreendeu a técnica de contraste linear, usada para realce e melhor observação das feições de interesse (JENSEN, 2009), facilitando assim, a identificação do uso e cobertura da terra durante o processo de classificação digital, auxiliando na elaboração do mapeamento temático e posteriormente na quantificação das classes analisadas.

A classificação supervisionada foi realizada utilizando o classificador MaxVer, adquirindo as amostras nas diferentes classes temáticas: lâmina d'água que abrange os rios, as barragens, os açudes, banhados entre outros corpos d'água; a classe floresta considerou as formações vegetais arbóreas primárias e secundárias (vegetação de médio e de grande porte), nesta classe englobam ainda as capoeiras, matas de galeria, matas ciliares e as florestas nativas e plantadas, como descreve Moreira (2003).

A classe campo compreendeu as áreas de vegetação rasteira e de pastagens cultivadas. A classe solo exposto que inclui áreas de agricultura em pousio ou preparo de solo e as áreas sem vegetação, erosão e voçorocas.

Para calcular os índices de vegetação advindos do sensor OLI, foram usadas a banda 4 (vermelho – 0,64µm a 0,67µm) e a banda 5 (infravermelho próximo – 0,85µm a 0,88µm), enquanto para o sensor TM as bandas utilizadas foram a banda 3 (vermelho – 0,63 µm a 0,69 µm) e banda 4 (infravermelho – 0,77 µm a 0,89 µm). A partir destes dados, as imagens foram convertidas para reflectância de superfície e processadas em ambiente SIG, por meio do software ArcGis 10.4.1.

O NDVI foi calculado através da equação proposta por Rouse et al., (1973):

$$\mathbf{NDVI = (\rho NIR - \rho RED / \rho NIR + \rho RED)}$$

Onde:
ρNIR= reflectância para banda do infravermelho próximo;
ρRED= reflectância para a banda do vermelho.

O resultado da equação do NDVI gera um índice com valores que podem variar de -1 a 1. As áreas com vegetação mais vigorosa (florestas) tendem a apresentar valores positivos altos entre 0,5 e 1,0; enquanto as vegetações mais esparsas,

gramíneas, vegetação de pequeno porte e arbustiva possuem valores positivos mais baixos entre 0,2 e 0,5. Referente ao solo os valores são ainda mais baixos entre 0,2 e 0,1. As nuvens e sombras apresentam valores próximos de zero e os corpos d'água geralmente apresentam valores negativos (EDUARDO e SILVA, 2013).

Para uma melhor representação dos índices de vegetação, as imagens do NDVI dos anos de 2003 e 2016 foram reclassificadas através da função *Reclassify* do ArcGIS, sendo classificadas em cinco categorias, onde todos os valores negativos e zero foram convertidos para o nível 1 (baixo); os valores de 0,1 a 0,2 convertido para o nível 2 (moderadamente baixo), os valores de 0,3 a 0,4 nível 3 (moderado), 0,5 a 0,6 e 0,7 a 1,0 foram condensados ao nível 4 e 5, no qual considerou-se os índices de vegetação como, moderadamente alto e alto respectivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os resultados obtidos para o ano de 2016 no município de Faxinal do Soturno, foi possível constatar mudanças espaciais na paisagem no período de 13 anos, principalmente na classe campo e solo exposto (Figura 1 e 2).

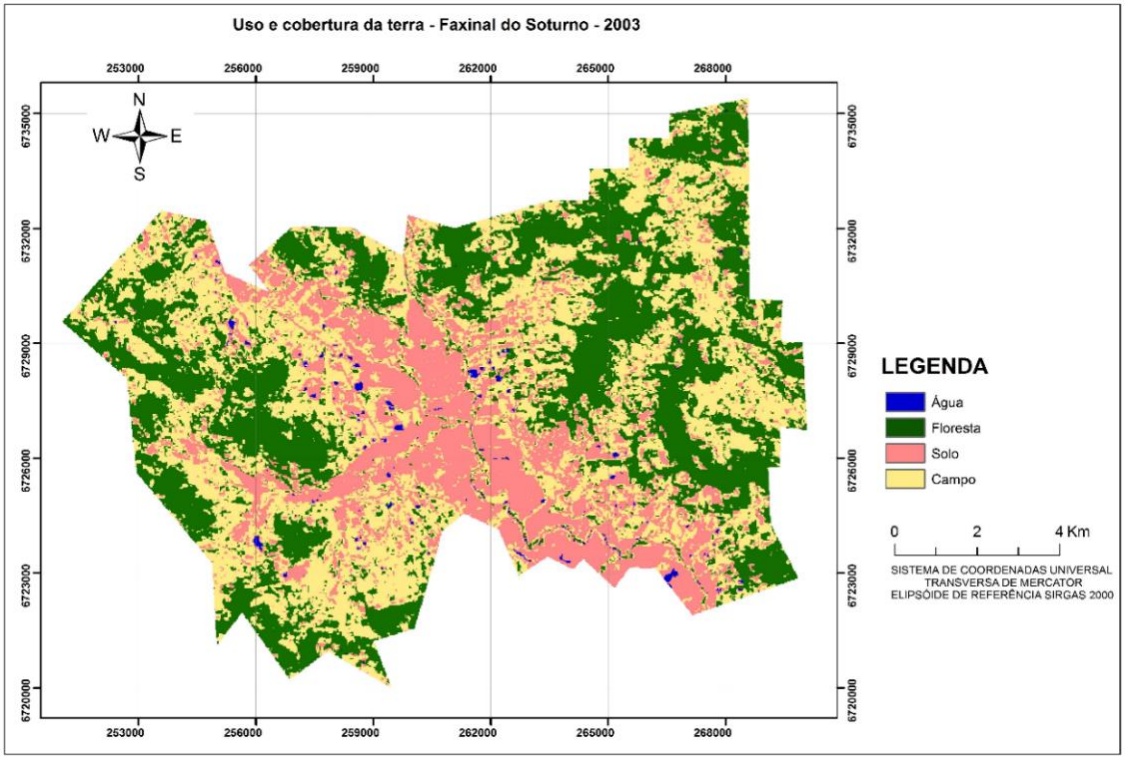


Figura 1. Mapeamento do uso e cobertura da terra, agosto de 2003, Faxinal do Soturno – RS.

A classe campo no ano de 2016 aumentou 61,47 km^2 em relação ao ano de 2003. Para a classe solo exposto no ano de 2016 ocorreu uma diminuição expressiva de 62,75 km^2. Esses dados da classe campo e solo exposto demonstra uma conversão de áreas nas datas analisadas, fato este que pode estar associado ao aumento da regeneração natural da vegetação.

De acordo com Marchesan et al. (2013), estudos mostraram áreas maiores de campo em relação ao solo nos anos de 2006 e 2011, na análise multitemporal do uso e cobertura da terra do município de Faxinal do Soturno/RS.

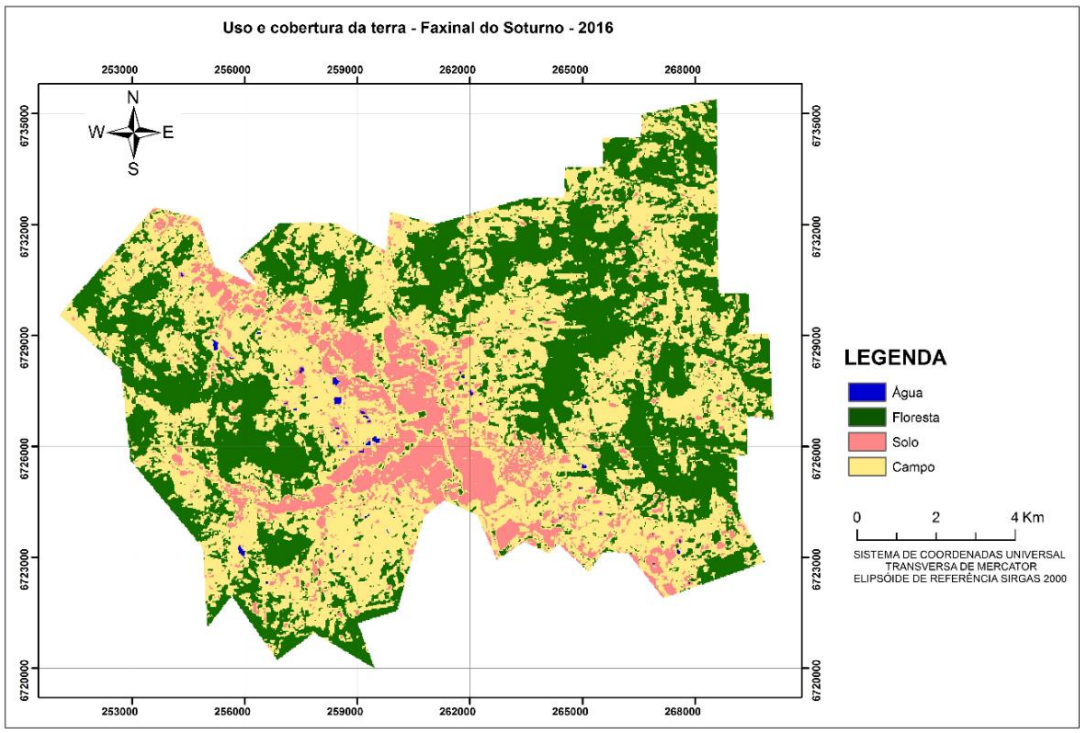


Figura 2. Mapeamento do uso e cobertura da terra, agosto de 2016, Faxinal do Soturno – RS.

Na classe floresta pode-se observar um aumento de 1,68 km^2 no ano de 2016. Este aumento pode estar relacionado com a regeneração de vegetação nativa, principalmente nas encostas de morros devido ao estabelecimento da legislação de acordo com a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que visa à proteção da vegetação em áreas de Preservação Permanente e nas áreas de Reserva Legal (BRASIL, 2012). Áreas ocupadas pela classe água mantiveram-se quase inalteradas em ambas as datas analisadas (Figura 3).

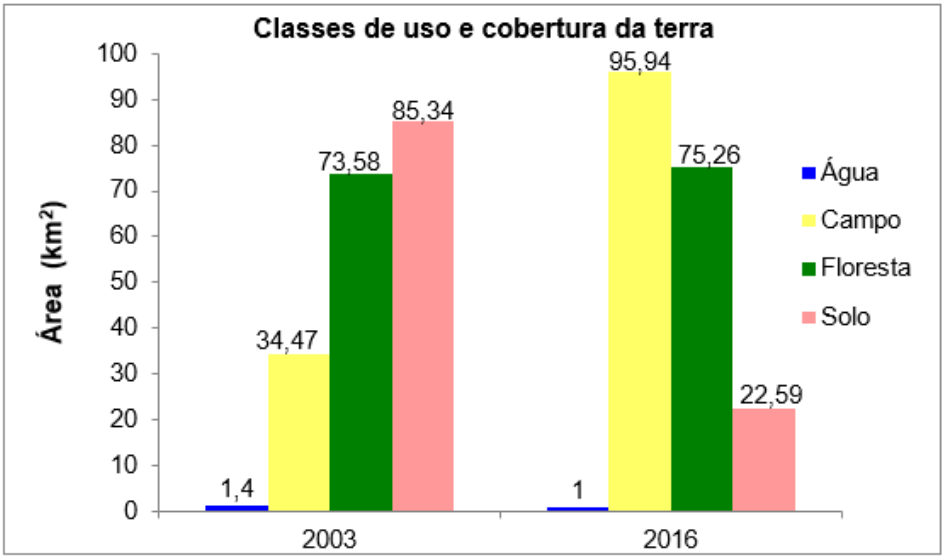


Figura 3. Quantificação das classes temáticas no município de Faxinal do Soturno, nos anos de 2003 e 2016.

Com base nas imagens do Landsat 5 e 8, foi possível avaliar as mudanças que ocorreram no Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, no dia 10 de agosto de 2003 e 13 de agosto de 2016 no município de Faxinal do Soturno. O uso NDVI é adequado quando se faz comparações ao longo do tempo de uma mesma área, sendo menos influenciado pelas variações das condições atmosféricas (PONZONI e SHIMABUKURO, 2007).

As bandas do espectro eletromagnético (bandas correspondentes ao vermelho e infravermelho próximo) usadas nos cálculos do índice NDVI permitiram identificar as áreas agrícolas (lavouras temporárias, anuais e em pousio), áreas de campos (pastagem), vegetação (arbustiva e arbórea) e lâmina d'água (rio e açudes).

A classe lâmina d'água e sombra representadas na tonalidade vermelha tiveram valores negativos ou iguais à zero (-1 a 0) (Figura 4 e 5).

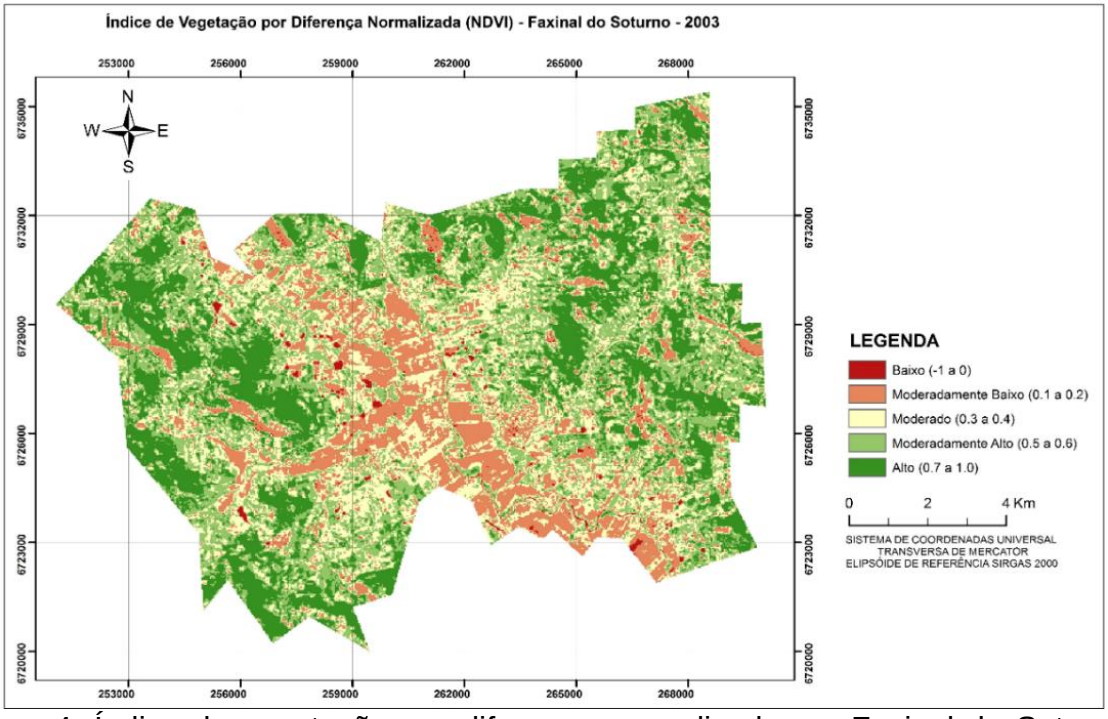


Figura 4. Índice de vegetação por diferença normalizada em Faxinal do Soturno – RS, agosto de 2003.

A classificação do NDVI na região leste e norte do município de Faxinal do Soturno no ano de 2003 e 2016, apontam áreas com sombra, no entanto, é possível verficar nos mapas de uso e cobertura da terra que estas áreas destacam-se apenas pela cobertura vegetal. Essa sombra pode estar vinculada a angulação da elevação solar na hora em que o sensor captou a imagem.

O solo exposto está associado às culturas temporárias e anuais que após o período de colheita o solo fica em pousio. Estas áreas destacaram-se na região central do mapeamento realizado no município; representando valores de índice de vegetação moderadamente baixo, oscilando de 0,1 a 0,2. As áreas de campo se destacaram em quase toda a extensão do município de Faxinal do Soturno, apresentando o índice de vegetação moderado (0,3 a 0,4), sendo mais expressivo no ano de 2016.

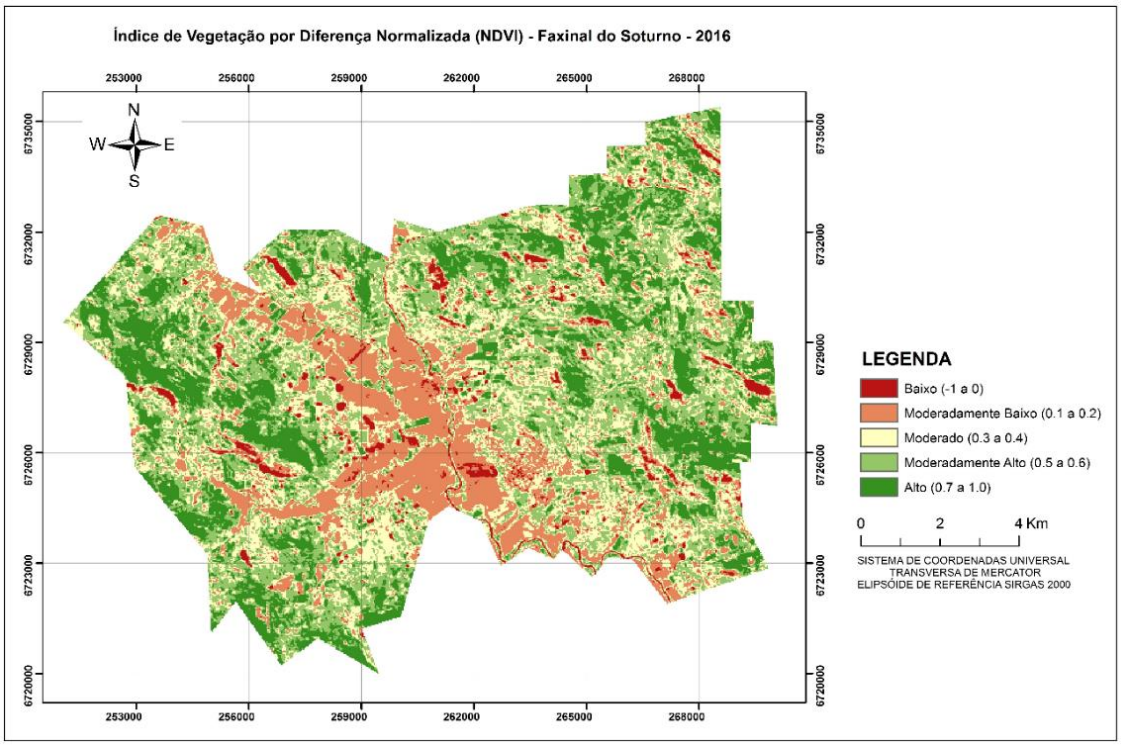


Figura 5. Índice de vegetação por diferença normalizada em Faxinal do Soturno – RS, agosto de 2016.

As áreas de vegetação arbustiva e arbórea demonstraram vigor vegetativo moderadamente alto (0,5 a 0,6) e alto nos valores (0,7 a 1,0) respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Machado et al. (2014), em áreas com vegetação fotossinteticamente ativa. Referente às áreas de vegetação arbustiva e arbórea, a maior parte da cobertura vegetal no ano de 2003 e 2016 destacaram-se principalmente na região leste-oeste e sudoeste.

4. CONCLUSÕES

A interpretação da composição RGB543 de 2003 e RGB654 de 2016 contribuiu na identificação e determinação dos alvos de análise para os resultados obtidos nos índices NDVI.

A utilização das imagens do Landsat 5 (TM) e Landsat 8 (OLI) a partir da aplicação da álgebra de mapas para estimar os índices de vegetação (NDVI) dos anos de 2003 e 2016, apresentou comportamentos similares quanto ao mapeamento da cobertura vegetal (arbustiva e arbórea) e das demais categorias, lâmina d'água, solo exposto e campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BRASIL. 2012. **Código Florestal 12.651 de 2012.** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 08 de jun. 2017.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994.

EASTMAN, J. R. **Idrisi Andes – Guide to GIS and Image Processing**. Clark Laboratory. Clark university. Worcester/MA. USA. 2006. 284p.

EDUARDO, B. F. S.; SILVA, A. J. F. M. e. Avaliação da influência da correção atmosférica no cálculo do índice de vegetação NDVI em imagens Landsat 5 e RapidEye. **Anais...** XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos. SP. 2009.
MACHADO, T. S.; CIONI, C.; FERNANDES, R. S.; NEVES, R. J.; NEVES, S. M. A. S. Análise de NDVI e NDWI em diferentes intensidades pluviométricas para bacia hidrográfica do rio do Cachoeirinha – Mato Grosso, Brasil. In: 5° SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIA DO PANTANAL, 2014, Campo Grande. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2014. p. 690-699.

MARCHESAN, J.; GOERGEN, L. C. de G.; NUNES, M. M. da C.; BRITES, D. I. S. da SILVA, C. K.; PEREIRA. R. S. Análise multitemporal do uso e cobertura da terra no município de Faxinal do Soturno-RS nos anos de 1986, 1996, 2006 e 2011. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas**, v. 13 n. 13 Ago. 2013, p. 2785- 2794.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 2 ed. Viçosa: Ed. da UFV, 2003.

MOTTA, J. L.; FONTANA, D. C.; WEBER, E. Evolução temporal do NDVI/NOAA em áreas cobertas por pixels com proporções variáveis de soja. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.11, n.2, p.353-369, 2003.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE FAXINAL DO SOTURNO, 2016. Disponível em: < http://www.faxinaldosoturno.rs.gov.br/_arquivos/plano-municipal-de-saneamento-basico-2740.pdf>. Acesso em: 8 de jun. 2017.

PONZONI, F.J.; SHIMABUKURO, Y. E. 2007. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos, SP: A. Silva Vieira Ed. 127p.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento Remoto da Vegetação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. v. 1. 176p.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. **Third Symposium of ERTS, Greenbelt, Maryland, USA. NASA SP** – 351, V1: 309-317, 1973.

SHIMABUKURO, Y. E. Índice de Vegetação e Modelo Linear de Mistura Espectral no Monitoramento da região do Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. (33): 1729-1737, 1998.

SILVA, B. B. da, LOPES, G. M., AZEVEDO, P. V. de. Balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagens Landsat 5 – TM", **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 2, pp. 243 – 252, 2005.

Mudanças do uso e cobertura do solo na região do Parque Estadual Rio Canoas nos últimos 40 anos

Land use and land cover changes in the region of Parque Estadual Rio Canoas in the last 40 years

Bruna Hellen Ricardo[1]
Alexandre Siminski[1]
Maurício Sedrez dos Reis[2]

[1]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Programa de Pós-graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais –
Rod. Ulysses Gaboardi, Km 3,
bruna.hr@posgrad.ufsc.br, alexandre.siminski@ufsc.br

[2]Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Centro de Ciências Agrárias
Rod. Admar Gonzaga, 1346. Itacorubi
msedrez@gmail.com

Resumo: Unidade de Conservação é um espaço territorial e seus recursos ambientais, com características relevantes, que possui o objetivo de conservação. Zonas de amortecimento são áreas adjacentes às unidades de conservação, tendo como propósito minimizar os impactos negativos sobre a unidade. Ferramentas como o sensoriamento remoto, geoprocessamento e SIG são de grande valia para obter informações destas áreas. Neste contexto, o presente estudo foi realizado no Parque Estadual Rio Canoas e região, situado na Cidade de Campos Novos – SC, e teve como objetivo classificar o uso e cobertura do solo desta área em dois períodos: 1978 e 2018, para identificar as transformações ocorridas na paisagem. Os mapas foram elaborados no software QGIS 2.18.20 através de fotos aéreas do acervo fotográfico de Santa Catarina de 1978 e de imagens de satélite Planet Labs de 2018. A partir dos resultados trazidos pela elaboração dos mapas, entende-se que houve um aumento nas áreas com recursos hídricos, aumento de estradas, o surgimento da silvicultura neste intervalo de tempo, aumento de áreas nativas, e diminuição nas áreas de agricultura e pastagem. Os resultados são positivos, e mostram que a unidade de conservação consegue exercer o papel que se propôs a cumprir na região.
Palavras-chave: Unidade de conservação, conservação, sensoriamento remoto, mudanças na paisagem.

Abstract. Protected area is a territorial space as well as its natural resources, having relevant characteristics and conservation purposes. Damping zones are adjacent areas used to minimize negative impacts on this site. Remote sensing, geoprocessing and GIS are useful tools in order to obtain information from these areas. This study was carried out in the Parque Estadual Rio Canoas and region, located in the city of Campos Novos - SC, and had as objective to classify the land use and land cover of this area in two different periods: 1978 and 2018, to identify the changes occurred in the landscape. The maps were elaborated in the software QGIS 2.18.20 through aerial photos from the photographic collection of Santa Catarina in 1978 and from satellite images Planet Labs in 2018. The results show that there was an increase in the water resources areas, an increase of roads, the emergence of silvicultural system in this time interval, an increase of native areas, and a decrease in the agricultural areas. The results are positive, and show that this protected area is able to play its role in the region.
Key Words: Protected areas, conservation, remote sensing, landscape changes.

1. INTRODUÇÃO

É definida como Unidade de Conservação o “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”, sendo dividida em dois grupos: As de proteção integral e as de uso sustentável, Brasil (2000).

Zonas de amortecimento, são as áreas adjacentes às unidades, e sugiram através do SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação, e é definida em lei como “Um cinturão a proteger a unidade de conservação do efeito de borda”, e o “entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade”, Brasil (2000), MMA (2008).

A zona de amortecimento não faz parte da unidade de conservação, não impede o desenvolvimento de atividades econômicas em sua área, e não requer desapropriação de terras, mas é essencial para o manejo da unidade, pois permite que a equipe gestora estabeleça medidas de controle e negocie com as comunidades locais sobre o uso da área, Ganem (2015). Além da importância da gestão, se destaca o monitoramento das zonas de amortecimento, de modo que se evite os avanços sobre os limites das áreas protegidas, Ribeiro et al. (2010), Vittali et al. (2009).

Sabe-se que ao longo dos anos, com os efeitos da urbanização e das atividades de agricultura em grandes extensões territoriais de paisagens naturais, ocorreram muitas transformações significativas, como a fragmentação e degradação de muitas áreas, Scarambone (1998). A utilização de ferramentas como o SIG, geoprocessamento e sensoriamento remoto são de grande valia para obter diversas informações de determinadas áreas, obtendo constantemente registros do uso da terra, Vale e Bordalo (2017).

A área da zona de amortecimento e do PAERC (Parque Estadual Rio Canoas), sofreu transformações em seu uso com o passar dos anos, possivelmente trazendo consequências para a UC, que hoje enfrenta um problema com invasão biológica de Pinus spp. FATMA (2007). Neste contexto há a necessidade de uma caracterização das atividades realizadas na zona de amortecimento, com o intuito de colaborar com a tomada de decisões da unidade gestora. Portanto, o presente trabalho apresenta como objetivo a classificação do uso e cobertura do solo na região do PAERC em diferentes períodos, possibilitando uma análise e discussão das mudanças ocorridas e qual foi a influência da implantação do parque para estas mudanças.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Área de estudo**

O trabalho foi realizado no Parque Estadual Rio Canoas e em sua zona de amortecimento, pertencentes a um remanescente de Floresta Ombrófila Mista (FOM), em transição vegetacional com a Floresta Estacional Decidual (FED), ecossistemas florestais que pertencem ao domínio da Mata Atlântica. A Unidade de conservação foi criada como parte da compensação ambiental referente ao licenciamento do aproveitamento hidrelétrico de Campos Novos no rio Canoas pela Empresa Campos Novos Energia S/A – ENERCAN, tendo como unidade gestora a FATMA – Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina- Hoje, IMA- Instituto do

Meio Ambiente. A Zona de Amortecimento e a UC estão localizadas às margens do Rio Canoas, na divisa dos municípios catarinenses de Campos Novos e Abdon Batista, junto à localidade da vila Ibicuí. A UC Possui uma superfície de 1.133,25 ha, localizada nas Coordenadas Geográficas (UTM): x=479430.568 / y=6948650.996, sua Zona de Amortecimento possui superfície de 3.105,24 ha e se encontra no entorno da área total da unidade, FATMA (2007).

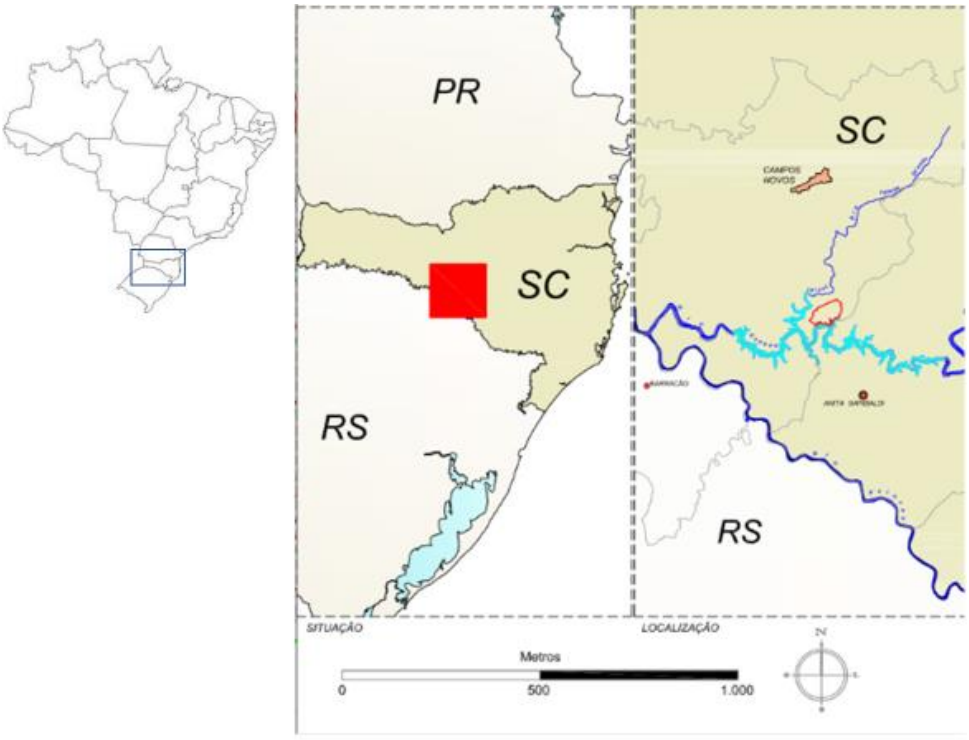


Figura 1 – Mapa de localização do Parque Estadual Rio Canoas. Fonte: FATMA (2007), adaptado pelo autor.

2.2 **Dados utilizados**

Para a elaboração dos mapas foram utilizadas 21 fotos aéreas provenientes do acervo fotográfico de Santa Catarina do ano de 1978, disponibilizadas pela Secretaria de Estado do Planejamento do Estado, e imagens de satélite Planet Labs da área, do dia 03 de maio de 2018. Saídas de campo na área do parque e áreas adjacentes facilitaram na identificação de alguns locais.

Foi utilizado o software Image Composite Editor 2.0 para realizar a junção e sobreposição das fotos aéreas, e o software QGIS 2.18.20 para a criação dos dois mapas. Os mapas foram criados através de polígonos em uma camada vetorial, na qual foram gerados manualmente e identificados de acordo com as recomendações de fotointerpretação de Loch (2008): Tonalidade e cor, forma e tamanho, padrão, textura, associação e sombra. Para a imagem de satélite, foram combinadas as bandas 8, 4, 3 para auxiliar na identificação.

Foram identificadas cinco classes: Agricultura, pastagem e vegetação inicial (1), mata nativa (2), recursos hídricos (3), estradas (4) e silvicultura (5).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa elaborado de Uso e Cobertura do Solo de 1978, conforme a figura 2, mostra que a atividade de agricultura e pastagem neste período era muito significativa na região, representando 44% da área total. As áreas com mata nativa representavam 54%, o que mostra que apesar de habitação em poucas propriedades rurais na área, ela se mostrava bem conservada. As estradas representavam 1% da área, as quais davam acesso às pequenas propriedades rurais e os recursos hídricos representavam aproximadamente 1% do total.

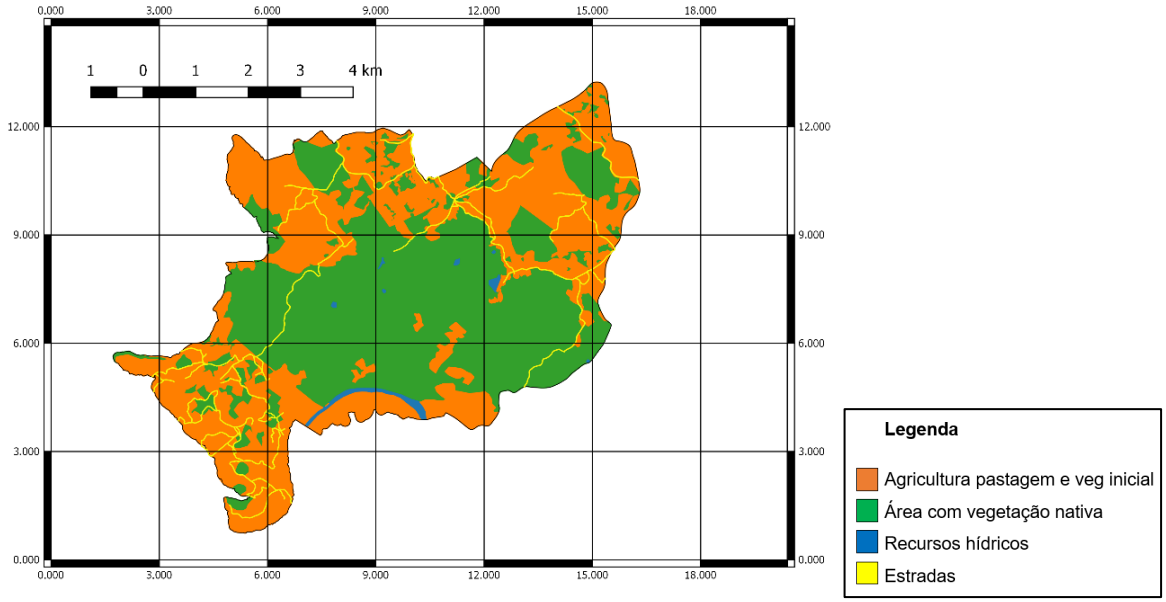


Figura 2 – Uso e cobertura do solo na área do Parque estadual Rio Canoas e na zona de amortecimento no ano de 1978.

Devido às atividades e características atuais da Zona de Amortecimento, esperava-se que fosse identificada a atividade de silvicultura no local, o que não ocorreu. O histórico do local, por meio de relatos de moradores e pesquisa realizada pela Empresa ENERCAN, mostra que em um período passado a área do parque pertencia a uma fazenda conhecida como Fita Amarela, nome da madeireira proprietária, FATMA (2007).

Nas áreas identificadas como “agricultura, pastagem e vegetação inicial”, o que foi definido como “pastagem” pode apresentar características de vegetação nativa da fitogeografia local, que segundo relata Klein (1978), a região é predominantemente representada pela formação florestal Floresta Ombrófila Mista, mas apresenta em menor proporção a Floresta Estacional Decidual, que além de apresentarem uma expressiva densidade e uniformidade de espécies arbóreas de grande porte, também trazem uma fitofisionomia que varia de herbácea/subarbustiva até arbustiva com elementos arbóreos isolados, recebendo as denominações de “campo limpo” e “campo sujo”.

A figura 3 traz o mapa elaborado do Uso e Cobertura do solo na região para o ano de 2018. Nele se percebe uma variação das características encontradas anteriormente, nas quais agricultura, pastagem e vegetação inicial correspondem apenas à 18% da área, áreas de mata nativa se mostram presentes em 68% do total, recursos hídricos aumentam para 5%, estradas para 2% e silvicultura 7% do total. Neste mapa foi identificada a presença de silvicultura no local, possivelmente decorrente da demanda na vila Ibicuí, onde está localizada a Indústria Iguaçu

Celulose, Papel S.A. que opera na região desde a década de 70, Iguaçu (2018).

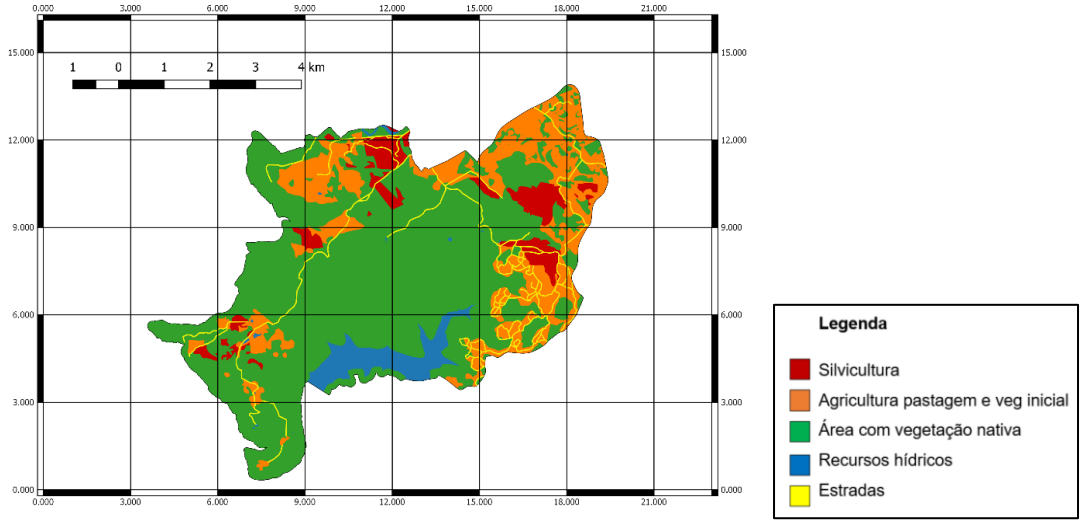


Figura 3 – Uso e cobertura do solo na área do Parque estadual Rio Canoas e na zona de amortecimento no ano de 2018.

A silvicultura aparece como um dos setores de grande importância na região e com perspectivas de crescimento, apresentando 7.100 hectares de área plantada em Campos Novos, com destaque para o *Pinus* sp. que possui 5.200 ha de área plantada, IBGE (2016). Vale ressaltar que o plano de manejo do PAERC traz a atividade silvicultural em áreas extensas com monocultivo como possivelmente problemática, devendo ser avaliada com cautela - afirmação corroborada por Tambosi (2008). No entanto, se implementada em pequena escala, com espécies benéficas ao ecossistema local, e em propriedades familiares presentes no entorno do parque pode significar uma atividade produtiva e positiva (FATMA, 2007).

Apenas por meio das imagens, não foi possível identificar quais áreas classificadas eram plantios de *Pinus* sp. ou *Eucalyptus* sp. Mas sabendo sobre o potencial invasor do *Pinus* sp. nos mais variados ambientes, Consema (2012), Zenni e Simberloff (2013), Cuevas e Zalba (2013), é necessário preocupar-se com a distância dos plantios aos limites do parque, principalmente por sua efetiva dispersão de sementes, Ziller (2001), que segundo Richardson e Higgins (1998) 90% das sementes de pinus dispersam-se a até 75-100 m, podendo chegar a 5-8 km de distância em função da direção e velocidade do vento.

Nota-se uma significativa alteração dos recursos hídricos nos dois períodos. Inicialmente, quando se trata de 1978, estes recursos ocupam aproximadamente 1% da paisagem, enquanto que em 2018, os recursos ocupam 5% da área total. Esta alteração se deu em função do alagamento posterior à construção e funcionamento da hidrelétrica Campos Novos Energia S/A – ENERCAN (FATMA, 2007).

Na Figura 4, através do gráfico apresentado, há o registro das variações na composição da paisagem nos diferentes períodos. Os dados mostram-se interessantes, já que o resultado gerado apresenta uma diminuição nas áreas de agricultura, pastagem e vegetação inicial, e um aumento de área nativa, o que vai de encontro com as tendências de desenvolvimento agrário na região do planalto Catarinense, Cazella e Búrigo (2008), e também com outros trabalhos que relatam a modificação da paisagem em unidades de conservação e zonas de amortecimento em período de tempo semelhante, Irgang (2003).

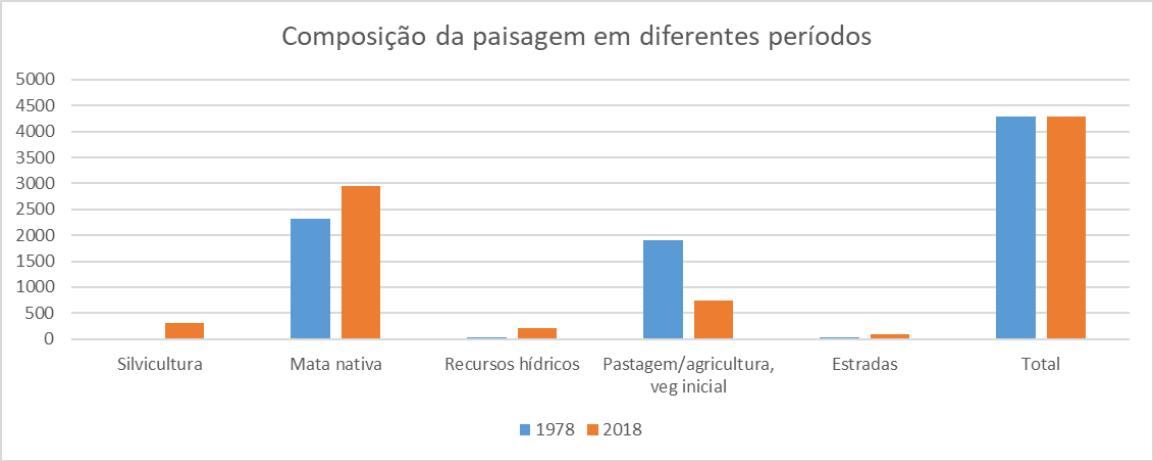


Figura 4. Gráfico correspondente à composição da paisagem nos períodos de 1978 e 2018 em hectares.

A tabela 1 apresenta os dados relativos a cada classe nos dois períodos em ha. O valor total apresentado para cada período apresenta uma diferença de 1.9 ha entre os mapas. Esta diferença remete à um erro na elaboração dos mesmos.

Tabela 1. Quantificação das áreas de cada classe nos dois períodos em hectares, e diminuição ou aumento das classes entre os dois períodos em porcentagem.

Ano	**Classes encontradas e suas respectivas áreas**					
	Silvicultura	Mata nativa	Recursos hídricos	Pastagem/Agricultura, veg inicial	Estradas	Total
1978 (ha)	0	2319.9	31.2	1902.9	40.5	4294.7
2018 (ha)	308.2	2938.9	212.2	750.06	83.3	4292.8
Diferença nos períodos (%)	+ 7.1	+14.4	+4.1	-26.8	+1	

Ainda que se compreenda as alterações entre os dois períodos, é importante ressaltar o aumento de áreas nativas, e como a área que hoje pertence ao PAERC se manteve conservada. Esse papel se deu através dos atores sociais, localizados no entorno do parque. Por mais que se perceba a falta de conhecimento da comunidade em relação às unidades de conservação, a função das mesmas, e também as atividades desenvolvidas no entorno – tanto positivas quando negativas – aspectos positivos foram identificados.

4. CONCLUSÃO

O trabalho mostrou que no período passado avaliado, a silvicultura ainda não estava presente na região, ainda que a indústria de celulose já estivesse instalada na comunidade. Percebe-se que grande parte da área se encontrava conservada na época, e que essa característica se manteve no período atual. Essa característica mostra que a unidade de conservação consegue exercer o papel que se propõe a cumprir.

A partir dos resultados trazidos pela elaboração dos mapas, entende-se que houve um aumento nas áreas com recursos hídricos, diminuição de estradas, o surgimento da silvicultura, e um aumento de áreas nativas. Por fim, as atividades

localizadas no entorno da unidade de conservação merecem atenção especial, por estarem em uma zona de amortecimento, pois é necessário garantir que a unidade de conservação atinja seus objetivos. É necessário que a comunidade do entorno seja aliada para melhores tomadas de decisões, e a possibilidade de convivência com um ecossistema equilibrado é uma importante ferramenta para atingir estes fins.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à FAPESC – Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina, pelos recursos concedidos, que contribuíram para o conhecimento produzido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei N° 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 de julho de 2000.

CAZELLA, A. A; BÚRIGO, F. L; O desenvolvimento territorial no planalto catarinense: O difícil caminho da intersetorialidade. **Revista Extensão Rural,** DEAER/CPGExR – CCR – UFSM, Ano XV, Jan – Jun de 2008

CONSEMA, Conselho estadual do meio ambiente. Resolução Nº 08, de 14 de setembro de 2012. Reconhece a lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras no Estado de Santa Catarina. **Diário Oficial da União**, nº 19429, no dia 02 de outubro de 2012, páginas 3 a 6.

CUEVAS, Y. A; ZALBA, S. M; Efecto del tipo de corte y tratamentos em el mantillo para la restauración de pastizales naturales invadidos por Pinus Halepensis. **Bol. Soc. Argent**. Bot. 48 (2): 315-329. 2013

FATMA, Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina. **Plano de Manejo Parque Estadual Rio Canoas. Encarte 1, Contextualização da Unidade de Conservação**, Outubro de 2007. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/conteudo/parque-estadualrio-canoas> Acesso em: 30/07/2018.

FATMA, Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina. **Plano de Manejo Parque Estadual Rio Canoas. Encarte 3, Análise da Unidade de Conservação**, Outubro de 2007. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/conteudo/parque-estadualrio-canoas> Acesso em: 02/08/2018

GANEM, R. S; **Zonas de Amortecimento de Unidades de Conservação**. Consultoria Legislativa, março de 2015. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/acamara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema14/2015515zonas-de-amortecimento-de-unidades-de-conservacao-roseli-ganem> Acesso em: 18/07/2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades – Campos Novos, Santa Catarina, Brasil, 2016**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=420360&idtema=169&searc h=santa-catarina|campos-novos|extracao-vegetal-e-silvicultura-2016> Acesso em: 8/08/2018.

IGUAÇU, Iguaçu celulose, papel S.A. **A Iguaçu – História, 2018**. Disponível em: < http://www.iguacucelulose.com.br/historia/>. Acesso em: 10/08/2018.

IRGANG, G. V; **Análise espacial e temporal de estado da conservação ambiental do Parque Estadual de Itapuã – RS e sua Zona de Amortecimento**. Dissertação de Mestrado (Curso de Pós-Graduação em Ecologia, instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul).

Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003)

KLEIN, R.M. (1978). Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. **Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí, V parte, 24p

LOCH, C. A; **Interpretação de Imagens Aéreas: Noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais.** 5ª. ed. Florianópolis: Editora da UFSC. 103p,2008.

MMA, Ministério do Meio ambiente**. Licenciamento e unidades de conservação**. Maio de 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/46_10112008050247.pdf > acesso em 03/08/2018.

RICHARDSON, D. M; HIGGINS S. I. Pines as invaders in the Southern hemisphere. In: Richardson DM, ed. Ecology and biogeography of pines: first paper back edition 2000. **Cambridge: Cambridge University Press**; 1998. chap. 22, p. 450-473.

RIBEIRO, M. F; FREITAS, M. A. V; COSTA, V. C; **O desafio da gestão ambiental de zonas de amortecimento de unidades de conservação**. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física, Universidade de Coimbra, Maio de 2010. Disponível em: <http://arquivos.proderj.rj.gov.br/inea_imagens/downloads/pesquisas/Ribeiro_etal_2010.pdf>. Acesso em: 01/08/2018.

SCARAMBONE, A. Z. Fragmentação da mata Atlântica: Aspectos teóricos. **Floresta e ambiente**. Vol. 5(1):160-170, jan./dez.199

TAMBOSI, L. R. **Análise da paisagem no entorno de três unidades de conservação: Subsídios para a criação da zona de amortecimento.** Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

VALE, J. R. B; BORDALO, C. A. L. Análise multitemporal do uso da terra e da cobertura vegetal entre 1985 e 2015 na bacia hidrográfica do rio Apeú, nordeste paraense. **Revista GeoAmazônia**. Belém, v. 5, n.10 p.23-40 2017.

VITALLI, L; ZAKIA, P. B; DURIGAN, G. Considerações sobre a legislação correlata à zona-tampão de unidades de conservação no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, vol. XII, núm. 1, enero-junio, 2009, pp. 67-82 Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade Campinas, Brasil.

ZENNI, R. D; SIMBERLOFF, D; Nuber of source populations as a potential driver of pine invasions in Brazil**. Biol Invasions** (2013) 15:1623–1639.

ZILLER, S. R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Ciência Hoje,** vol 30. N 178. 77-79. dez de 2001.

Uso de sensoriamento remoto na análise de remanescentes do bioma Mata Atlântica na cidade de Porto Alegre

Use of remote sensing in the analysis of Mata Atlântica biome remnants in Porto Alegre city

Pâmela Suélen Käfer [1]
Franciel Eduardo Rex [2]
Renato Souza Santos [3]

[1] Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Agronomia, 91501970 - Porto Alegre, RS, Brasil. pamelaskafer@gmail.com

[2] Universidade Federal do Paraná – UFPR, Avenida Prefeito Lothario Meissner, Jardim Botânico, 80210170 - Curitiba, PR, Brasil. francielrexx@gmail.com

[3] Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Frederico Westphalen – UFSM-FW e Bolsista do Grupo PET Engenharia Florestal – PET-EFL, Linha 7 de Setembro s/n, renato.souza.santoszf@gmail.com

Resumo: A Mata Atlântica é um dos biomas mais ricos do mundo em termos de biodiversidade e endemismo. Nesse sentido, a cidade de Porto Alegre é uma das capitais com maior porcentagem de remanescentes naturais do bioma, o que atesta a necessidade de entendimento e monitoramento da dinâmica dessas áreas florestais. Considerando que as ações de conservação e proteção destas áreas são grandes desafios, este trabalho objetivou analisar a dinâmica espectral e temporal de remanescentes florestais do bioma Mata Atlântica, na cidade de Porto Alegre. Para este propósito, séries temporais de NDVI provenientes de imagens de 10 dias do SPOT Vegetation, no período de 2012-2014 foram adquiridas. Foi observado que o padrão de comportamento da vegetação apresentou um ciclo definido nos dados decendiais de NDVI. As variações no NDVI podem ajudar a compreender o efeito de fatores externos sobre a vegetação local, e pode auxiliar no planejamento e mitigação de grande escala.
Palavras-chave: Índices espectrais; Dinâmica florestal; NDVI; Vegetação.

Abstract: The Atlantic forest is one of the richest biomes in the world in terms of biodiversity and endemism. In this sense, the Porto Alegre city is one of the capitals with the highest percentage of natural remnants of the biome, which attests the necessity of understanding and monitoring the dynamics of these forest areas. Considering that the conservation and protection actions of these areas are challenges, this study aimed to analyze the spectral and temporal dynamics of forest remnants of the Atlantic forest biome, in Porto Alegre city. For this purpose, NDVI time series from 10-day SPOT Vegetation images were acquired in the period from 2012-2014. It was observed that the pattern of vegetation behavior showed a defined cycle. Variations in the NDVI temporal data may help to understand the effect of external factors on local vegetation, thus helping in large scale planning and mitigation.
Keywords: Spectral indices; Forest dynamics; NDVI; Vegetation.

1. INTRODUÇÃO

O bioma Mata Atlântica é um dos biomas mais ricos do mundo em biodiversidade e endemismo. Entretanto, está sob constante ameaça de alteração de seus ecossistemas naturais (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2014).

Apesar de possuir uma legislação específica de proteção, todos os anos este bioma perde grandes áreas por conta de fatores como a expansão da agricultura, da pecuária Silva et al. (2014) e urbana. Essas atividades resultam em alterações severas nos seus ecossistemas, principalmente a perda e a fragmentação de habitats Claudia Faria (2016). O bioma Mata Atlântica exibe atualmente apenas 8,5% dos remanescentes florestais acima de 100 hectares que já existiram (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2014).

A cidade de Porto Alegre apresenta 32% de sua cobertura original de Mata Atlântica (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2017) e é uma das capitais com maior porcentagem de remanescentes naturais do bioma. Nesta perspectiva, é imprescindível que haja o entendimento e o monitoramento da dinâmica dessas áreas florestais, visto que as ações de conservação e proteção dos remanescentes que restam, bem como a recuperação e restauração de áreas perdidas, são grandes desafios Eisenlohr et al. (2015).

Uma forma de entender e monitorar a dinâmica de importantes áreas florestais é por meio do de técnicas de sensoriamento, que apresentam inúmeras aplicações ambientais e fazem uso de sensores orbitais com as mais variadas características. Dentre os produtos que são gerados a partir de técnicas de sensoriamento remoto destacam-se os índices de vegetação Rouse et al. (1974). Nesse sentido, o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) é um dos índices mais utilizadas em sensoriamento remoto para estimar a quantidade de vegetação Rouse et al. (1974). e mudanças temporais em florestas. Isso porque apresenta forte relação com fatores climáticos e ambientais Kang et al. (2014), possibilitando a verificação de alterações na fenologia a partir das variações no comportamento temporal/espectral da vegetação e alteração nos seus valores (COSTA E GUASSELLI, 2017).

O objetivo deste estudo foi analisar a dinâmica espectral e temporal de remanescentes florestais do bioma Mata Atlântica, na cidade de Porto Alegre, por meio de séries temporais de NDVI. Para isso, imagens provenientes do *SPOT Vegetation* (produto VGT-S10) no período de 2012-2014 foram utilizadas.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1. **Área de estudo**

A área de estudo compreende a cidade de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). Esta cidade possui 1.413.094 habitantes e uma área de 497 km² (IBGE, 2010). Além disso, apresenta uma geografia diversificada, com morros, baixadas e um grande lago (o Guaíba). Seu clima é classificado como Cfa, ou seja, subtropical chuvoso com verões quentes Mengue et al. (2017) e com precipitação média anual de 1.320,2 mm Instituto Nacional de Meteorologia (2018).

2.2 **Aquisição de dados e processamento**

2.2.1 ***Dados SPOT Vegetation***

O sensor Vegetation (VGT) a bordo do satélite SPOT 4 foi lançado em abril de 1998, no intuito de fornecer imagens para o monitoramento da biosfera dos continentes em escala global com cobertura diária, com resolução espacial de 1 km². Stroppiana et al. (2002).

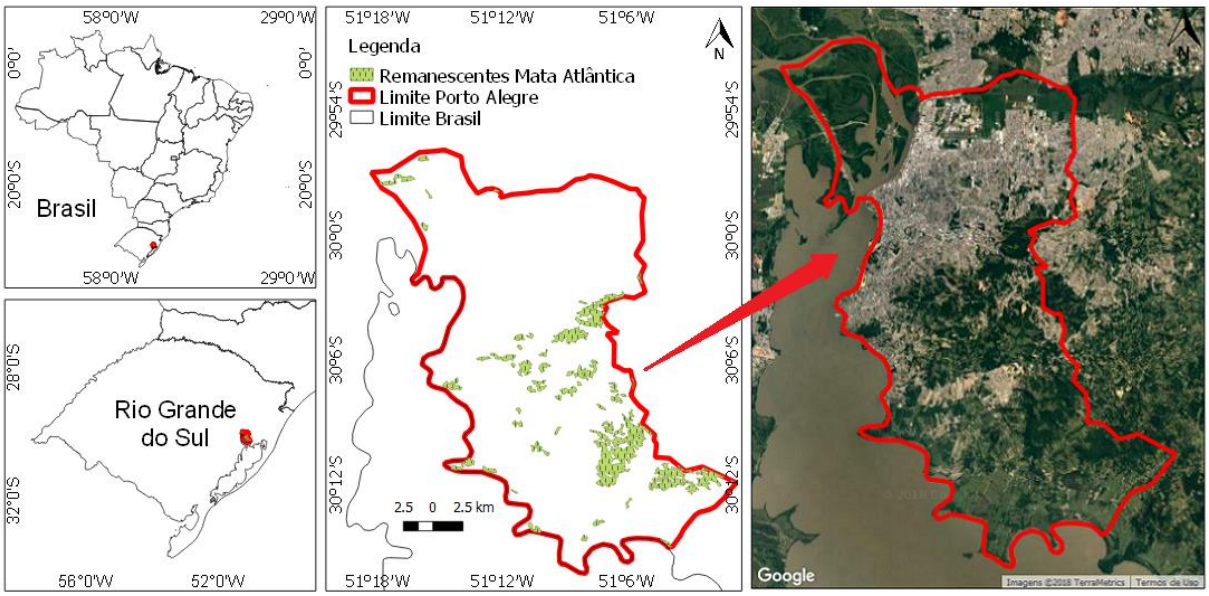


Figura 1. Localização da área de estudo no Brasil e Rio Grande do Sul (Fonte: adaptado de Google Earth).

Neste trabalho, foram utilizados os produtos VGT-S, que possuem maior aplicação na análise de mudanças no comportamento da vegetação, pois combinam dados diários, após realização da correção atmosférica e geométrica, de todos os segmentos de vegetação, com uso do algoritmo “maximum value composite” (MVC) Vicente et al. (2012), fornecendo sínteses de 10 dias de imagens com correções atmosféricas e gerando uma imagem de NDVI com a menor interferência de nuvens possível.

A equação para o cálculo do NDVI, proposto por Rouse et al., (1973), é dada por:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \qquad \text{(Eq.01)}$$

Onde: NIR: Refere-se à reflectância no infravermelho próximo;
RED: Refere-se à reflectância no vermelho.

Foram adquiridas 36 imagens decendiais por ano, entre o primeiro decêndio de janeiro de 2012 e o terceiro de maio de 2014, do produto NDVI disponíveis em: <http://free.vgt.vito.be/>, totalizando 87 imagens. Como os dados adquiridos são disponibilizados em formato RAR (Roshal ARchive), foi necessário descompactá-los por meio do software *VGT Extract* versão 1.4.1. Posteriormente as imagens foram convertidas para o formato do aplicativo ENVI. Os dados originais de NDVI são disponibilizados em níveis de cinza (DN) na escala de 0 a 255, assim, os mesmos foram convertidos para que fossem trabalhados como uma grandeza física. Para esta conversão, foi utilizada a seguinte equação proposta por Liu et al., (2010):

$$NDVI = (DN \times 0{,}004) - 0{,}1 \qquad \text{(Eq.02)}$$

2.2.2 ***Dados vetoriais***

Os dados vetoriais dos remanescentes do bioma Mata Atlântica utilizados neste estudo foram obtidos a partir de <http://mapas.sosma.org.br/dados/>, conforme mapeamento realizado em 2012. No estudo citado, foram mapeadas as áreas de vegetação que possuem menor interferência antrópica e maior capacidade de proteger parte da sua biodiversidade original (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2014). É importante destacar que apesar de diversas fisionomias vegetacionais comporem o bioma Mata Atlântica, como as florestas ombrófilas (densa, aberta e mista) e as estacionais (semideciduais e deciduais), os arquivos vetoriais utilizados neste estudo não contemplaram estas diferenças nos remanescentes (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2014).

2.3 **Análise de dados**

As 87 imagens de NDVI (1-JAN-2012 a 3-MAI-2014) foram empilhadas no software *Envi 5.1* e recortadas pelo arquivo vetorial limite da cidade de Porto Alegre. Em seguida, foi feito outro recorte pela máscara referente aos remanescentes florestais e foram calculadas as estatísticas (médias e desvios padrão) dos pixels de NDVI que pertenciam às áreas dos remanescentes. O passo seguinte consistiu na integração dos dados pelo uso do aplicativo *OriginPro*. A série temporal foi gerada e os resultados foram avaliados de forma gráfica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, os valores de NDVI para toda a série estiveram por volta de 0,7 (Figura 2).

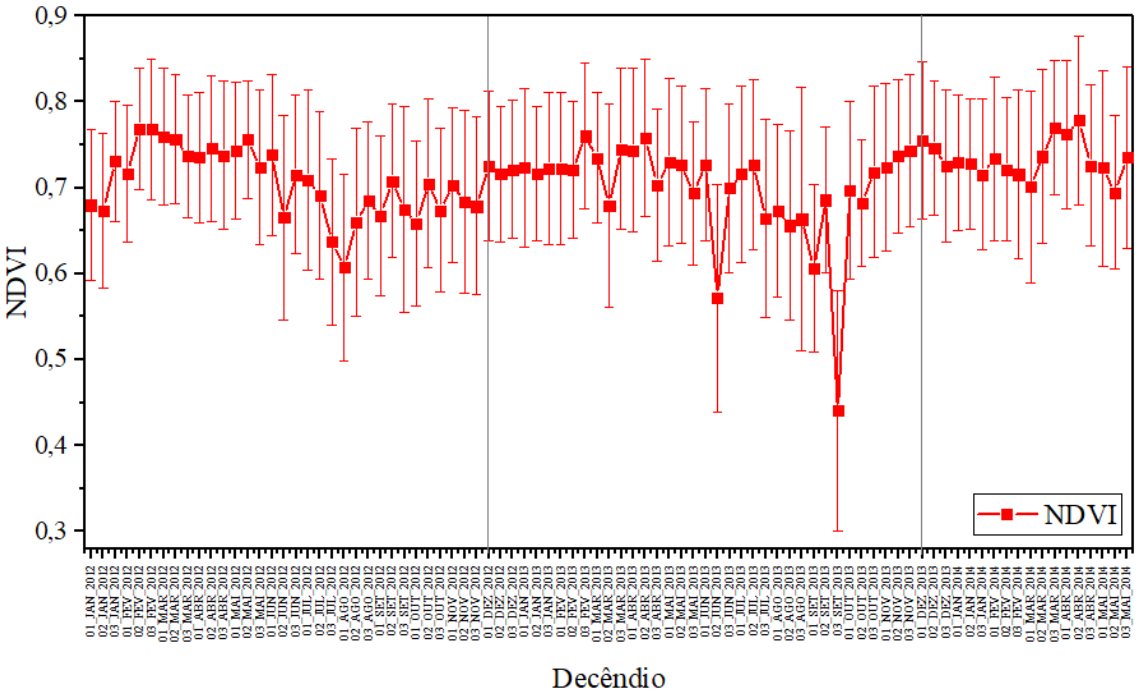


Figura 2. Distribuição temporal dos dados de NDVI dos remanescentes do bioma Mata Atlântica gerados a partir de composições decendiais do SPOT-VGT (2012-2014). Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com Costa e Guasselli (2017), valores do índice acima de 0,6 são valores característicos de áreas com média a elevada cobertura vegetal. O menor valor de NDVI encontrado neste estudo foi de 0,45, no entanto, pode ser considerado um valor anômalo na série temporal, que ocorreu no último decêndio de setembro de 2013.

Nota-se que a série avaliada apresenta um padrão de menores valores de NDVI nos meses de inverno, e maiores nos meses de verão. Nesse contexto, Cordeiro et al., (2017) ao avaliarem diferentes grupos vegetais no Rio Grande do Sul, concluíram que este padrão ocorre porque em meses de verão a vegetação florestal se encontra com maior vigor, sendo os valores de NDVI maiores devido à maior disponibilidade de pigmentos fotossintetizantes.

Em contrapartida no inverno, em fisionomias como Floresta Estacional Decidual ou Semidecidual, há perda de biomassa, reduzindo assim a oferta de pigmentos fotossintetizantes. Apesar de neste trabalho não terem sido consideradas fisionomias, é importante ressaltar que as Florestas Estacionais Semideciduais, caracterizadas pela perda de folhas de 20-50% no inverno, são as que ocorrem nas proximidades de Porto Alegre (Longhi et al., 2008).

Barbosa et al., (2015) destacam que o NDVI é capaz de fornecer um vínculo claro entre a estrutura do ecossistema e as condições climáticas.

Nesse sentido, apesar de a série temporal apresentar o padrão sazonal descrito, algumas variações intra-anuais são notadas nos ciclos de NDVI. Estas variações estão associadas às diferenças nas variáveis meteorológicas já que, segundo Wang et al., (2003), existe uma forte relação entre a temperatura, a precipitação e o NDVI.

A variação sazonal do NDVI dos remanescentes pode ser vista espacialmente na Figura 3.

As maiores variações sazonais para cada ano são representadas pelas imagens que exibiram os maiores (verão) e menores (inverno) valores médios de índice de vegetação.

Como continuidade do estudo, sugere-se que mais anos sejam considerados na série temporal, no intuito de traçar a dinâmica dos remanescentes captando uma maior quantidade de variações temporais possíveis nas variáveis analisadas.

4. CONCLUSÕES

A utilização de uma série temporal de dados SPOT-VGT (2012-2014) foi eficaz na obtenção de informações sobre a fenologia da vegetação de remanescentes do bioma Mata Atlântica na cidade de Porto Alegre, principalmente em função de sua alta resolução temporal. O padrão de comportamento da vegetação apresentou um ciclo definido nos dados decendiais de NDVI. As variações no NDVI podem ajudar a compreender o efeito de fatores externos sobre a vegetação local, e pode auxiliar no planejamento e mitigação de grande escala.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro concedido. Os dados SPOT Vegetation são cortesia do Flemish Institute for Technological Research (VITO).

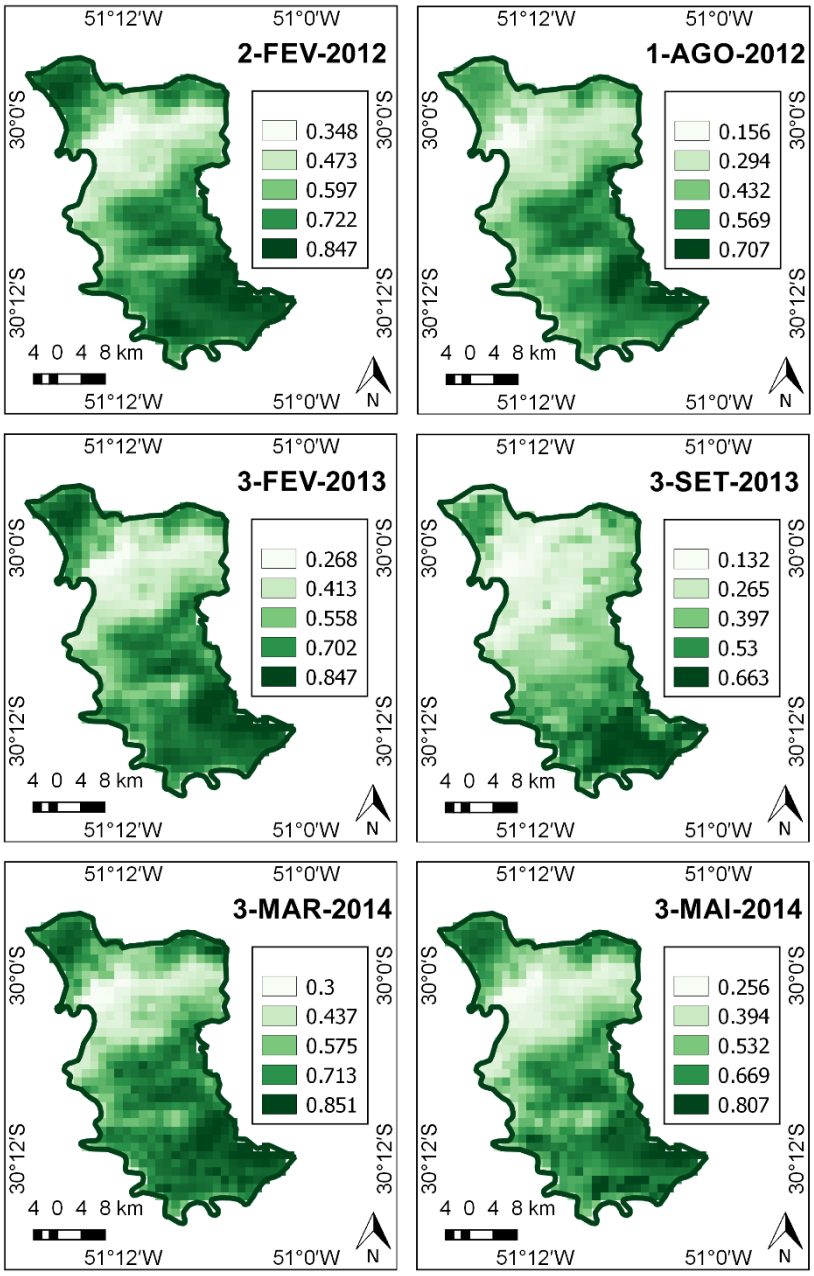


Figura 3. Avaliação espacial sazonal do NDVI. Imagens dos decêndios correspondentes aos maiores e menores valores de NDVI dentro de cada ano foram escolhidas para a representação. Fonte: Elaborado pelos autores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, H. A.; KUMAR, T. V.; SILVA, L. R. M. Recent trends in vegetation dynamics in the South America and their relationship to rainfall. **Natural Hazards**, v. 77, n. 2, p. 883–899 2015.

CORDEIRO, A. P.; BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; MELO, R. W.; SHIMABUKURO, Y. E.; FIOR, C. S. Regiões homogêneas de vegetação utilizando a variabilidade do NDVI. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 883-896, 2017.

COSTA, R. C.; FUTEMMA, C. R. T. Racionalidade com Compromisso: Os Assentados do Ribeirão Bonito (Teodoro Sampaio-SP) e o Projeto de Conservação Ambiental. **Ambiente & Sociedade** v. 9, p. 128-148. 2006.

EISENLOHR, P. V.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; PRADO, J. The Brazilian Atlantic Forest: new findings, challenges and prospects in a shrinking hotspot. **Biodiversity and Conservation**, v. 24, n. 9, pp 2129–2133, 2015.

FARIA, C. O. Governança da biodiversidade sob a perspectiva de sistemas sócio ecológicos: o caso do bioma Mata Atlântica. 2016. 126 p. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2016.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: Período 2015-2016**. São Paulo: 2017. Disponível em: < https://www.sosma.org.br/link/Atlas_Mata_Atlantica_2015_2016_relatorio_tecnico_2017.pdf>. Acesso: Fev. 2018.

FUNDAÇÃO SOS Mata Atlântica: A Nossa Causa. 2014. Disponível em: < http://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mataatlantica/>. Acesso: Fev. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Sistema IBGE de recuperação automática: banco de dados agregados. Rio de Janeiro: IBGE. Acesso: Jan. 2018 <http:// www.sidra. ibge.gov.br>.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso: Fev. 2018.

KANG, L.; DI, L.; DENG, M.; SHAO, Y.; YU, G.; SHRESTHA, R. Use of Geographically Weighted Regression Model for Exploring Spatial Patterns and Local Factors Behind NDVI-Precipitation Correlation. **IEEE Journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing**, v. 7, n. 11, 2014.

LIU, S.; WANG, T.; GUO, J.; QU, J.; AN, P. Vegetation change based on SPOT-VGT data from 1998-2007, northern China. **Environmental Earth Sciences**, v. 60, p. 1459-1466, 2010.

LONGHI S. J.; BRENA, D. A.; SCIPIONI, M. C.; GIACOMOLLI, L. Z.; DELIBERALI, G.; LONGHI, R. V.; MASTELLA, T. Caracterização fitossociológica do estrato arbóreo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1630-1638, 2008.

MENGUE, V.; GUERRA, R.; MONTEIRO, G.; MORAES, M.; VOGT H. Análise da expansão urbana em áreas suscetíveis à inundação utilizando o modelo HAND: o caso da Região Metropolitana de Porto Alegre, Brasil. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT),** n. 12, p. 231-253, 2017.

ROUSE, J. W.; HASS, R. H.; DEERING, D. W.; SCHELL, J. A. **Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation**. Progress Report RSC 1978-2. College Station: Texas & A.M. University. 1974. 87p.

STROPPIANA, D.; PINNOCK, S.; PEREIRA, J. M.; GRÉGOIRE, J.-M. Radiometric analysis of SPOT-VEGETATION images for burnt area detection in Northern Australia. **Remote Sensing of Environment**, v. 82, n. 1, p. 21–37, 2002.

VICENTE, L. E.; GOMES, D.; VICTORIA, D. C.; GARÇON, E. A. M.; BOLFE, E. L.; ANDRADE, R. G.; SILVA, G. B. S. Séries temporais de NDVI do sensor SPOT Vegetation e algoritmo SAM aplicados ao mapeamento de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 9, p. 1337-1345, 2012.

WANG, J.; RICH, P. M.; PRICE, K. P. Temporal responses of NDVI to precipitation and temperature in the central Great Plains, USA. **International Journal of Remote Sensing**, v. 24, n. 11, p. 2345–2364, 2003.

9.7 TRABALHOS DE SILVICULTURA

Análise dos efeitos da aplicação de pó de rocha na retenção de umidade e agregados minerais em substrato

Analysis of the effects of rock powder application on moisture and mineral aggregation retention in substrate

Renato Santos[1]
Samantha Lamperti[1]
Geovane Sestari[1]
Maitê Luana Weber[1]
Vanusa Gatteli[1]
Nathalia Alves[1]
Edison B. Cantarelli[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Frederico Westphalen – UFSM/FW
Linha 7 de Setembro s/n,
renato.souza.santoszf@gmail.com; samantha.lamperti@gmail.com;
geovanesestari@homail.com; maiteluanaweber@gmail.com;
vanusagattel@gmail.com; nataliawal@outlook.com; cantarelli@ufsm.br

Resumo: A rocha basáltica é rica em elementos químicos extremamente úteis na fertilização dos solos. Nesse sentido, objetivou-se realizar-se a análise dos efeitos da retenção de umidade e agregação mineral ocasionados pela aplicação do pó de rocha à substratos para a produção de mudas. Os tratamentos consistiram na secagem do material, onde posteriormente foram alocados 200 g de pó de rocha em copos plásticos e divididos em 3 tratamentos, considerando que cada tratamento recebesse uma quantidade diferente de água. Sendo eles divididos em: 2,5 ml 100 g^{-1}, tratamento 2 (T2): 5 ml 100 g^{-1} e tratamento 3 (T3): 10 ml 100 g^{-1}. Após, submeteu-se o tratamento a pesagens diárias até que o mesmo obtivesse o peso inicial. Já os resultados laboratoriais do pó de rocha basáltica à análise apresentaram os teores disponíveis de macro e micronutrientes, acidez potencial, (H+Al), Sat. por bases e Al e pH em H_2O. Dentre os valores, destaca-se a concentração do elemento fósforo (P), que apresenta dose equivalente a 1320 kg ha^{-1}. Consequentemente há uma considerável alteração nas demais propriedades químicas e física do solo e/ou da mistura para o substrato, sendo sua disponibilidade para a nutrição das plantas variável de acordo com o pH do solo.
*Palavras-chave***:** Fertilização; basalto; Propriedades químicas e físicas.

Abstract: The basaltic rock is rich in chemical elements extremely useful in soil fertilization, the purpose of this work was to analyze the effects of moisture retention and mineral aggregation caused by the application of rock dust to the substrates. The treatments consisted in the drying of the material, where 200 g of rock powder were later allocated in plastic cups and divided in 3 treatments, considering that each treatment received a different amount of water. They were divided into: treatment 1 (T1) 2, 5 ml 100 g^{-1}, treatment 2 (T2): 5 ml 100 g^{-1} and treatment 3 (T3): 10 ml 100 g^{-1}. Afterwards, the treatment was submitted to daily weighing until it obtained the initial weight. The results of the laboratory analysis of the basaltic rock dust, presented the available levels of macro and micro nutrients, potential acidity, (H + Al), Sat. by bases and Al and pH in H_2O. Among the values, the concentration of the phosphorus element (P), which presents a dose equivalent to 1320 kg ha^{-1}, stands out. Consequently, there is a considerable change in the other chemical and physical properties of the soil and / or the mixture for the substrate, being its availability for plant nutrition variable according to soil pH.
Keywords: Rock dust; Fertilization; Substrate; Chemical and physical properties.

1. INTRODUÇÃO

Na tentativa de se encontrar soluções para minimizar o impacto ambiental causado pelo descarte de resíduos urbanos e industriais, como casca de arroz, bagaço de cana, casca de pinus, lixo e resíduo da produção de papel, vários segmentos da sociedade têm se empenhado no desenvolvimento de pesquisas que visam o aproveitamento econômico desses materiais, os quais muitas vezes apresentam potencial para o aproveitamento agrícola, principalmente como substratos na produção de mudas (Chong, 1999; Backes & Kämpf, 1991; Flynn et al., 1995; Souza, 2001; Sainju et al., 2001).

A utilização de resíduos da agroindústria local como componentes para substratos pode propiciar a redução dos custos na produção de mudas, assim como auxiliar na minimização de impactos ambientais negativos (Fermino, 1996; Silveira et al., 2002). Porém, é importante lembrar que os substratos devem apresentar boa capacidade de troca catiônica, estabilidade física e esterilidade biológica e adequados pH, condutividade elétrica, teor de nutrientes, relação C/N, relação água/ar, porosidade total, capacidade de retenção de água e drenagem (Lemaire, 1995; Sassaki, 1997; Borne, 1999; Konduru et al., 1999; Booman, 2000; Carrijo et al., 2004).

Também, nas últimas décadas, presenciou-se a mudança do método de produção de mudas, passando de embalagens tradicionais, como sacos plásticos, para o sistema de tubetes. Nessas embalagens, porém, devido à menor quantidade de substrato utilizado, há a obrigatoriedade de adubações, que devem ser frequentes devido à alta lixiviação de nutrientes (GONÇALVES et al., 2000).

Uma das alternativas viáveis aos fertilizantes convencionais pode ser o uso de rochas moídas e aplicadas ao solo na forma de pó, prática denominada rochagem. Leonardos et al. (1976) indicam para a prática da rochagem, entre outros, o basalto, que apresenta em sua composição macronutrientes, micronutrientes e elementos benéficos que podem contribuir com o efeito residual por um longo período (HARLEY; GILKES, 2000).

No Brasil, Leonardos et al. (1987) mostram que as culturas do feijão (*Phaseolus vulgaris*), do capim napier (*Penissetum purpureum*) e mesmo árvores de crescimento lento responderam positivamente ao uso de pó de rocha. O uso de materiais ricos em potássio, magnésio, cálcio, fósforo e micronutrientes, oriundos da formação Mata da Corda, Minas Gerais, tem mostrado excelente resposta agronômica para uso em diversas culturas (Leonardos et al. 2000).

A região norte do Rio Grande do Sul é conhecida mundialmente pela maior reserva de ametistas do mundo. Por mês são extraídas aproximadamente 400 toneladas do mineral que rendem U$ 70 milhões por ano em exportações para mais de 50 países. No entanto, para realizar o processo de extração, gera-se uma grande quantidade de rejeito basáltico, algo que está sendo considerado um problema ambiental. Também é notório que esse material possui grande capacidade de retenção e absorção de umidade.

Assim, observando essas características aparentes no pó de rocha, o presente trabalho tem como objetivo realizar-se a análise dos efeitos da retenção de umidade e agregação mineral ocasionado pela aplicação do pó de rocha a substratos.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

Este experimento foi realizado no Viveiro Florestal na universidade Federal de Santa Maria, campus Frederico Westphalen, localizado no município de Frederico

Westphalen, Rio Grande do Sul, latitude 27°23'47.41"S e longitude 53°25'38.45"O e com altitude de 566m. De acordo com a classificação de Köppen e Geiger, o clima da região é do tipo Subtropical Temperado Úmido (cfa), caracterizado pela temperatura do mês mais quente superior a 22° C, e do mês mais frio inferior a 3° C, tendo como temperatura média de 19,2° C.

O experimento ocorreu durante o período de maio à julho de 2017. O primeiro processo, foi alocar o pó de rocha em estufa de secagem, para que o mesmo atingisse um peso constante. Esse procedimento foi realizado, devido às condições de armazenamento do pó de rocha no viveiro, uma vez que o mesmo estava ao ar livre e com isso teria acumulado umidade. Quando se atingiu o peso constante, o pó de rocha foi transferido para copos de plásticos, colocando em cada copo 200g e divididos em três tratamentos, onde em cada tratamento recebia uma dosagem diferente de água, sendo: tratamento 1 (T1): 2,5 ml 100 g^{-1}, tratamento 2 (T2): 5 ml 100 g^{-1} e tratamento 3 (T3): 10 ml 100 g^{-1}. Em paralelo um mesmo procedimento foi realizado com substrato comercial da marca Ferticel. O substrato tem como matéria prima, de acordo com o fabricante, casca e serragem de Pinus, cinza, esterco e cama de aves, fibra recuperada (Fibra de papel), vermiculita expandida, carvão vegetal e fibra de coco. Os copos foram armazenados no laboratório do viveiro florestal, sendo seco ao ar, e pesados diariamente até atingirem peso constante.

De forma complementar, foi realizada análise química do pó de rocha basáltica, a fim de observar os teores disponíveis de macros e micronutrientes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise química do resíduo de rochas basáltica estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Características químicas e físicas dos resíduos de rocha basáltica.

pH	**P**	**K**	**S**	**Ca**	**Mg**	**Al**	**H+Al**	**CTC**	**M.O.**	**V**	**m**
H_2O	---------- mg/L ----------			---------- cmol$_c$/L ----------					---------- % ----------		
9,0	660,0	129,0	3,6	8,5	2,6	0,0	53,5	64,9	0,3	17,7	0,0

Micronutrientes							
Fe	**Cu**	**Mn**	**Zn**	**B**	**Argila**	**Relações**	
---------- mg/L ----------					%		
	23,9	0,0	3,6	0,3	5,0	3,3	25,8	7,9

V = saturação por bases; m = saturação por alumínio. **Fonte:** Autores.

Dentre os valores, destaca-se a concentração do elemento fósforo (P), que apresenta dose equivalente a 1320 kg ha^{-1}. Com isso, o material oriundo de rochas basálticas possui potencial para utilização como fonte desse nutriente, levando em consideração as demais propriedades químicas e física do solo e/ou da mistura para o substrato, sendo sua disponibilidade para a nutrição das plantas variável de acordo com o ph do solo, onde é potencializada com o seu aumento, principalmente em solos em estágio avançado de intemperização (GUARDINI et al., 2012).

O fósforo é reconhecidamente um dos elementos mais importantes para o metabolismo vegetal, sendo essencial para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas (GONÇALVES et al., 2000). Quando aplicado na quantidade certa estimula a germinação, o desenvolvimento das raízes e melhora a produção das culturas (KNAPIK, 2005).

No estudo de Dias et al., (2014), foram apresentados resultados significativos em relação a resposta da adubação fosfatada em plantas de *Eucalyptus benthamii* e *Eucalyptus dunnii* em campo, com a aplicação de P de fonte natural e solúvel em solo com baixa disponibilidade do nutriente.

Contudo, somente a segunda espécie, apresentou resposta positiva ao acréscimo da fonte de fósforo natural, de menor solubilidade, com a aplicação da dose máxima, utilizada pelos autores, 360 kg ha^{-1}, não sendo possível determinar a dose de maior eficiência técnica. Logo, deve levar-se em consideração o efeito da solubilidade da fonte de nutrição, uma vez que os resíduos de rochas basálticas se enquadram como uma fonte não solúvel de nutrição (Dias et al., 2014).

Assim, além da escolha do material para atender às condições requeridas pelos solos e plantas a serem cultivados, são necessários testes de resposta com plantas, comparando com fertilizantes industrializados, com fins de uma avaliação econômica da viabilidade financeira da remineralização do solo, em estudos posteriores. (LOPES et al. 2013).

Além da quantidade de nutrientes para planta, é importante observar se esse nutriente estará disponível para as mesmas. O pó de rocha basáltica pode ser considerado como uma fonte alternativa de fertilizante e corretivo do solo, dependendo do material de origem da rocha, granulometria do pó e das condições do solo onde o material irá ser aplicado (ALOVISI et al. 2017).

Segundo Alovisi et al. (2017) o pó de rocha basáltica, apresenta uma pequena liberação de nutrientes para planta, mostrando que ele deve ser utilizado como um complemento e não como fonte principal nutricional.

Outra característica interessante apresentada pelo pó de rocha basáltica, foi a quantidade de tempo de retenção da água, como mostra a Figura 1.

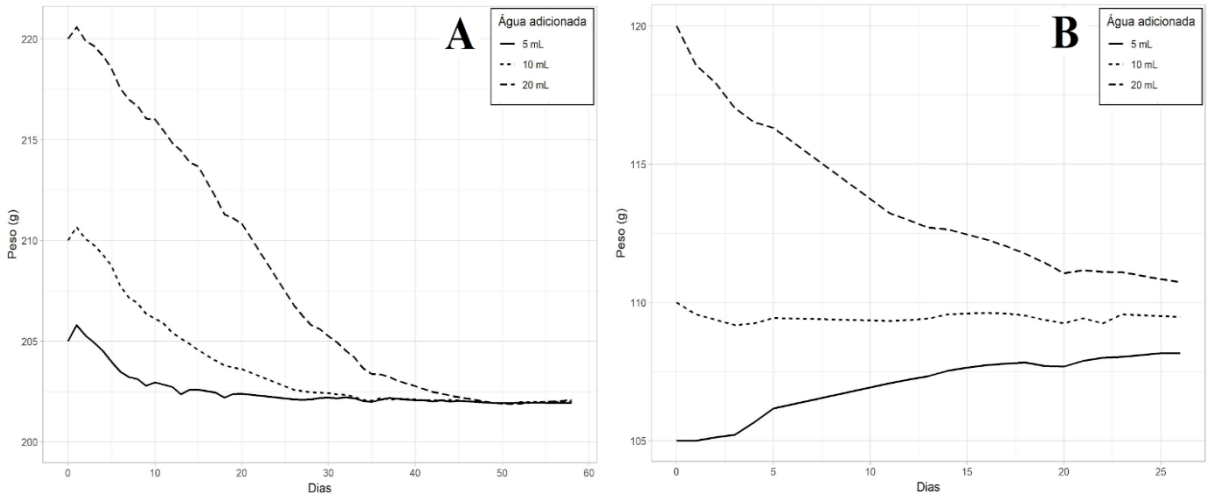


Figura 1. Curva de retenção de umidade do pó de rocha (A) e do substrato comercial (B). **Fonte:** Autores.

Observando a as curvas de retenção de água, o pó de rocha basáltica mostrou capacidade de reter água durante 34 dias, já o substrato convencional mostrou uma

capacidade de 21 dias. Essa característica é um bom indicativo para a utilização do pó de rocha basáltica na composição do substrato de mudas florestais que necessitam ficar com um maior tempo no campo, a qual a planta pode passar por um período de estiagem, essa maior retenção de umidade, irá proporcionar uma melhor condição de desenvolvimento inicial e assim diminuindo a mortalidade no campo.

4. CONCLUSÕES

A agregação do pó-de-rocha ao substrato promove um aumento relativamente alto nos teores de P do solo.

O efeito da adição das doses de basalto apresenta uma maior eficiência para a neutralização da acidez potencial.

O pó de rocha basáltica pode em alguns casos ser considerado como uma fonte alternativa de fertilizante e corretivo do solo, dependendo da composição da rocha, granulometria do pó de rocha e condições do solo.

O pó de rocha basáltica apresentou alta capacidade de retenção de água, mostrando assim um indicativo para ser utilizado na composição de substrato de mudas florestais.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen, ao Programa de Educação Tutorial (PET).

Ao prof. Dr. Vanderlei Rodrigues da Silva pelo auxílio nas avaliações dos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALOVISI et al. Alterações nos atributos químicos do solo com aplicação de pó de basalto. **Edição Especial: II Seminário de Engenharia de Energia na Agricultura Acta Iguazu**, Cascavel, PR, v. 6, n. 5, p. 69-79, 2017.

BACKES, M. A.; KAMPF, A. N. Substratos à base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 5, p.753-758, maio 1991.

BOOMAN, J. L. E. Evolução dos substratos usados em horticultura ornamental na Califórnia. In: KAMPF, A. N.; FERMINO, M. H. (Ed.) **Substratos para plantas**: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênesis, 2000. p.43-65.

BORNE H. R. 1999. **Produção de mudas de hortaliças**. Guaíba: Agropecuaria, 1999 189p.

CARRIJO, O. A. et al. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 1, p.5-9, mar. 2004.

CHONG, Calvin. Experiences with the utilization of wastes in nursery potting mixes and as field soil amendments. **Canadian Journal of Plant Science**, [S.l.], v. 79, n. 1, p.139-148, Jan. 1999.

DIAS, L. P. R. et al. Substituição parcial de fosfato solúvel por natural na implantação de *Eucalyptus benthamii* e *Eucalyptus dunnii* no Planalto Sul catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG. v. 38, n. 2, p.516-523, abr. 2014.

FLYNN, R. P.; WOOD, C. W.; GUERTAL, E. A. Lettuce response to composted broiler litter as a potting substrate component. **Journal of American Society For Horticultural Science**, [S.l.], v. 120, n. 6, p.964-970, Jan. 1994.

GUARDINI, R. et al. Accumulation of phosphorus fractions in typic Hapludalf soil after long-term application of pig slurry and deep pig litter in a no-tillage system. **Nutrient Cycling In Agroecosystems**, [S.l.], v. 93, n. 2, p.215-225, jun. 2012.

GONÇALVES, J. L. de M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. **Nutrição e Fertilização Florestal**, [S.l.]. 2000.

GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 310-350

KNAPIK, J. G. **Utilização do Pó de Basalto como Alternativa à Adubação convencional na produção de mudas de *Mimosas cabrella* BENTH e *Prunus sellowii* KOEHNE**. 2005. 163 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba

KONDURU, S.; EVANS, M. R.; STAMPS, Robert H. Coconut Husk and Processing Effects on Chemical and Physical Properties of Coconut Coir Dust. **HORTSCIENCE**, [S.l.], v. 34, n. 1, p.88-90, fev. 1999.

LEMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. **Acta Horticulturae**, [S.l.], n. 396, p.273-284, mar. 1995.

LEONARDOS, O. H.; FYFE, W. S..; KRONBERG, B. I. The use of ground rocks in laterite systems: An improvement to the use of conventional soluble fertilizers?. **Chemical Geology**, [s.l.], v. 60, n. 1-4, p.361-370, mar. 1987.
LEONARDOS, O.H.; THEODORO, S. H.; ASSAD, M. l. Remineralization for sustainable agriculture: A tropical perspective from a Brazilian viewpoint. **Nutrient Cycling In Agroecosystems**, [S.l.], v. 56, n. 1, p.3-9, 2000.

LOPES, O. M. M.; COSTA, L. G.; LOPES-ASSAD, M. L. Solubilização de pó de basalto por meio de vinhaça: variação de ph e nutrientes disponíveis. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, SP, v. 10, n. 2, p.175-188, mar. 2013.

SAINJU, U. M.; RAHMAN, S.; SINGH, B. P. Evaluating Hairy Vetch Residue as Nitrogen Fertilizer for Tomato in Soilless Medium. **HORTSCIENCE**, [S.l.], v. 36, n. 1, p.90-93, jan. 2001.

FERMINO MH. 1996. **Aproveitamento de resíduos industriais e agrícolas como alternativas de substratos hortícolas**. Porto Alegre: UFRGS, 90p. (Tese mestrado).

SASSAKI, O. K. Resultados preliminares da produção de hortaliças sem o uso de solo no Amazonas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 15, p.165-169, maio 1997.

SOUZA FX. 2001. **Materiais para formulação de substratos na produção de mudas e no cultivo de plantas envasadas**. Fortaleza: Embrapa CNPAT. 21p. (Documentos 43).

Avaliação da eficiência da máquina sopradora de sementes no beneficiamento de *Mimosa scabrella* (Benth.) e seu efeito na qualidade fisiológica das sementes

Evaluation of the efficiency of the seed blowing machine in the *Mimosa scabrella* (Benth.) processing and its effect on the physiological quality of seeds

Tifani Castanha Crepaldi[1]
Diego Souza[1]
Igor Bastos Gomes[1]
Vanessa Gisele Dambros[1]
Daniceli Barcellos [1]
Paulo César Flôres Júnior[2]
Andressa Vasconcelos Flores[1]

[1]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Rod. Ulysses Gaboardi, Km 3, 89520-000, Curitibanos, SC. tifanicastanha@gmail.com; diegosouza221@live.com; igorbgomes2010@gmail.com; danicelibarcellos@hotmail.com; vaahdambros@hotmail.com; andressa.flores@ufsc.br

[2]Universidade Federal do Paraná – UFPR, Rua XV de Novembro, 1299, Centro, Curitiba, PR, 80060-000. paulocesarfloresjunior@gmail.com

Resumo: Conhecer os fatores que afetam a qualidade fisiológica de sementes é de suma importância, de modo a compreender seus efeitos intrínsecos e extrínsecos relacionados à germinação e capacidade de formar uma planta vigorosa e de qualidade. A relação entre a qualidade fisiológica e o peso das sementes de espécies florestais vem se mostrando como um novo fator a ser observado. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência do peso de sementes de um lote *Mimosa scabrella* (Benth.) na sua germinação e índice de velocidade de germinação (IVG), por meio da separação em duas classes de peso utilizando-se de um equipamento soprador de sementes e posterior biometria para avaliação de sua eficiência. As avaliações foram realizadas por 10 dias, e foi possível determinar germinação e IVG, respectivamente, de 91,25% e 157,99 nas sementes mais leves e 96,25% e 185,55 nas sementes mais pesadas. O equipamento se mostrou eficiente na separação das sementes em duas classes de peso, entretanto, não foi observada diferença significativa na germinação e índice de velocidade de germinação entre as diferentes classificações para o lote em estudo de *M. scabrella*.
Palavras-chave: bracatinga, germinação, sementes, Mimosoideae.

Abstract: Knowing the factors that affect the physiological quality of seeds is of sum importance in order to understand their intrinsic and extrinsic effects related to germination and the ability to form a vigorous and quality plant. The relationship between physiological quality and seed weight in forest species has been a new factor to be observed. The objective of this work was to evaluate the influence of the seed weight of a *Mimosa scabrella* (Benth.) lot on its germination and germination speed index (GSI), by separating it into two weight classes using a seeds blower and subsequent biometrics analysis to evaluate its efficiency. The evaluations were carried out for 10 days, and it was possible to determine germination and GSI, respectively, of 91.25% and 157.99 in the lighter seeds and 96.25% and 185.55 in the heavier seeds. The equipment shown efficience in the separation of seeds in two weight classes. However, no significant difference was observed in germination and germination speed index among the different weight classifications for the study lot of *M. scabrella.*
Key words: bracatinga, germination, seeds, Mimosoideae.

1. INTRODUÇÃO

A bracatinga é uma planta arbórea pertencente à família botânica Fabaceae, gênero *Mimosa*, espécie *Mimosa scabrella* (Benth) (SOBRAL et al., 2006). Segundo Lorenzi (1992) e Fonseca et al. (2009), é nativa das regiões mais frias do sul do Brasil, com ocorrência de São Paulo ao Rio Grande do Sul, nas regiões de altitude da Floresta Ombrófila Mista.

De acordo com Lorenzi (1992) e Sobral et al. (2006), *M. scabrella* é uma planta semidecídua, pioneira, de rápido crescimento. Pouco exigente quanto à condições de solo (EHRHARDT-BROCARDO et al., 2015), é capaz de alcançar os 15 m de altura, com até 40 cm de diâmetro de tronco. Suas folhas são compostas com 4 a 14 pares de pinas opostas de 3 a 6 cm de comprimento, e suas sementes se formam em vagens deiscentes, com distribuição anemocórica, em sua maioria. Apresenta floração durante os meses de julho a setembro, e frutificação de outubro a janeiro (LORENZI, 1992; PETKOWICZ et al., 2011).

O mecanismo de dormência nas sementes se apresenta como uma estratégia reprodutiva importante para a manutenção e sobrevivência das espécies vegetais (FILHO, 2005; DIAS et al., 2006). Cardoso (2004) identifica as sementes de bracatinga como dormentes, apresentando dormência primária do tipo física tegumentar, de acordo com a classificação de Harper quanto à origem do mecanismo de dormência. Este mecanismo promove a formação de tegumento resistente, ou até mesmo impermeável, a trocas gasosas e absorção de água (BASKIN; BASKIN, 1998). Desta forma, é necessária a realização de pré-tratamento de modo a uniformizar a germinação das sementes. Uma das metodologias mais eficientes para a superação da dormência tegumentar de *M. scabrella* se dá por meio da imersão em H_2O a 80°C, com descanso de 24 horas (BRASIL, 2013).

A qualidade fisiológica das sementes é afetada por diversos fatores intrínsecos, como sua origem, vitalidade, viabilidade, longevidade, grau de maturidade, dormência, sanidade, genótipo, teor de água e peso de massa seca, e extrínsecos, como água, temperatura, oxigênio, luz e promotores químicos (FILHO, 2005; FERREIRA; BORGHETTI, 2004; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). A ação destes fatores na semente apresenta efeito direto sobre sua germinação e vigor.

Nos cultivos agrícolas de espécies anuais, a influência do peso na qualidade fisiológica das sementes já foi consolidada como um fator determinante. Estudos com soja (*Glycine max* L.), milho (*Zea mayz* L.) e tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) comprovam, por meio da classificação das sementes com uso de implementos mecânicos baseados na densidade e peso tal qual mesas gravimétricas e cilindros alveolados, diferenças significativas no potencial germinativo e qualidade fisiológica das sementes de diferentes pesos, conforme descrito por Pádua et al. (2010), Vazquez et al. (2012) e Gadotti et al. (2011).

Estudos com espécies florestais também indicam a influência do tamanho da semente como um fator importante na qualidade fisiológica. Tal efeito já foi observado em outras fabáceas, como em *Hymenaea stigonocarpa* var. *stigonocarpa* (Mart. ex Hayne.) e *Mimosa caesalpiniifolia* (Benth.) (PEREIRA et al., 2011; ALVES et al., 2005).

Desta forma, o beneficiamento e classificação das sementes florestais se dá como prática essencial visando melhor qualidade do lote de sementes, tanto na separação das sementes do material inerte quanto na classificação em diferentes tamanhos (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). Trabalhos realizados com *Copaifera*

langsdorfii Desf. e *Carthamus tinctorius* L. apontam resultado positivo na utilização de implementos mecânicos na separação das sementes e qualidade dos lotes avaliados (BEZERRA et al., 2002; MACEDO, 2018)

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da máquina sopradora de sementes na separação das mesmas em diferentes classes de peso, e posteriormente, verificar a influência desta classificação sobre a qualidade fisiológica de um lote de *M. scabrella*.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O trabalho foi realizado no Laboratório de Biotecnologia e Genética do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), *Campus* Curitibanos. As sementes de bracatinga utilizadas no experimento foram obtidas a partir de três matrizes de Fraiburgo, Santa Catarina, coletadas em dezembro de 2017, beneficiadas de modo a remover o material inerte e sementes indesejáveis e armazenadas em temperatura ambiente.

Utilizando-se de uma sopradora de sementes da marca DeLeo, modelo *General,* realizou-se a separação das sementes em duas classes de acordo com seu peso por meio da passagem de ar. Cada ciclo de separação foi realizado com amostras de aproximadamente 5 g.

A partir da classificação realizada pelo equipamento, foram estabelecidos os tratamentos T_1 = sementes leves, que foram levadas pelo fluxo de ar até outro reservatório; e T_2 = sementes pesadas, que permaneceram no reservatório inicial de carga. De cada montante retirou-se uma amostra de 50 sementes para caracterização biométrica, as quais foram mensuradas quanto ao: diâmetro longitudinal (DL), diâmetro equatorial (DE) e espessura (ESP) com o uso de paquímetro eletrônico com precisão de 0,01 mm; e peso (PE) em balança analítica com precisão de 0,0001 g. As sementes avaliadas foram devolvidas à sua devida classe e homogeneizadas, e posteriormente, submetidas ao teste de germinação.

O teste de germinação e suas análises foram realizados de acordo com as recomendações estabelecidas nas Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013). Previamente, visando a superação da dormência, as sementes foram submersas em H_2O a 80°C, e subsequente descanso na mesma água por 24 h. Em seguida, para desinfestação, as sementes foram imersas em solução de NaClO a 2% da solução comercial por 3 minutos, seguido de enxágue triplo com água destilada.

O teste de germinação foi realizado em caixas tipo *gerbox* (11x11x3,5 cm), contendo duas folhas de papel tipo *germitest* umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Cada *gerbox* constituiu uma repetição com 100 sementes, sendo realizadas 4 repetições para cada tratamento, totalizando 8 unidades experimentais. Após, foram incubadas em câmara B. O. D. (*Biologycal Oxygen Demand*) com temperatura de 25±2°C e fotoperíodo de 12 horas por período de 10 dias.

Para avaliação da germinação foram consideradas germinadas, aquelas sementes que geraram uma plântula normal (PN). Na avaliação final, aos 10 dias, observou-se também as variáveis: plântulas anormais (PA), sementes duras (D) e sementes mortas (M), de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

A porcentagem de germinação (G%) foi calculada segunda a equação 1, na qual

se avalia a proporção total de sementes germinadas ao fim do teste; e o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) conforme sugerido por Maguire (1962) (Equação 2) para cada tratamento:

$$G\% = \frac{n_g}{N} \; x \; 100 \qquad \text{(Eq. 1)}$$

$$IVG = \sum \frac{n_i}{t_i} \qquad \text{(Eq. 2)}$$

Onde:
n_g = número total de sementes germinadas;
N = número total de sementes;
n_i = número de sementes germinadas por dia;
t_i = tempo de incubação;

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), e os dados foram submetidos à análise de variância, e diferenciação das médias pelo teste F, por meio do software R com extensão RStudio, versão 1.0.136 (2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores mínimo, médio, máximo, desvio padrão e coeficiente de variação de frutos e sementes de Bracatinga obtidos pela biometria encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Diâmetro longitudinal (DL), diâmetro equatorial (DE), espessura (ESP) e peso de sementes de *Mimosa scabrella*. Curitibanos, SC, 2018.

	Determinações	Mínimo	Máximo	Médio	Desvio Padrão	CV%
T1	DL (mm)	4,61	6,13	5,28	0,36	6,82
	DE (mm)	2,4	5,42	3,49	0,49	14,04
	ESP (mm)	0,94	1,50	1,21	0,13	10,74
	PESO (g)	0,0103	0,0227	0,0160	0,0030	18,75
T2	DL (mm)	4,57	5,81	5,41	0,28	5,18
	DE (mm)	3,04	4,46	3,66	0,34	9,29
	ESP (mm)	1,11	1,84	1,35	0,12	8,89
	PESO (g)	0,0125	0,0222	0,0180	0,0021	11,67

Observou-se diferença significativa entre as duas classes de sementes avaliadas para as características diâmetro longitudinal, espessura e peso, entretanto, para a característica diâmetro equatorial não foi verificada diferença significativa (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância (ANOVA) para diâmetro longitudinal (DL), diâmetro equatorial (DE), espessura (ESP) e peso de sementes de *Mimosa scabrella*. Curitibanos, SC, 2018.

	DL	DE	ESP	PESO
Tratamento	0,04088*	0,05534^{ns}	0,00015*	0,00044*

*Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro; ^{ns}Teste F não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Por apresentar diferença significativa para a maioria das características

observadas, é possível classificar o equipamento soprador de sementes como eficiente na separação de sementes de bracatinga em duas classes de peso.

Através do teste F da análise de variância, ao nível de 5% de significância, foi possível observar que os tratamentos não apresentaram diferença significativa entre si quanto ao número de plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), sementes duras (D) e sementes mortas (M), e IVG (Tabela 3).

Tabela 3. Porcentagem média de plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), sementes duras (D) e sementes mortas (M) de *Mimosa scabrella* por tratamento ao 10º dia de avaliação e Índice de Velocidade de Germinação (IVG). Curitibanos, SC, 2018.

Tratamento	PN	PA	D	M	IVG
T1	91,25 a*	6,50 a	0,50 a	1,75 a	157,99 a
T2	96,25 a	3,00 a	0,00 a	0,75 a	185,55 a

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Considerando estudos realizados com espécies agrícolas anuais e florestais, era esperado observar diferença significativa na qualidade fisiológica de sementes de bracatinga de diferentes pesos. No entanto, tal influência não foi observada no presente estudo.

Desta forma, foi possível afirmar que o peso das sementes de *M. scabrella* não apresenta influência direta sobre a porcentagem e velocidade de germinação para o lote avaliado.

4. CONCLUSÕES

O equipamento sopradora de sementes é eficiente na separação de sementes de bracatinga em duas classes de tamanho. O tamanho e peso da semente de bracatinga não apresenta influência direta sobre sua germinação e velocidade de germinação. Assim, a separação de sementes de bracatinga utilizando-se se sopradora de sementes é desnecessária, por não influenciar em sua germinação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; PAULA, R. C. Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpiniifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, v. 29, p. 877-885. 2005.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds**: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination, 2 ed. San Diego: Academic Press. 2014. 1586 p.

BEZERRA, A. M. E.; FILHO, S. M.; MOREIRA, M. G.; MOREIRA, F. J. C.; ALVES, T. T. L. Germinação e desenvolvimento de plântulas de copaíba em função do tamanho e da imersão da semente em ácido sulfúrico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 33, n. 2, p. 5-12. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Métodos sugeridos para testes de germinação em sementes de espécies florestais. In: **Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais**, 2013. p. 54-79.

Teste de Germinação. In: **Regras para análise de sementes.** Brasília: MAPA/ACS, 2009. p. 147-224.

CARDOSO, V. J. M. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed. 2004. p. 95-108.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes:** Ciência, Tecnologia e Produção. Jaboticabal: FUNEP. 2000. 588 p.

DIAS, E. S., KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z. R. H.; SOUZA, P. R. **Produção de mudas de espécies nativas**: manual. Campo Grande: Ed. da UFMS, 2006. 57 p.

EHRHARDT-BROCARDO, N. C. M.; STOCCO, P.; TRAMONTIN, A. L.; FILHO, L. C. I. O.; SANTOS, J. C. P. S. Diversidade cultural, morfológica e genética de diazotróficos isolados de nódulos de bracatinga. **Revista Árvore**, v.39, n.5, p.923-933. 2015.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FILHO, J. M. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Piracicaba: FEALQ. 2005. 495 p.

FONSECA, C. R.; SOUZA, A. F.; ZANCHET, A. M. L. DUTRA, T. L.; BACKES, A. GRANADO, G. **Floresta com Araucária**: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável. Ribeirão Preto: Holos Editora. 2009. 328 p.

GADOTTI, G. I.; VILLELA, F. A.; BAUDET, L. Influência da mesa densimétrica NA qualidade de sementes de cultivares de tabaco. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 372–378. 2011.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil, 1 ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. v. 1. 352 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 76-177, 1962.

MACEDO, V. G. K. **Influência do beneficiamento em mesa de gravidade na qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.).** Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

PÁDUA, G. P.; ZITO, R. K.; ARANTES, N. E.; NETO, J. B. F. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 9-16. 2010.

PEREIRA, S. R.; GIRADELLI, G. R.; LAURA, V. A.; SOUZA, A. L. T. Tamanho de frutos e de sementes e sua influência na germinação de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* var. *Stigonocarpa* Mart. Ex Hayne, Leguminosae – Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Sementes,** v. 33, n. 1, p. 144-148. 2011.

PETKOWICZ, C. L. O.; BOCHICCHIO, R.; REICHER, F.; SILVEIRA, J. L. M. *Mimosa scabrella.* In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro – Região Sul. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. p.656-662.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

SOBRAL, M.; JARENKOW, J.A.; BRACK, P.; IRGANG, B.; LAROCCA, J. & RODRIGUES, R.S. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul.** São Carlos: RiMA/Novo Ambiente. 2006. 348 p.

VASQUEZ, G. H.; ARF, O.; SARGI, B. A.; PESSOA, A. C. O. Influência do tamanho e da forma da semente de milho sobre o desenvolvimento da planta e a produtividade de grãos. **Biosci. J.**, v. 28, n. 1, p. 16-24. 2012.

Avaliação da emergência de sementes de *Quercus acutissima* Carruth. com diferentes tratamentos germinativos

Evaluation of seeds emergence of *Quercus acutissima* Carruth. with different germinative treatments

Igor Bastos Gomes [1]
Mauricio Mariot de Mello [1]
Tifani Castanha Crepaldi [1]
Vanessa Gisele Dambros [1]
Daniceli Barcellos [1]
Paulo César Flores Júnior [2]
Andressa Vasconcelos Flores [1]

[1] Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Rod. Ulysses Gaboardi, Km 3 – CEP 89520-000, Curitibanos – Santa Catarina igorgomes_bastos@hotmail.com, mauriciomariott@gmail.com, tifanicastanha@gmail.com, vaah.dambros@hotmail.com, danicelibarcellos@hotmail.com, andressavasconcelosflores@gmail.com

[2] Universidade Federal do Paraná – UFPR, Rua XV de Novembro, 1299 - Centro, CEP 80.060-000 - Curitiba – PR – Brasil. paulocesarfloresjunior@gmail.com

Resumo: O carvalho japonês (*Quercus acutissima* Carruth.) é uma folhosa originária do leste asiático resistente a climas frios que possui potencial comercial e que poderia ser cultivada para esse fim nas regiões de maiores altitudes no Sul do Brasil. Como existem poucas informações sobre a espécie na literatura, o presente trabalho avaliou qual o melhor tratamento para que as plântulas apresentem emergência mais rápida e uniforme, sendo estes tratamentos com e sem tegumento de tamanhos variados, e com tegumento divididos em três classes de tamanho, pequeno, médio e grande. O carvalho japonês possui um tegumento duro que apresenta certa resistência inicial à germinação. As avaliações ocorreram semanalmente durante um período de 76 dias, chegando a conclusão de que o tratamento onde houve a retirada do tegumento foi o que apresentou melhores resultados tanto em relação ao número de plantas emergidas como ao índice de velocidade de emergência, enquanto que os demais não apresentaram diferença estatística significativa.
Palavras-chave: carvalho japonês, tamanho das sementes, tegumento, índice de velocidade de emergência.

Abstract: The Japanese oak (*Quercus acutissima* Carruth.) is a cold-resistant, eastern-origin hardwood that has commercial potential and could be grown for this purpose in the higher altitudes in southern Brazil. As there is little information about the species in the literature, the present study evaluated the best treatment for the seedlings to present a more rapid and uniform emergence, with the treatments with and without tegument of varied sizes and with tegument divided into three size classes, small, medium and large. Japanese oak has a hard integument that presents some initial resistance to germination. The evaluations occurred weekly during a period of 76 days, reaching the conclusion that the treatment where there was the removal of the integument was the one that presented the best results both in relation to the number of plants emerged and the emergency speed index, while the others did not present significant statistical difference.
Key words: Japanese oak, seeds size, integument, emergency speed index.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que necessita de alta demanda de produtos florestais, porém, grande parte das regiões não tem condições de saciar essa necessidade com espécies nativas, já que, em muitos casos, essas espécies potenciais foram altamente exploradas, chegando ao ponto de que, atualmente, a grande parte das áreas de floresta nativa são protegidas. Por esse fator tornou-se essencial buscar espécies exóticas com grande potencial de uso e que sejam adaptadas as diferentes condições climáticas brasileiras (JUVENAL; MATTOS, 2002).

Nesse contexto, para regiões de climas frios do país o *Quercus acutissima* Carruth. poderia ser uma possibilidade de cultivo. De acordo com Lengowski et al. (2013), a espécie é popularmente conhecida como Carvalho Japonês e pertence à família Fagaceae, é nativa do leste asiático, mais especificamente no Japão, China e da Península Coreana.

O *Q. acutíssima* pode chegara 15 m de altura, sua copa pode ter até 16 metros de comprimento. Possui folhas verdes, pinadas, simples, com margem serrilhada e forma de oblonga a ovada com comportamento decíduo. Os frutos são arredondados a ovalados com normalmente 3 cm de comprimento, são duros e marrons, servindo de alimento para mamíferos em seu local de origem (GILMAN; WATSON, 1994).

Essa espécie, principalmente no Japão, é comumente utilizada para combustível e como cama para o cultivo de cogumelos, porém de sua madeira são feitos diversos utensílios, como cabos para ferramentas (KIM et al., 1994).

Conforme Lengowski et al. (2013), as características físicas de *Q. acutissima* indicam uma potencialidade do uso industrial de sua madeira, porém esse uso é limitado pelo alto valor de anisotropia de contração.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a emergência e o índice de velocidade de emergência em sementes de *Q. acutissima* submetidas a diferentes tratamentos germinativos.

2. METODOLOGIA DO TRABALHO

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), localizado no município de Curitibanos, SC, e as sementes foram obtidas de matrizes de *Q. acutissima* oriundas da Área Experimental Florestal da UFSC – Curitibanos.

As sementes foram beneficiadas e, amostras foram retiradas para confecção dos tratamentos. Foram utilizados cinco tratamentos distintos, sendo estes: sementes sem classificação de tamanho (misturadas) com tegumento; sementes sem classificação de tamanho (misturadas) sem tegumento; e três classes de tamanho (pequena, média e grande) com tegumento. Todas as sementes foram imersas por 24 horas em água destilada como tratamento pré-germinativo. Cada tratamento foi composto por quatro repetições, com 20 sementes, em delineamento inteiramente casualizado.

A semeadura foi realizada em bandejas de polietileno transparente, contendo o substrato vermiculita de granulometria média, sendo após, colocadas em casa de vegetação com temperatura (25°C) e umidade controladas.

Foram analisadas as variáveis emergência (%) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE), por meio da observação semanal do experimento, por período de 76 dias.

A emergência observada (E%) foi calculada conforme segue (Equação 1):

$$E\% = \frac{n}{N} \times 100 \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Onde:
E% = Porcentagem de sementes emergidas;
n = Número de sementes emergidas;
N = Número de sementes semeadas.

Estimou-se o IVE de acordo com o proposto por Maguire (1962) (Equação 2):

$$IVE = \sum_{i=1}^{n} \frac{E_i}{N_i} \qquad \text{(Eq. 2)}$$

Onde:
IVE = Índice de velocidade de emergência;
Ei = Número de plântulas normais computadas em cada contagem;
Ni = Número de dias da semeadura em relação a cada contagem.

Para a análise dos dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do software GENES (CRUZ, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise da variância foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, para as duas variáveis analisadas (tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Análise de variância para emergência (E%) de sementes de Q. *acutissima*.

F. V.	G. L.	S.Q.	Q. M.	F	P (%)
Tratamento	4	12.882,50	3.220,62	16,2044	0,002552*
Resíduo	15	2.981,25	198,75		
Total	19	15.863,75			
Média			31,75		
C.V. (%)			44,402747		

Fonte: Autores

Tabela 2. Análise de variância para índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes de *Q. acutissima*.

F. V.	G. L.	S.Q.	Q. M.	F	P (%)
Tratamento	4	0,3823	0,095595	22,0944	0,0*
Resíduo	15	0,0649	0,004327		
Total	19	0,4473			
Média			0,1515		
C.V. (%)			43,417427		

Fonte: Autores

Quanto ao tamanho da semente, 76 dias após a semeadura não se observou diferenças estatísticas significativas entre as classes pequena, média e grande para as variáveis E% e IVE, em relação à emergência de *Q. acutissima*. O mesmo foi observado por Oliveira et al. (2005), que, ao constatarem que após 42 dias da semeadura o tamanho das sementes de *Dimocarpus longan* Lour. não afetam a

emergência da plântula, concluíram que não se faz necessário a separação das sementes por tamanho visando produção ou melhoramento. Na tabela 3 são apresentadas as médias para as variáveis E% e IVE.

Tabela 3. Médias de emergência (E%) e índice de velocidade de emergência (IVE) para diferentes tratamentos germinativos de sementes de *Q. acutissima*.

Tratamento	E%		IVE	
Com tegumento, misturadas	17,50	b	0,08	b
Sem tegumento, misturadas	81,25	a	0,42	a
Com tegumento, pequenas	13,75	b	0,06	b
Com tegumento, médias	16,25	b	0,08	b
Com tegumento, grandes	30,00	b	0,12	b

Fonte: Autores.

Porém, tanto Klein et al. (2007) quanto Antunes et al. (2012) verificaram que após 60 e 90 dias, respectivamente, o tamanho das sementes de *Eugenia uniflora* L. interferem na emergência das plântulas, sendo que ambos constataram que as sementes médias apresentam melhores resultados.

Já quando avaliado a retirada ou não do tegumento após os mesmos 76 dias da semeadura é perceptível a diferença em relação aos tratamentos, sendo que o teste de Tukey realizado confirma essa diferença estatisticamente, apontando que as sementes que tiveram seu tegumento removido apresentaram melhores percentuais de emergência. Gentil e Ferreira (1999) observaram que, para sementes de *Eugenia stipitata* McVaugh, a retirada total do tegumento apresenta resultados significativamente superiores a não retirada. Oliveira e Scivittaro (2007) encontraram que a eliminação do tegumento de *Citrus trifoliata* L. também apresentou resultados mais eficazes do que quando o tegumento é mantido. Porém, de acordo com Silva et al. (2008), as sementes de *Jatropha curcas* (L.) que tiveram seu tegumento mantido apresentaram melhores resultados em relação aos que o tegumento foi retirado.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que os maiores percentuais de emergência e índice de velocidade de emergência foram obtidos quando as sementes tiveram o tegumento removido, sem a necessidade da classificação das sementes em diferentes tamanhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, L. E. C.; PICOLOTTO, L.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A. Influência do substrato, tamanho de sementes e maturação de frutos na formação de mudas de pitangueira. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1216-1223. 2012.

CRUZ, C. D. GENES – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v.35, n.3, p. 271-276. 2013.

GENTIL, D. F. O.; FERREIRA, S. A. N. Viabilidade e superação da dormência em sementes de araçá-boi (Eugenia stipitata ssp. sororia). Acta Amazonica, Manaus, v. 29, n. 1, p. 21-31. 1999.

GILMAN, E. F.; WATSON, D. G. Quercus acutissima: Sawtooth Oak.Disponível em:<http://www.forestry.ok.gov>. Acesso em: 04/07/2018.

JUVENAL, T. L.; MATTOS, R. L. G. O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 16, p. 3-30. 2002.

KIM, Y. W.; LEE, B. C.; LEE, S. K.; J, S. S. Somatic embryogenesis and plant regeneration in Quercus acutissima. Plant Cell Reports. Berlim, n. 13, p. 315-318. 1994.

KLEIN, J.; ZUCARELI, V.; KESTRING, D.; CAMILLI, L.; RODRIGUES, J. D. Efeito do tamanho da semente na emergência e desenvolvimento inicial de mudas de pitangueira (Eugenia uniflora L.). Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 861-863. 2007.

LENGOWSKI, E. C.; NISGOSKI, S.; MUÑIZ, G. I. B. acutissima – carvalho japonês. Disponível 31/07/2018.

Propriedades físicas da madeira de Quercus em:<https://proceedings.science>. Acesso em:

OLIVEIRA, I. V. M.; COSTA, R. S.; ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G. Influência do tamanho da semente na emergência das plântulas de Longan (Dimocarpus longan Lour.). Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 171-172. 2005.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Formação do porta-enxerto Trifoliata: época de semeadura e tegumento na emergência de plântulas. Ciência Rural, Santa Maria, v.37, n.1, p. 281-283. 2007.

SILVA, H. P.; NEVES, J. M. G.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; COSTA, C. A. Quantidade de água do substrato na germinação e vigor de sementes de pinhão-manso. Revista Caatinga, Mossoró, v. 21, n. 5, p. 178-184. 2008.

Avaliação dos métodos de quebra de dormência em sementes de *Jacaranda mimosifolia* (Jacaranda-mimoso)

Evaluation of the methods of breaking dormancy in seeds of *Jacaranda mimosifolia* (Jacaranda-mimoso)

Geovane Sestari[1]
Alcir Vianei Klauck[1]
Fábio Augusto Torchetto[1]
Edison Bisognin Cantarelli[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Frederico Westphalen – UFSM-FW
Linha 7 de Setembro s/n, geovanesestari@hotmail.com; alcirvianei@gmail.com; fabiotorchetto@gmail.com; engedison@yahoo.com

Resumo: O processo de quebra de dormência é fundamental para a germinação de algumas espécies. Logo, se faz necessário o conhecimento dos diferentes tipos e metodologias de quebra de dormência que cada espécie exige. As arbóreas da espécie *Jacaranda mimosifolia*, possuem maior destaque no setor de arborização urbana, podendo ser utilizada também para marcenaria. Pelo fato de haver pouco material referente a quebra de dormência desta espécie, foram utilizados os métodos de quebra de dormência tegumentares, ácido sulfúrico, 90% de concentração, por 15 segundos e o método de submersão em água quente, 95 ºC, por 2 minutos, comparando-os com as sementes nas quais não foram realizados procedimentos de quebra de dormência, testemunha, com o objetivo de verificar qual método apresenta maior número de germinações. Como resultado principal, o método a partir da submersão em água quente inibiu a germinação de todas as repetições, enquanto os métodos de germinação por ácido sulfúrico e testemunha obtiveram 61,11 % e 75,93 %, respectivamente. Conclui-se que os métodos de quebra de dormência não obtiveram resultados melhores, se comparados com as sementes que não passaram por nenhum processo de quebra de dormência. O tempo necessário de germinação foi de 3 semanas e o tipo de germinação é epígea.
Palavras-chave: Germinação, Mudas, Tegumento, Florestas urbanas.

Abstract: The process of breaking dormancy is fundamental for the germination of some species. Therefore, it is necessary to know the different types and methodologies of breaking dormancy that each species requires. The trees of the species Jacaranda mimosifolia, are more prominent in the urban afforestation sector, and can also be used for joinery. Due to the fact that there was little material related to the breakage of dormancy of this species, we used breakthrough dormancy methods, sulfuric acid, 90% concentration for 15 seconds and the immersion method in hot water, 95ºC for 2 minutes, comparing them with the seeds in which no dormancy breaking procedures were used, in order to verify which method has the highest number of germinations. As a main result, the method from hot water submersion inhibited the germination of all replicates, while the sulfuric acid germination and control methods obtained 61.11% and 75.93%, respectively. It was concluded that the methods of breaking dormancy did not obtain better results, when compared with the seeds that did not undergo any process of breaking of dormancy. The germination time was 3 weeks and the type of germination was epigeal.
Keywords: Germination, Seedlings, Tegumento, Urban Forests

1. INTRODUÇÃO

A quebra de dormência é um dos principais pontos a serem avaliados no processo de produção e cultivo de mudas (OLIVEIRA et al., 2003). O método de quebra de dormência aplicado de forma correta e conforme a necessidade de cada espécie, proporciona uma maior taxa de germinação, assim como, sua probabilidade

de ocorrência (NASCIMENTO; OLIVEIRA, 1999).

Para isto, devem ser considerados vários fatores que influenciam neste processo, além do, próprio método de quebra de dormência aplicado, tais como: temperatura, luminosidade (SOCOLOWSKI; TAKAKI, 2004), umidade (ATAÍDE et al., 2014), características do substrato (MACIEL et al., 2013), características de cada espécie, etc.

O processo de quebra de dormência é dividido em dois principais aspectos: os que envolvem situações em que as condições do ambiente são propícias para a germinação, entretanto a germinação não ocorre devido ao impedimento do tegumento que envolve a semente, ou a partir das características intrínsecas de cada espécie, fazendo com que as sementes viáveis não germinem, mesmo sem a interferência do tegumento.

Ainda, pode ser uma combinação desses dois aspectos. O primeiro é chamado de dormência tegumentar e o segundo de embrionária (FOWLER; BIANCHETTI, 2000 e NASCIMENTO; OLIVEIRA, 1999).

Para muitas espécies que possuem bom valor comercial e necessidade de produção em larga escala, os métodos de quebra de dormência são conhecidos e possuem variedades de trabalhos presentes no meio acadêmico (CUQUEL, F. L. et al., 1994 e DIAS et al., 2009).

Contudo, para algumas espécies a quantidade de materiais na literatura são escassos, tão pouco existe uma metodologia recomendada para efetuar o processo de quebra de dormência.

A espécie *Jacaranda mimosifolia*, popularmente conhecido como Jacaranda-mimoso, da família Bignoniaceae, é caracterizada por ser uma espécie de madeira dura, clara e duradoura, podendo ser utilizada para marcenaria, porém possui maior aplicação na urbanização urbana, principalmente por apresentar no início da primavera flores com tons de violeta, e assim, ganha grande destaque por sua beleza neste período (IBF, 2017).

Os trabalhos encontrados que abordam a fase de produção de mudas e germinação de sementes de *Jacaranda mimosifolia*, apresentam recomendações referentes aos tipos de substratos utilizados na germinação das sementes, assim como, o teste da produção em diferentes ambientes, sob condições diferentes de umidade, luminosidade e temperatura (SOCOLOWSKI; TAKAKI, 2004 e MACIEL et al., 2013).

Referente aos métodos de quebra de dormência em si, não foram encontrados materiais que sanassem a necessidade de tal lacuna.

Neste contexto, o intuito deste experimento foi o de avaliar a resposta da germinação a partir de diferentes tipos de quebra de dormência, o tempo necessário para germinar e o tipo de germinação das sementes de *Jacaranda mimosifolia.*

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O estudo foi realizado durante os meses de setembro de 2017 a novembro de 2017, no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, campus de Frederico Westphalen, RS, localizado na latitude 27°23’46” Sul, longitude 53°25’32” Oeste e altitude de 490 metros.

O clima da região é subtropical úmido com verão quente, tipo Cfa, com máximas iguais ou superiores a 22°C, mínimas entre -3 a 18°C e precipitação média anual entre 1.900 e 2.200 mm (ALVARES et al., 2013).

O substrato utilizado no experimento foi constituído de uma mistura de substrato comercial, latossolo vermelho típico da região, coletado na camada superficial do solo, e por pó de rocha basáltica.

O delineamento do experimento foi do tipo inteiramente casualizado, com 54 sementes para cada método de quebra de dormência. Foram aplicados dois métodos de quebra de dormência: método tegumentar de quebra de dormência a partir da escarificação ácida e em água quente, além do tratamento testemunha, sem realizar nenhum método de quebra de dormência.

As sementes foram coletadas de árvores matrizes que estão presentes no interior do campus da UFSM-FW. Após a coleta, as sementes permaneceram em um ambiente seco e sem iluminação, por um período de uma semana antes da realização do experimento.

Anterior a aplicação dos tratamentos, todas as sementes foram submersas em água destilada por um período de 5 minutos de onde, posteriormente, foram retiradas de forma aleatória a quantidade necessária para cada tratamento, 54 sementes.

O método de quebra de dormência com água quente foi feito a partir da submersão das sementes em água com temperatura de 95 ºC por um período de 2 minutos.

O método ácido de quebra de dormência, foi realizado a partir da submissão das sementes em ácido sulfúrico, com 90% de concentração, por um período de 15 segundos. As sementes testemunha não sofreram nenhum método de quebra de dormência, exceto a submersão em água.

Após efetuado os tratamentos, as sementes foram semeadas em posição e profundidade iguais em tubetes de 175 cm^3 preenchidos com a mistura de substrato e distribuídas em três bandejas. Posterior a isto, as bandejas foram postas em estufa onde permaneceram até o final do experimento.

Para a avaliação do melhor método, foram contabilizadas as sementes que germinaram semanalmente até o período no qual não houve mais aumento no número de germinações. Foram calculados os parâmetros: Porcentagem de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) (Maguire, 1962), tempo médio de germinação e velocidade média de germinação (VMG), apresentados nos estudos de Carvalho e Carvalho (2009), Teixeira et al. (2011) e Dutra et al. (2016).

Para os valores de germinação, foi aplicado o Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Os dados foram também discutidos a partir da curva com o número de germinações ao longo das semanas, gerada através do software livre R (R Core Team, 2017) e da interface gráfica RStudio.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os métodos de quebra de dormência apresentaram porcentagens de 61%, 0% e 76% de germinação, para os tratamentos: ácido sulfúrico, 90% de concentração por 15s, água quente, 95 ºC por 2 min, e testemunha, sem nenhum método de quebra de dormência, Tabela 1.

Os números dos tratamentos que houveram germinações são elevados, se comparado com o trabalho de Maciel et al. (2013), em que obtiveram percentuais menores no teste de germinação em ambientes controlados à diferentes temperaturas e com diferentes substratos.

Tabela 1. Porcentagem de germinação (G), Índice de velocidade de germinação (IVG), Tempo médio de germinação e Velocidade média de germinação (VMG) das sementes de *Jacaranda mimosifolia* para cada tratamento aplicado

Tratamentos	G (%)	IVG	TMG (dias)	VMG (dias^{-1})
Testemunha	76 a	2,55	16,33	0,06
Água quente	0 b	-	-	-
Ácido sulfúrico	61 a	2,21	12,67	0,08

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. **Fonte:** Autores.

O tratamento de quebra de dormência tegumentar a partir da submersão em água quente, inibiu completamente a germinação das sementes. Como justificativa, pode-se atrelar as condições na qual foi realizado o tratamento, sendo assim, a temperatura ou o tempo no qual as sementes permaneceram submersas não foram ideais. Assim, para esse método de quebra de dormência, deve ser considerado tempos e temperaturas menores das que foram aplicadas nesse experimento para realização de novos testes de germinação.

Uma hipótese complementar, é de que o método da submersão em água quente torna inviáveis as sementes desta espécie, sendo que, esta hipótese pode ser justificada pelos trabalhos de Socolowski e Takaki (2004) e Maciel et al. (2013) que identificaram valores máximos e mínimos de temperatura para germinação de sementes de Jacaranda-mimoso, onde, as temperaturas acima de 40 ºC e menores do que 15 °C, influenciaram negativamente e de forma significativa o número e a velocidade de germinação das sementes.

O método de quebra de dormência pelo tratamento com ácido sulfúrico concentrado obteve números consideráveis de germinação, 61% das sementes germinaram. Contudo, esses valores ficaram abaixo das sementes nas quais não foram aplicados nenhum método de quebra de dormência, Figura 1.

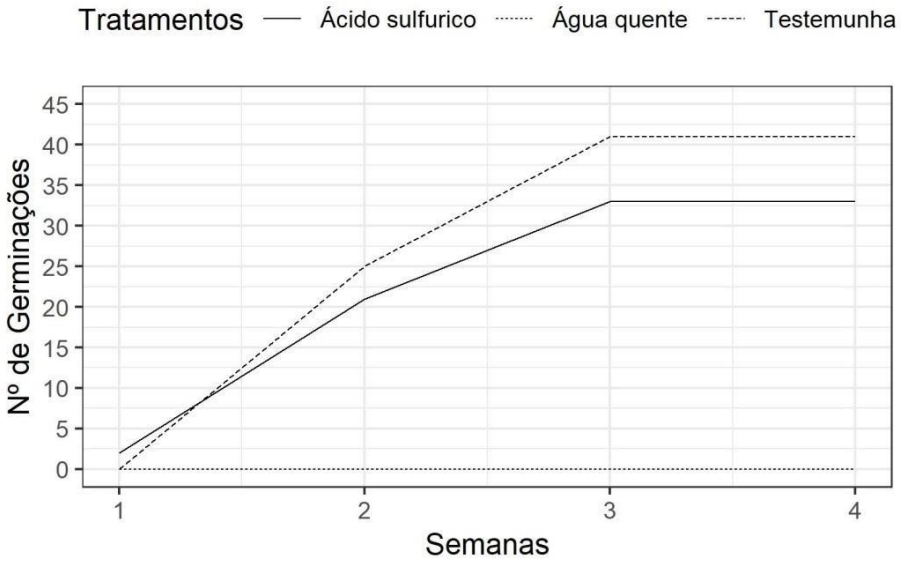


Figura 1: Gráfico representando as curvas formadas pelo número de germinações no decorrer das semanas em que foi realizado o experimento, de acordo com o método de quebra de dormência aplicado, onde pode ser identificado, principalmente, o tempo de início da germinação, o tempo máximo no qual houve germinações e o número de germinações para cada método. **Fonte:** Autores.

Assim, apesar do número de germinações, o método de quebra de dormência pela aplicação do ácido sulfúrico não se torna viável devido ao fato de que se obteve um maior número de germinações sem a aplicação deste, mesmo não havendo diferença significativa entre os tratamentos, Tabela 1. Contudo, para ambos, os percentuais de germinação foram elevados (MACIEL et al., 2013).

O tempo de germinação entre o tratamento de ácido sulfúrico e testemunha foi de uma semana. O primeiro método, na primeira semana apresentou duas sementes germinadas, enquanto nenhuma germinação ocorreu nas mudas testemunhas, tendo ocorrido germinações apenas a partir da segunda semana.

Destaca-se que, na segunda semana as sementes testemunhas já apresentavam maior número de germinações em relação ao tratamento com ácido sulfúrico concentrado, 4 germinações a mais. O tempo total no qual foram identificadas germinações foi de 3 semanas, após a terceira semana não houveram mais germinações em nenhum dos tratamentos, assim, constata-se que o período de germinações para as sementes de *Jacaranda mimosifolia* é por volta de três semanas, Figura 1.

Em outras condições de tratamentos e de ambiente esse número pode apresentar variações.De forma complementar ao experimento, também foi observado que as sementes de Jacaranda-mimoso apresentam germinação epígea. Informação que não foi encontrada pelos autores nos trabalhos realizados com esta espécie.

4. CONCLUSÕES

Os métodos de quebra de dormência utilizados nesse experimento não apresentaram bom desempenho na germinação, se comparado com a germinação das sementes sem nenhum método de quebra de dormência. Sendo assim, recomenda-se a investigação de novos métodos de quebra de dormência e/ou a não realização desses métodos para a germinação da espécie *Jacaranda mimosifolia*. A germinação das sementes dessa espécie demora, por volta de, 3 semanas e a forma de germinação é epígea.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Frederico Westphalen.

REFERÊNCIAS BBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart. v. 22, n. 6, p. 711 - 728, 2013.

ATAÍDE, G. da M. et al. Avaliação preliminar da embebição de sementes de jacaranda-da-bahia. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo. v. 34, n. 78, p. 133 - 139, 2014.

CARVALHO, R. I. N. de; CARVALHO, D. B. de. Qualidade fisiológica de sementes de guanxuma em influência do envelhecimento acelerado e da luz. Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, PR, v. 31, n. 3, p.489-494, 25 jun. 2009.

CUQUEL, F. L. et al. Avaliação de métodos de estratificação para a quebra de dormência de sementes de erva-mate. Scientia Agricola, Piracicaba. v. 51, n. 3, p. 415 - 412, 1994.

DIAS, J. R. M. et al. Quebra de dormência em diásporos de teca (Tectona grandis L.f.). Acta Amazonica, Manaus. v. 39, n. 3, p. 549 - 554, 2009.

DUTRA, A. F. et al. Emergência de plântulas de Luehea divaricata Mart. et. Zucc. em diferentes substratos. Ciência Florestal, Santa Maria, RS, v. 26, n. 2, p.411-418, abr. 2016.

FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A. Dormência em sementes florestais. Colombo: Embrapa, 2000. 27 p. (40). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/16837/1/doc40.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. Espécies Nativas Brasileiras: Jacarandá mimoso. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/lista-de-especies-nativas/509-jacaranda-mimoso.html>. Acesso em: 07 dez. 2017.

MAGUIRE, J. D. Speed germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.

MACIEL, C. G. et al. Avaliação de temperaturas e substratos na germinação de sementes de Jacaranda mimosifolia D. Don. Floresta e Ambiente, Seropédica. v. 20, n. 1, p. 55 - 61, 2013.

NASCIMENTO, M. do P. S. C. B do; OLIVEIRA, M. E. A. Quebra de dormência de sementes de quatro leguminosas arbóreas. Acta Botânica Brasílica, Belo Horizonte. v. 13, n. 2, p. 129 - 137, 1999.

OLIVEIRA, L. M. de. et al. Avaliação de métodos para quebra da dormência e para a desinfestação de sementes de canafístula (Peltophorum dubium (Sprengel)) Taubert. Sociedade de Investigações Florestais, Viçosa. v. 27, n. 5, p. 597 - 603, 2003.
R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germination of Jacaranda mimosifolia (D. Don - Bignoniaceae) Seeds: Effects of light, temperature and water stress. Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba. v. 47, n. 5, p. 785 - 792, 2004.

TEIXEIRA, W. F. et al. Avaliação de métodos para superação de dormência na germinação de Ormosia arborea (Vell.) Harms. Biotemas, Florianó.

Efeito da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) no desenvolvimento de *Handroanthus albus*

Effect of inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on the development of *Handroanthus albus*

Natalia Maria Martinazzo Angelo[1]
Rafael Fernandes dos Santos[1]
Yanka Rocha Kondo[1]
Sonia Purin da Cruz[1]

[1]Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, *Campus* Curitibanos
nmmartinazzo@gmail.com; fernandes.rafa16@yahoo.com.br;
yanka.kondo82@gmail.com; s.purin@ufsc.br.

Resumo: Para otimizar-se a produção de mudas nativas de melhor qualidade, há a necessidade da contribuição de estudo científicos para tal. Umas das questões essenciais para o melhor desenvolvimento de espécies nativas, é a introdução de microrganismos, como os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) no substrato de produção de mudas. Esses fungos melhoram o desenvolvimento vegetal de nativas em viveiro. Entretanto, não existem estudos que sobre o efeito de FMAs para a espécie *Handroanthus albus*. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de *Gigaspora albida* e inóculo misto (*G. albida* e *Rhizophagus clarus*), nos aspectos de altura, diâmetro do caule, volume e massa dos componentes aéreo e radicular. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e 24 repetições: T1: controle, T2: inoculação com *G. albida*, T3: coinoculação com *G. albida* e *R. clarus*. O T2 sobressaiu-se positivamente entre os tratamentos, sugerindo o potencial de uso dos FMAs para melhorar o desenvolvimento de mudas nativas em fase de viveiro.
Palavras-chave: coinoculação, *Rhizophagus clarus*, *Gigaspora albida*, silvicultura.

Abstract: In order to improve production of native seedlings with better quality, scientific studies on this topic are needed. One of the major questions about the development of native species is the introduction of microorganisms such as arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in the substrate used for seedling production. These fungi are known to improve vegetative development of native species in nursery conditions. However, no studies have been carried on about the effect of AMF on *Handroanthus albus*. Hence the aim of this study was to evaluate the effects of *Gigaspora albida* and mixed inoculums (*G. albida* and *Rhizophagus clarus*) on height, diameter, volume and mass of shoots and roots. A completely randomized design was used with three treatments and 24 repetitions: T1: control; T2: inoculation with *G. albida*; T3: Coinoculation with *G. albida* and *R. clarus*. Treatment 2 promoted the most positive results, suggesting the potential of using AMF to improve development of native species while kept in sursery.
Key words: coinoculation, *Rhizophagus clarus*, *Gigaspora albida*, silviculture.

1. INTRODUÇÃO

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) realizam associação com as raízes da maioria das espécies vegetais, considerada simbiótica pela peripécia da coexistência dos organismos no mesmo contexto físico de raiz e solo (SANTOS et al., 2008; SMITH; READ, 2008). Nutricionalmente, a planta supre energicamente o fungo, por intermédio de produtos fotossintéticos para a manutenção e crescimento, ao mesmo tempo em que o fungo contribui para a planta com nutrientes, como o fósforo (P) e água, proporcionando aumento na eficiência da ciclagem de nutrientes

(SMITH; READ, 2008). Essa associação favorece a recuperação da estrutura do solo, como para restauração de áreas degradadas (SANTOS et al., 2008).

A principal contribuição dos FMAs é com o P, nutriente de baixa mobilidade no solo, sendo o regulador das atividades celulares nas plantas. A quantidade de P inorgânico (Pi) que é absorvido e transportado pelas raízes, é considerada maior que a difusão ocorrente no solo, sucedendo em um local de esgotamento do P na rizosfera (BERBARA et al., 2006). Os fungos MAs promovem na planta, um aumento na absorção de P, podendo viabilizar, até 80% esse elemento (MARSCHNER; DELL, 1994).

As atividades dos FMAs vão além da nutrição das plantas, uma vez que eles também atuam na disposição de comunidades vegetais (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Assim sendo, esses fungos integram papel crucial na sobrevivência de várias espécies arbóreas (BERBARA et al., 2006), tido como de maior importância para as propriedades florestais (ANDREZZA et al., 2008). Estudos mostram que, mudas de espécies nativas inseridas à campo possuem melhor desenvolvimento quando suas sementes são inicialmente inoculadas com FMAs (MELLO et al., 2011).

Esse estudo teve por objetivo avaliar a influência dos fungos micorrízicos arbusculares *Gigaspora albida* e inóculo misto de *Rhizophagus clarus* e *Gigaspora albida*, nos aspectos de altura das mudas, diâmetro do caule, volume radicular e índice de qualidade de Dickson (IQD) da arbórea *Handroanthus albus* (ipê-amarelo), nativa do Planalto Catarinense.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O experimento foi conduzido no município de Curitibanos, Santa Catarina (Latitude: 27°16’60” Sul e Longitude: 50°35’7” Oeste), sob as condições de viveiro nas instalações da Primon Mudas Florestais. Foi estudada a espécie arbórea nativa ipê-amarelo (*Handroanthus albus*). As sementes foram fornecidas por doação da APREMAVI, localizada no município de Atalanta, SC. Foram utilizadas duas espécies de fungos micorrízicos arbusculares: *Gigaspora albida* (isolado SCT200A) e *Rhizophagus clarus* (isolado RJN120A), fornecidos pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 3 tratamentos compreendendo: T1: controle. T2: inoculação com *G. albida* e T3: coinoculação com *G. albida* e *R. clarus*, com 24 repetições.

No tratamento controle, as sementes não foram submetidas à inoculação. Para a inoculação das 24 unidades experimentais do T2, 20 mL de inóculo do fungo *G. albida* foram adicionados a 5 L de substrato, sendo que cada tubete recebeu 20 esporos. Na inoculação do T3, adicionou-se 5 L de substrato, 10 mL de *G. albida* e 10 mL de *R. clarus*. Cada unidade experimental englobava 10 esporos de cada fungos inoculante. Inoculante e substrato foram misturados em bandeja plástica, até obterem homogeneidade.

O substrato utilizado foi o Carolina Soil com fertilizante Fertipar, na fórmula 2-30-15. A dosagem de fertilizante foi de 300 g para cada 45 L de substrato. As mudas foram cultivadas em tubetes plásticos, com capacidade para 110 cm^3, em bandeja com capacidade para 96 células. A semeadura foi feita em novembro de 2017, com 3 sementes por tubete a 3 cm de profundidade. Após a germinação, foi feito o raleio, deixando-se a plântula mais vigorosa e centralizada. Os tubetes foram regados apenas quando necessário durante o experimento.

Foram realizadas três avaliações de altura e diâmetro do caule, sendo aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS). Para a avaliação da altura, foi tomado como referência a borda do tubete até o ápice das mudas. Já a medição do diâmetro do caule foi realizada com auxílio de um paquímetro digital, sendo posicionado junto ao caule na borda do tubete.

Após a terceira avaliação de altura (H) e diâmetro do caule (DC), foi ponderado o volume radicular, e posteriormente foram estimadas as massas da matéria da parte aérea fresca (MPAF) e das raízes (MRF). A obtenção do volume radicular foi feita pelo método de deslocamento de água em proveta graduada, como realizado por Rossiello et al. (1995).

Para a avaliação de massa da matéria seca, as mudas foram retiradas dos tubetes e as partes aéreas separadas das raízes, sendo postas em sacos de papel Kraft e levadas para estufa de circulação forçada de ar, mantidas a uma temperatura de 65°C, durante 48 horas. Subsequentemente, foram pesadas em balança analítica.

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa RStudio. Foi aplicada análise de variância simples (ANOVA), seguido do teste de Tukey ($p<0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como observa-se na Tabela 1, a ANOVA foi significativa aos tratamentos em relação dos dias após semeadura (DAS). Os tratamentos T2 e T3 não se diferem entre si estatisticamente, mesmo apresentando maiores médias com relação ao T1.

Tabela 1. Valores médios de desenvolvimento em altura do *Handroanthus albus* após semeadura, para os três diferentes tratamentos

TRATAMENTOS	ALTURA (cm)		
	60 DAS	90 DAS	120 DAS
T1	1,52b*	1,21b	1,28b
T2	2,99a	3,27a	3,46ª
T3	2,7a	2,43a	3,12ª

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. DAS: dias após semeadura. **Fonte:** Autores.

Assim sendo, ambos os tratamentos são considerados ideais para utilização, pois influenciam positivamente as mudas. O tratamento T1, qual apresentou menores médias ao longo dos DAS, é considerado menos indicado para *Handroanthus albus* em relação ao desenvolvimento em altura.

As comparações com trabalhos na literatura são escassas devido à ausência de publicações semelhantes. Porém, o experimento descrito por Souza et al. (2012) retrataram aspectos na utilização de fertilizante e micorrizas, na recuperação de dunas no nordeste brasileiro com espécies arbóreas nativas.

De acordo com o trabalho citado, a inoculação é considerada um método viável, mostrando resultados significativos para a biomassa, com teor de Ca e N em 10% maiores, indicando resultados positivos de associações micorrízicas para mudas da espécie *Tabebuia roseo-alba* (ipê-branco), cultivadas em solos não fertilizados. Nesta acepção, os resultados do trabalho de Souza et al. (2012), não podem ser literalmente comparados com os dados obtidos nesse experimento, devido aos fatores não serem correspondentes de fato.

Observa-se na Tabela 2, o desenvolvimento em diâmetro do caule das mudas de ipê-amarelo ao longo do DAS (60, 90 e 120). Pode-se notar que o T2 se destacou com médias superiores na maioria das avaliações.

Tabela 2. Valores médios no desenvolvimento em diâmetro do caule de *H. albus* após semeadura, para os três distintos tratamentos.

TRATAMENTOS	ALTURA (cm)		
	60 DAS	90 DAS	120 DAS
T1	1,17b*	1,28b	1,43b
T2	1,78a	2,39a	2,41a
T3	1,48ab	1,87a	1,94ab

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. DAS: dias após semeadura. **Fonte:** Autores.

Devido à escassez de estudos avaliando a mesma espécie quanto ao desenvolvimento de diâmetro do caule, não foram encontrados trabalhos avaliativos dos mesmos fatores com inoculação de FMAs, para o *Handroanthus albus*.

Entretanto, no trabalho realizado por Alves e Freire (2017), apesar de não utilizarem inoculação micorrízica, avaliaram o diâmetro do caule de mudas de *Handroanthus impetiginosus*, aos 210 dias após emergência em função da combinação de 7 substratos (variando as combinações de solo, esterco bovino, pó de coco, substrato comercial Plantmax e casca de arroz carbonizada).

Neste sentido, os experimentos, não podem ser comparados realmente, em consequência dos fatores avaliativos serem bastante dissemelhantes.

A Tabela 3 apresenta os valores do volume radicular do ipê-amarelo aos 120 dias após a semeadura (DAS). Os valores não foram diferentes entre si estatisticamente, como o esperado.

Tabela 3. Valores médios de volume radicular, após 120 dias após semeadura (DAS) do *H. albus*.

TRATAMENTOS	VOLUME RADICULAR (mL)
T1	$0,89^{ns}$
T2	0,78
T3	0,67

^{ns} Médias não significativas a ANOVA com 5% de probabilidade de erro. **Fonte:** Autores.

Na literatura atual, ainda não possuem trabalhos que analisam a inoculação de FMAs no desenvolvimento em diâmetro do caule de ipê-amarelo. Contudo, Andrezza et al. (2013), apesar de não terem realizado inoculação com FMAs no estudo, avaliaram doses de vermicomposto (0, 25 e 50%) em mudas de *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo). A adição de 25% de vermicomposto resultou em melhor desenvolvimento entre os fatores observados, nas mudas de *H. chrysotrichus*.

Já os valores médios de massa podem ser observados pela Tabela 4. Houve diferença significativa entre os tratamentos apenas para a massa da parte aérea, para a qual o T2 foi considerado melhor para o desenvolvimento das mudas de ipê-amarelo.

Tabela 4. Valores médios das massas de matéria de parte aérea fresca (MPAF), radicular fresca (MRF), parte aérea seca (MPAS) e radicular seca (MRS).

TRATAMENTOS	MPAF (g)	MRF (g)	MPAS (g)	MRS (g)
T1	0,66^{ns}	0,44^{ns}	0,07b*	0,03^{ns}
T2	0,89	0,62	0,20a	0,08
T3	0,59	0,43	0,12ab	0,04

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ^{ns}Médias não significativas a ANOVA com 5% de probabilidade de erro. **Fonte:** Autores.

Como ocorreu com os parâmetros anteriores, não foram encontrados trabalhos reportando efeitos da inoculação de MFAs no desenvolvimento do ipê-amarelo em relação aos pesos das matérias secas de parte aérea e radicular e de matérias verdes de raízes e parte aérea.

Conquanto, Mortarelli et al. (2007) analisaram a inoculação de *Glomus clarum* (FMA) no ipê-roxo (*Tabebuia avellanedade*), quanto a distintas intensidades de luz solar (4%, 30%, 50% e 70%). Menores valores de massa seca total das folhas, das raízes e do caule foram observados com a baixa intensidade (4%), porém a inoculação não afetou os parâmetros estudados. Ainda assim, os valores entre os trabalhos não podem ser comparados, em razões de são distintos quanto aos fatores avaliados, assim como, as espécies.

Até o momento, não foram reportados trabalhos sobre os efeitos da inoculação com FMAs no desenvolvimento de *Handroanthus albus* avaliando-se os fatores estudados neste trabalho: altura, diâmetro, volume radicular, pesos das matérias de seca de parte aérea e de raízes, pesos de matéria verde de parte aérea e raízes. Desta maneira, percebe-se que a coinoculação de fungos MA é uma técnica promissora, porém ainda não estudada como prática silvicultural.

4. CONCLUSÕES

A inoculação de *Gigaspora albida* é indicada para melhor desenvolvimento de mudas de ipê-amarelo em viveiro. Estudos devem ser conduzidos para avaliar outros aspectos relacionados ao desenvolvimento, reflorestamento e outros usos da espécie, tais como recuperação de áreas degradas.

AGRADECIMENTOS

A Edegold Schäffer, presidente da APREMAVI, pela doação das sementes. A UDESC, pelo fornecimento dos inoculantes. Finalmente, ao viveiro Primon Mudas Florestais, por toda instalação e condições oferecidas para a condução do estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREZZA, R.; ANTONIOLLI, Z. I.; OLIVEIRA, V. L.; LEAL, L. T.; MORO JÚNIOR, C. A.; PIENIZ, S. Ocorrência de associação micorrízica em seis essências florestais nativas do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, p. 339 - 346, 2008.

ANDREZZA, R.; ANTONIOLLI, Z. I.; SILVA, R. F.; SCHIRMER, G. K.; QUADRO, D. L. M. S.; BARCELOS, A. A. Efeito de vemicomposto no crescimento inicial de ipê amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*) e leucina (*Leucaena leucocephala*). **Nativa**, Sinop, v. 1, p. 29 - 33, 2013.

BERBARA, R. L.L.; SOUZA, F. A.; FONSECA, H. M. A. C. Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DO SOLO, 3., Viçosa, **Anais do...** Viçosa, 2006. p.53 - 85.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of write spruce pine seeding stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10 - 30, 1960.

MARSCHNER, H.; DELL, B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. In: ROBSON, A. D.; ABBOT, L. K.; MALAJCZUK, N. (Ed.).

Management of mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 1994. 2rd Ed. p. 89 - 102.

MELLO, A. H.; SANTOS, E. R.; NUNES, J. S.; KNOECHELMANN, C. M.; BEZERRA, J.; MICHELOTTI, F. Produção de mudas de espécies arbóreas inoculadas com fungos micorrízicos para atuas na reabilitação de áreas impactadas pela extração de argila. **Agrossistemas**, v. 3, p. 78 - 82, 2011.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006. 352 p.
ROSSIELLO, R. O. P.; ARAÚJO, A. P.; MANZATTO, C. V.; FERNANDES, M. S. Comparação dos métodos fotoelétrico e da intersecção na determinação da área, comprimento e raio médio radicular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, p. 633 - 638, 1995.

SANTOS, J. G. D.; SIQUEIRA, J. O.; MOREURA, F. M. S. Eficiência de fungos micorrízicos arbusculares isolados de solos de áreas de mineração de bauxita no crescimento inicial de espécies nativas. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 141 - 150, 2008.

SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal symbiosis**. London: Academic Press, 2008. 785 p.

SOUZA, R. G.; SILVA, D. K. A.; OLIVEIRA, J. R. G.; GOTO, B. T.; SILVA, F. S. B.; SAMPAIO, E. V. S. B.; MAIA, L. C. Use of mycorrhizal seedlings on recovery of mined dunes in northeastern Brazil. **Pedobiologia**, Jena, v. 55, p. 303 - 309, 2012.

Efeito de diferentes concentrações de sacarose sobre a indução da calogênese em discos foliares de *Eugenia involucrata* DC.

Effect of different concentrations of sucrose on the induction of calogenesis in leaf discs of *Eugenia involucrata* DC.

Larissa Bittencourt[1]
Douglas Trautmann e Silva[2]
Ana Cristina da Fonseca Ziegler[3]
Leandro Dutra da Silva[4]
Lia Rejane Silveira Reiniger[5]

[1]Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV
Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro - Lages - SC.
larybittencourt@gmail.com

[2]Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV
Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro - Lages - SC.
engtrautmann@gmail.com

[3]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Av. Roraima nº 1000, Bairro Camobi, Santa Maria – RS.
cristina.ziegler@gmail.com

[4]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Av. Roraima nº 1000, Bairro Camobi, Santa Maria – RS.
leeandrodutra@gmail.com

[5]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Av. Roraima nº 1000, Bairro Camobi, Santa Maria – RS.
liarsr@ufsm.br

Resumo: *Eugenia involucrata* DC. (Cerejeira-do-mato) uma espécie frutífera florestal, nativa do Brasil, com potencial de uso e conservação. O trabalho objetivou selecionar métodos eficientes de indução à calogênese a partir de explantes foliares, visando à embriogênese somática indireta. Foram avaliadas sobre a oxidação fenólica, a contaminação microbiana e a indução de calos em discos foliares de *Eugenia involucrata* as diferentes concentrações de sacarose (30, 60 e 90 gL^{-1}) adicionados ao meio nutritivo MS suplementado com ácido 2,4- diclorofenoxiacético e Thidiazuron, bem como os períodos de cultivo *in vitro* (30, 60, 90 e 120 dias). A concentração de sacarose foi significativa na formação de calos. O período de cultivo interfere na contaminação fúngica. A contaminação bacteriana é influenciada pela interação entre os fatores principais. Para oxidação fenólica não houve efeito significativo dos fatores principais, nem da interação entre eles. A concentração de sacarose é significativa para a formação de calos, sendo que a 30 ou a 90 gL^{-1} a calogênese é mais expressiva, contudo, com a maior concentração do carboidrato, a qualidade dos calos é incrementada. Os primeiros 30 dias de cultivo *in vitro*, é o período mais crítico à contaminação microbiana. A contaminação bacteriana não interfere na desdiferenciação celular do explante.
Palavras-chave: Cerejeira-do-mato, embriogênese somática, Thidiazuron, espécie frutífera.

Abstract: *Eugenia involucrata* DC. (Cerejeira-do-mato), a Brazilian forest fruit species with potential for use and conservation. The present paper aimed at selecting efficient methods of calogenesis induction from leaf explants, addressing indirect somatic embryogenesis. Were assessed about phenolic oxidation, microbial contamination and callus induction on leaf discs of *Eugenia involucrata* the different concentrations of sucrose (30, 60 and 90 gL^{-1}) added to the MS nutrient medium

supplemented with 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and Thidiazuron, as well as the in vitro culture periods (30, 60, 90 and 120 days). The concentration of sucrose was significant in callus formation. The cultivation period interferes with fungal contamination. Bacterial contamination is influenced by the interaction between the major factors. For phenolic oxidation there was no significant effect of the main factors, or of the interaction between them. The concentration of sucrose is significant for callus formation, and at 30 or 90 gL^{-1} the calogenesis is more expressive, however, with the higher carbohydrate concentration, callus quality is increased. The first 30 days of in vitro culture is the most critical period for microbial contamination. Bacterial contamination don't interfere in the cellular dedifferentiation of the explant.
Key words: "Cerejeira-do-mato", somatic embryogenesis, Thidiazuron, fruit species.

1. Introdução

Atividades que visam a preservação do ambiente e conservação dos recursos florestais brasileiros vêm ganhando atenção nos últimos tempos. Projetos de recuperação de áreas degradadas, e o desenvolvimento de atividades de conscientização da população quanto ao uso e a diminuição da exploração não sustentável de florestas nativas, são alternativas para essa preservação.

Econômica e socialmente é importante ter conhecimento a cerca da conservação e o uso sustentável das espécies florestais, devido ao crescente aumento da fragmentação florestal, que por consequência pode isolar populações sendo por atividades naturais e/ou antrópicas, podendo ocasionar uma indesejável diferenciação genética das populações florestais nativas brasileiras. As espécies florestais apresentam um papel de grande relevância na economia brasileira, gerando empregos direta e indiretamente (LONGHI et al., 2000; NASCIMENTO e LAURENCE, 2006; SARMENTO e VILLELA, 2010; SERROTE et al., 2016; VIANA e PINHEIRO, 1998; VIEIRA, et al., 2001).

Atualmente há uma crescente demanda pelo incremento de estudos sobre o uso e conservação das espécies vegetais nativas, principalmente das que possuem potencial econômico, porém apresentam dificuldades na produção de mudas, em decorrência de seu sistema reprodutivo complexo, e, muitas vezes, problemático no que diz respeito à produção de sementes. Em decorrência disso, muitas vezes essas espécies são tratadas como inapropriadas para plantios em escala comercial, pela falta de estudos e de conhecimento, principalmente na área do melhoramento vegetal, comparadas com espécies que vem sendo estudadas e utilizadas há muito tempo. Adicionalmente, deve-se considerar que, em alguns casos, as espécies nativas não despertam interesse por seus produtos madeireiros, mas, sim, por seus extrativos, alimentos, óleos, entre outros (PIRES et al., 2011). Dentre essas espécies, estão incluídas frutíferas que apresentam um grande potencial econômico e social, especialmente para a agricultura, mas, também, para as áreas medicinal e cosmética, que estão em constante crescimento, e nas quais, cada vez mais, há preocupações relacionadas à conservação e proteção ambiental (SARMENTO e VILLELA, 2010; SARMENTO et al., 2012).

As frutas nativas do Brasil têm grande potencial econômico, sendo que, além de permitirem o consumo in natura, podem ser exploradas pela agroindústria, para a fabricação de sucos, geleias, doces, licores, etc. Também na indústria farmacêutica há crescente interesse para uso na confecção de medicamentos e cosméticos, devido às propriedades nutricionais, antioxidantes, presença de óleos essenciais extraídos das folhas e outras partes da planta. Adicionalmente, muitas têm características que as tornam adequadas para uso na arborização urbana, bem

como em recuperação de áreas degradadas (BRACK et al., 2007; SANTOS et al., 2004; VIEIRA, R. et al., 2006).

O Sul do Brasil é reconhecido como centro de origem e diversidade de espécies frutíferas nativas (HOSSEL et al., 2014; SARMENTO et al., 2012), sendo que, dentre muitas dessas, àquelas da família Myrtaceae se destacam, por contemplar cerca de 102 gêneros e 3024 espécies conhecidas (CLEMENT, 2006). O gênero *Eugenia* é um dos que se sobressaem em relação à importância econômica e a *Eugenia uniflora* (Pitangueira), em especial, vem recebendo muita atenção no que diz respeito à pesquisa e domesticação, enquanto a *Eugenia involucrata*, sua congênere, continua praticamente inexplorada (BRACK et al., 2007; DANNER et al., 2010; DEGENHARDT et al., 2007).

A *Eugenia involucrata* DC., pertencente à família Myrtaceae é uma espécie frutífera, conhecida popularmente como Cerejeira-do-mato, cereja-preta, cerejeira-do-rio-grande, cerejeira-da-terra (CAMARGOS et al., 1996; LORENZI, 2014). Ocorre, naturalmente, na Argentina, Paraguai, Uruguai e, no Brasil, desde o estado de Minas Gerais ao Rio Grande do Sul (CARVALHO, P., 2009; CORADIN et al., 2011; LONGHI, 1995; LORENZI, 2014), sendo frequentemente encontradas em florestas semidecíduas de altitude (BRANDÃO et al., 2002; LORENZI, 2014), crescendo nos sub-bosques mais desenvolvidos dos pinhais, com solos úmidos e não muito acidentados (CORADIN et al., 2011). No grande mercado de papel e celulose, a sua madeira não tem utilidade, porém é empregada para geração de energia, na fabricação de lenha e carvão de excelente qualidade, e, ainda, para a fabricação de cabos de ferramentas agrícolas em geral (BACKES e IRGANG, 2002; CORADIN et al., 2011; LORENZI, 2014), haja vista sua madeira ser moderadamente pesada, compacta, com características elásticas, muito resistente e de boa durabilidade natural (LORENZI, 2014).

Como a maioria das espécies nativas, a espécie possui crescimento lento, baixo índice germinativo das sementes, que apresentam germinação hipógea, iniciando-se 30-40 dias depois da semeadura, e cujas sementes tendem a perder o poder germinativo em 15 dias (LONGHI, 1995). Adicionalmente, suas sementes são recalcitrantes, ou seja, aquelas que morrem, quando dessecadas abaixo de níveis críticos específicos de umidade, o que torna seu armazenamento complicado (CARVALHO, P., 2009; TONETTO et al., 2013). Nesse sentido, alguns estudos realizados em relação à secagem e armazenamento de suas sementes, mostraram que as sementes de *Eugenia involucrata* são sensíveis à redução abaixo de 45% no teor de água (DELGADO e BARBEDO, 2007). Com um teor de água das sementes de 53% e armazenamento em câmara fria e embalagens plásticas, os diásporos podem ser conservados por até 180 dias (MALUF et al., 2003).

Face ao exposto, como alternativa à produção de mudas pela via sexual, tem-se a propagação assexuada, com diversas técnicas, desde a estaquia a técnicas que utilizam cultura de tecidos, baseando se na totipotência celular. E a responsividade da espécie na cultura de tecidos, após a avaliação de técnicas de micropropagação ou de indução à calogênese, já foi realizada em nosso Grupo de Pesquisa e está registrada em alguns trabalhos acadêmicos e científicos (GOLLE, 2010; GOLLE et al., 2012; 2013; GOLLE e REINIGER, 2013; STEFANEL, 2016).

A vantagem de técnicas incluídas na cultura de tecidos é a possibilidade de produzir mudas de excelente qualidade sanitária, o ano inteiro, em período de tempo e área reduzidos, e com características genéticas selecionadas. Bueno et al. (2006) afirmaram que a micropropagação é indicada para frutíferas que se propagam por

enxertia e também para plantas ornamentais. Da mesma maneira, Abreu e Pedrotti (2003) e Ramalho et al. (1990) consideraram o cultivo *in vitro* como uma das melhores soluções para a propagação de espécies frutíferas, pois resulta em plantas com melhor qualidade sanitária, livre de vírus e outros patógenos.

A obtenção dos calos visando à embriogênese somática indireta, assim como na micropropagação, podem ser através de diversos tipos de explantes, como, segmentos foliares, hipocótilos, ápices caulinares, raízes, discos foliares, entre outros (GUERRA et al., 1999). No caso de espécies florestais nativas, vários estudos têm relatado calogênese em explantes foliares, como por exemplo, em *Ilex paraguariensis* (Erva-mate) (STACHEVSKI et al., 2013), em *Caesalpinia echinata* (Pau-Brasil) (WERNER et al., 2010), e, em particular, em *Eugenia involucrata* (GOLLE e REINIGER, 2013).

No trabalho de Golle e Reiniger (2013) foi avaliado o efeito de diferentes formas de inoculação (posições abaxial, adaxial, com e sem cortes no limbo foliar) de explantes foliares de *Eugenia involucrata* no meio nutritivo MS acrescido de 10 µM de ANA isolado ou em combinações com 2,4-D e BAP (a 5-5 ou a 5-10 µM). Foi observado que, além da posição dos explantes afetar a calogênese e a organogênese, sendo mais adequada a abaxial sem cortes na região do limbo, a associação dos reguladores de crescimento 2,4-D + BAP na concentração 5 e 10 µM foi mais promissora para a obtenção de calos, especialmente os nodulares, putativos à embriogênese somática.

Com isso, o presente trabalho objetivou estabelecer um método eficiente de indução à calogênese, a partir de explantes foliares de *Eugenia involucrata*, visando à embriogênese somática indireta, e, simultaneamente, o aperfeiçoamento de técnicas de cultivo *in vitro* dessa espécie, testando a influência de diferentes concentrações de sacarose na formação calogênica em explantes foliares de *Eugenia involucrata*.

2. Material e Métodos

Como doadores dos explantes para o experimento foram utilizados espécimes de *Eugenia involucrata* cultivados em casa de vegetação com aproximadamente 9 anos de idade. Esses indivíduos receberam irrigações diárias, e, semanalmente, as plantas, além de pulverização até seu encharcamento total com solução à base de Orthocide500PM® (N-(trichloromethylthio)cyclohex-4-ene-1,2-dicarboximide) a 1,5 gL^{-1} e Sulfato de Estreptomicina a 0,1 gL^{-1}, 400 mL de solução de nitrogênio, fósforo e potássio (N-P-K: 5-20-20) a 1,5 gL^{-1}. Quinzenalmente, foram aplicados 400 mL de solução a 1 gL^{-1} de nitrogênio (ureia).

Foram utilizados, como explantes, discos foliares isolados de folhas jovens (de tamanho igual à de folhas completamente expandidas e não recentemente emitidas). Os discos foliares foram confeccionados com o auxílio de um cortador cilíndrico de aço inoxidável com 1,4 cm de diâmetro, os quais foram inoculados com a posição abaxial em contato com o meio nutritivo, sem cortes no limbo foliar, seguindo desta forma, resultados satisfatórios obtidos por Golle (2010).

Para realizar a assepsia dos explantes, as folhas coletadas foram imediatamente imersas em solução de água destilada contendo, 1,5 gL^{-1} do fungicida Orthocide500PM®, 100 mgL^{-1} do antibiótico sulfato de estreptomicina, objetivando uma pré-desinfestação das folhas, juntamente com 1 gL^{-1} de ácido ascórbico, para reduzir a ocorrência de oxidação fenólica dos explantes. Posteriormente em

laboratório, foram submetidas à lavagem com água corrente e detergente comercial, em seguida, em câmara de fluxo laminar, foram imersas em etanol a 70% (v/v) por 30 s, e, após enxague em água destilada e autoclavada, foram imersas em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 1,5% (v/v) com três gotas de detergente inseridas na solução para quebrar a tensão superficial, por 15 min, e, por fim, foram enxaguadas três vezes em água destilada e autoclavada seguindo a metodologia de Golle e Reiniger (2013). Igualmente, as folhas permaneceram em água destilada autoclavada acrescida de 1 gL^{-1} de ácido ascórbico até a confecção dos discos e a subsequente inoculação no meio nutritivo MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962).

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo bifatorial 3x4, em que os níveis do fator “A” foram as concentrações de sacarose (30, 60 ou 90 gL^{-1}) adicionadas ao meio nutritivo, e os níveis do fator “B”, o tempo de cultivo (30, 60, 90 ou 120 dias), com 10 repetições, sendo cada uma constituída por placa de petri contendo quatro explantes. As placas de petri continham 25 mL de meio MS acrescido de 30 gL^{-1} de sacarose, 100 mgL^{-1} de mio-inositol e 7 gL^{-1} de ágar, e, também, suplementado com 5 µM de 2,4-D e 10 µM de TDZ. O pH do meio foi ajustado para 5,8 antes da inclusão do ágar, após o que foi efetuada a autoclavagem por 20 min a 121°C e 1,5 atm de pressão. As placas de petri foram vedadas com plástico filme transparente de PVC, nas laterais, e foram mantidas na ausência de luz em sala de crescimento com temperatura controlada de 25±2°C.

Foram avaliadas a oxidação fenólica (50% ou mais do explante com coloração marrom), a contaminação por fungos (contaminações compostas por micélios fúngicos junto aos explantes) e bactérias (presença de colônias bacterianas junto aos explantes), bem como a formação de calos, todas expressas em porcentagem.

Após testar a normalidade dos erros por meio do teste de Kolmogorov- Smirnov, as médias foram transformadas, pela função $\sqrt{x + 0{,}5}$, sendo x o valor observado. As variáveis foram submetidas à análise de variância e, quando o valor de F foi significativo, foram utilizados para a comparação das médias de tratamentos qualitativos o teste de Tukey ou a análise de regressão para os quantitativos, ambos ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Foi utilizado o pacote estatístico Sisvar (Sistema para Análise de Variância) para Windows® versão 5.1 (FERREIRA, 2011). Para determinar a precisão dos ensaios foi estimado o Índice de Variação (IV), calculado por $IV = \frac{CV}{\sqrt{N}}$, em que o IV é igual ao coeficiente de variação (CV), dividido pela raiz quadrada do número de repetições (N) (PIMENTEL-GOMES, 2009).

3. Resultados e Discussão

Não foi observado efeito significativo dos fatores principais, nem, tampouco, da interação entre eles para a oxidação fenólica (média geral de 19,58%). Por outro lado, houve efeito significativo da interação entre os fatores para a contaminação bacteriana (p=0,0015), e, também, dos fatores principais, período de cultivo para a contaminação fúngica (p=0,0076), e concentrações de sacarose para a formação de calos (p=0,0065).

A porcentagem de oxidação fenólica neste experimento foi menor que nos anteriores realizados pelo grupo de pesquisa, provavelmente pela fase de desenvolvimento da planta que doou os explantes ou pela época de coleta das

folhas e implantação do experimento (outubro/2015), haja vista que estes fatores são considerados influenciar a oxidação dos explantes (OLIVEIRA et al., 2013). Em decorrência disso, a formação de calos foi maior, além do que, as baixas taxas de contaminação também acarretaram um aumento na calogênese.

A maior perda de material vegetal ocorre por contaminação microbiana, pois apesar de toda a manipulação ser realizada em ambiente asséptico, ainda há contaminação, pois, geralmente os micro-organismos são endógenos, e, portanto, não são expostos aos agentes desinfestantes, o que dificulta a assepsia dos explantes.

Além disso, muitos dos micro-organismos mesmo não sendo patogênicos, competem com o explante por nutrientes, dificultando o seu desenvolvimento e crescimento (OLIVEIRA et al., 2013; XAVIER et al., 2013).

No presente experimento, a contaminação fúngica foi maior nos primeiros 30 dias de cultivo (8,33%), independentemente da concentração de sacarose adicionada ao meio, e que tendeu a diminuir ou zerar com tempo (60 dias - 0,83% versus 90 e 120 dias - ausência de micélios fúngicos junto ao explante, médias que não diferiram entre si), com IV de 2,61.

Por outro lado, para contaminação bacteriana foi observado que há relação entre o período de cultivo e a concentração de sacarose (Tabela 1).

Tabela 1: Contaminação bacteriana (%) em discos foliares de Eugenia involucrata DC. em função da interação entre as concentrações de sacarose adicionadas ao meio nutritivo MS e os períodos de cultivo in vitro.

Table 1: Bacterial contamination (%) in leaf discs of *Eugenia involucrata* DC. in function of the interaction between the concentrations of sucrose added to the MS nutrient medium and the in vitro culture periods.

Contaminação bacteriana (%)			
Período (Dias)	**Concentrações de Sacarose (gL^{-1})**		
	30	**60**	**90**
30	15 bB	0 aA	2,5 aA*
60	0 aA	0 aA	0 aA
90	0 aA	0 aA	2,5 aA
120	0 aA	0 aA	7,5 aB
IV		**2,05**	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. A letra 'a ou A' representa o resultado mais favorável para as variáveis analisadas. IV (Índice de variação) = $\frac{CV}{\sqrt{N}}$, em que CV= coeficiente de variação e N= número de repetições.
Fonte: Autor. Santa Maria, RS, UFSM, 2017.

Igualmente ao que foi observado em relação à contaminação fúngica, a maior média observada da presença de colônias bacterianas junto aos explantes, foi nos primeiros 30 dias na menor concentração testada (30 gL^{-1}) de sacarose.

O aumento na taxa de contaminação ao longo da permanência no meio nutritivo na concentração 90 gL^{-1} de sacarose (Tabela 1), pode ter sido causado pela manipulação das culturas, haja vista que, a cada 30 dias, ocorreu transferência para um meio nutritivo fresco. Pode, também, ter sido decorrente do crescimento de alguma bactéria endógena de manifestação lenta, ou, ainda, pelo fato de haver uma maior concentração de carbono no meio, que, apesar de ser fonte de energia para os micro-organismos, promove um aumento no potencial osmótico (BANDINELLI et al., 2013; BESSON et al., 2010; FARIA et al., 2006; LEMES et al., 2016) que desfavorece a multiplicação bacteriana, conforme será discutido a seguir em relação à calogênese.

A formação de calos foi afetada significativamente pela concentração de sacarose, observando-se médias de 21,87, 16,25 e 40% para 30, 60 e 90 gL^{-1} de sacarose respectivamente, sendo que a primeira não diferiu significativamente das demais concentrações, já a segunda e a terceira diferiram significativamente entre si, apresentou um IV de 6,77.

Assim, verifica-se que, embora as médias das concentrações 30 e 90 gL^{-1} do carboidrato utilizado não tenham diferido estatisticamente entre si, é notável a diferença na qualidade dos calos formados na presença de maior concentração de sacarose, conforme pode ser observado na Figura 2, indicando que esta fonte de carboidrato pode estar relacionada à iniciação e diferenciação dos embriões somáticos (GUERRA et al., 1999), além de ser a fonte externa de carboidrato que fornece energia para a biossíntese dos compostos orgânicos necessários para o crescimento celular (CALDAS et al., 1998; PEREIRA et al., 2003).

Além disso, mesmo que a média observada aos 30 gL^{-1} não tenha diferido daquela aos 60 gL^{-1}, observou-se, igualmente, qualidade inferior na menor concentração, diferindo do que foi observado em *Coffea arabica*, em que um maior número de embriões globulares ocorreu em meio 'R' de regeneração, acrescido de 60 gL^{-1} de sacarose a partir de calos já cultivados. Os autores também descreveram que, com o aumento na concentração de sacarose pode-se obter um incremento na formação de embriões (PEREIRA et al. 2003), o que corrobora com os resultados obtidos no presente experimento.

Adicionalmente, outro fator que pode estar relacionado é que a sacarose aumenta o potencial osmótico do meio, uma das exigências na cultura de embriões somáticos, o que, simultaneamente, como discutido anteriormente, pode explicar a baixa contaminação bacteriana observada no presente trabalho. Em *Pfaffia glomerata,* foi observado que não houve a formação de calos na ausência de sacarose, e os melhores resultados ocorreram com 20 e 30 gL^{-1} de sacarose (RIBEIRO et al., 2009). Em *Hevea brasiliensis* (Seringueira) igualmente foi observado os melhores calos embriogênicos em altas concentrações de sacarose (234 mM – equivalente a aproximadamente 80 gL^{-1} de sacarose) (MODESTE et al., 2012), corroborando com os resultados obtidos. Também em *Cissus sicyoides* (Insulina-vegetal) foram verificados os melhores resultados para a calogênese com 30 gL^{-1} de sacarose (ABREU et al., 2003). De maneira similar, em *Caesalpinia echinata* a concentração 30 gL^{-1} de sacarose, a mais utilizada na indução da calogênese, foi empregada na indução de calos em explantes foliares (WERNER et al., 2007).

Assim como foi observado nos experimentos anteriores houve a formação de calos em explantes associados a bactérias e com presença de oxidação, os quais apresentaram aspecto friável e coloração branco-amarelada (Figuras 1 e 2).

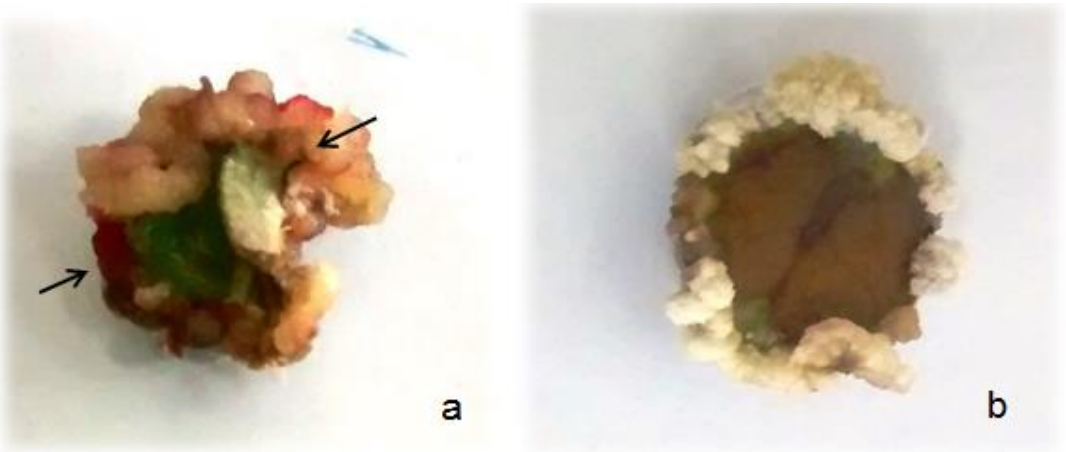


Figura 1: Formação de calos em discos foliares de Eugenia involucrata DC. em meio nutritivo MS acrescido de 90 gL^{-1} de sacarose, após 120 dias de cultivo in vitro, em: (a) com a presença de contaminação bacteriana (aparência rosada indicada pelas setas); e (b) com a presença de oxidação fenólica.

Figure 1: Callus formation in leaf discs of *Eugenia involucrata* DC. in MS nutrient medium plus 90 gL^{-1} sucrose after 120 days of in vitro culture in: (a) bacterial contamination (pink appearance indicated by the arrows); and (b) with the presence of phenolic oxidation.

Fonte: Autor, Santa Maria, RS, UFSM, 2017.

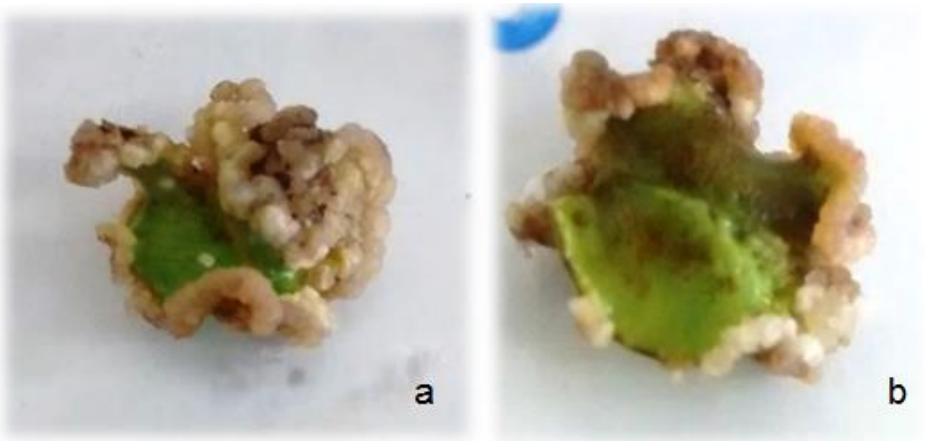


Figura 2: Formação de calos em discos foliares de Eugenia involucrata DC. em meio nutritivo MS, após 90 dias de cultivo in vitro, em: (a) com 90 gL^{-1} de sacarose; e (b) e com 30 gL^{-1} de sacarose.

Figure 2: Callus formation in leaf discs of *Eugenia involucrata* DC. in MS nutrient medium, after 90 days of in vitro culture, in: (a) 90 gL^{-1} sucrose; and (b) and with 30 gL^{-1} of sucrose.

Fonte: Autor, Santa Maria, RS, UFSM, 2017.

A contaminação bacteriana e a oxidação fenólica embora sejam indesejadas não interferiram na formação de calos neste caso. Cabe ressaltar, também, que houve alguns explantes em que a oxidação se iniciou antes da formação do calo, enquanto em outros, contrariamente, o disco foliar começou a se oxidar após a formação do calo, independentemente da concentração de sacarose, e em ambos os explantes se desdiferenciaram e formaram calos nodulares.

Notou-se que a permanência dos calos em meio nutritivo de igual composição, porém fresco, em seguidas transferências ocasionou uma diferenciação maior, promovendo um aumento dos calos nodulares, putativos à embriogênese somática, porém, simultaneamente, houve um aumento na oxidação fenólica e início de necrose (Figura 3), provavelmente devido a uma exaustão de nutrientes e acúmulo de substâncias tóxicas no explante (ABREU et al. 2003). Isso sugere que, após um período de cultivo, os calos devem ser transferidos e repicados para um meio com menor concentração de sacarose, na ausência de fitorreguladores, para que se promova plena proliferação e o subsequente desenvolvimento dos embriões somáticos.

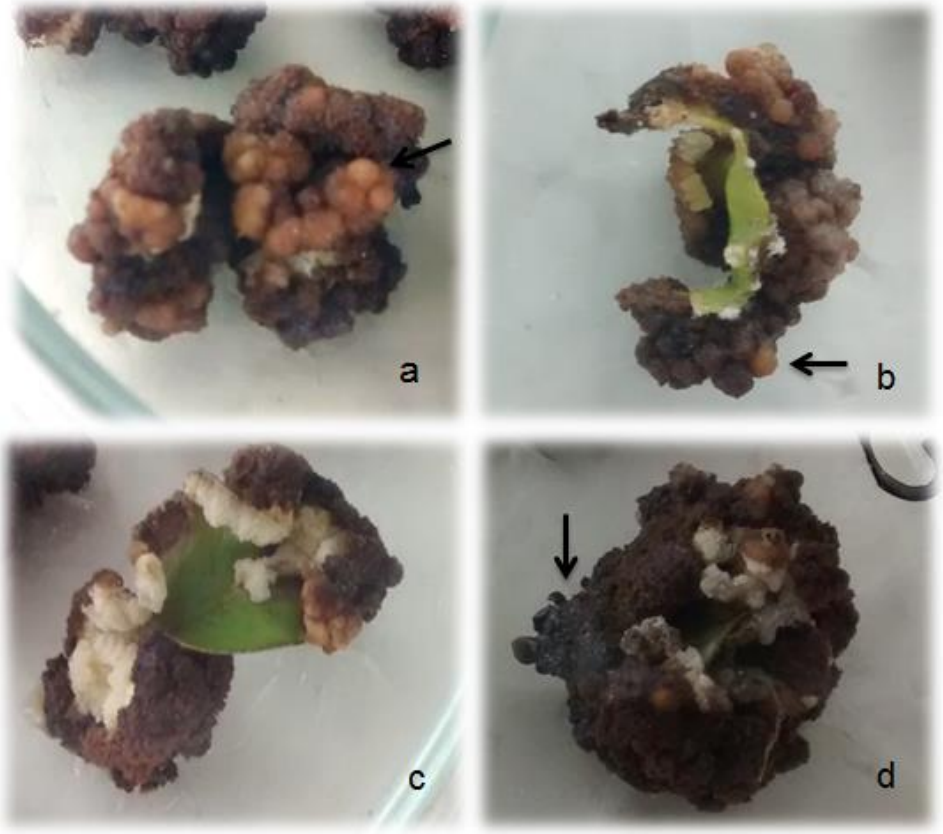


Figura 3: Formação de calos em discos foliares de Eugenia involucrata DC. em 90 gL^{-1} de sacarose em meio nutritivo MS, em período prolongado de cultivo in vitro, em: (a) calo nodular putativo à embriogênese somática com explante e calo oxidado; (b) calo nodular com explante verde e parte do calo oxidado; (c) calo friável, com grande parte oxidada, em destaque para o disco foliar verde; e (d) calo oxidado com destaque para parte com necrose. As setas indicam os destaques.

Figure 3: Callus formation in leaf discs of *Eugenia involucrata* DC. in 90 gL^{-1} of sucrose in MS nutrient medium, in prolonged period of culture in vitro, in: (a) nodular callus putative to somatic embryogenesis with explant and oxidized callus; (b) nodular callus with green explant and part of the oxidized callus; (c) friable callus, with a large oxidized part, prominent for the green leaf disc; and (d) oxidized callus highlighting the part with necrosis. The arrows indicate the highlights.
Fonte: Autor, Santa Maria, RS, UFSM, 2017.

4. Conclusão

A concentração de sacarose presente no meio nutritivo é significativa para a formação de calos, sendo que a 30 ou a 90 gL^{-1} a calogênese é mais expressiva, contudo, com a maior concentração do carboidrato, a qualidade dos calos é incrementada.

Os primeiros dias de cultivo *in vitro,* até a primeira transferência para meio fresco, é o período mais crítico à contaminação fúngica e bacteriana.

Pode-se observar que, em alguns casos, a contaminação bacteriana não interfere na desdiferenciação celular do explante.

Adicionalmente, a manutenção dos calos formados em discos foliares de *Eugenia involucrata* em meio nutritivo, por período prolongado, pode causar exaustão de nutrientes e acúmulo de substâncias tóxicas. Assim, após a formação de uma grande massa de calos, devem ser transferidos para um meio nutritivo isento de fitorreguladores, e com concentração de sacarose reduzida, para posterior transferência para as fases de desenvolvimento e maturação dos eventuais embriões formados.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – FAPESC, pela concessão da Bolsa de pesquisa de Doutorado, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da Bolsa de pesquisa de Mestrado. A Universidade Federal de Santa Maria – UFSM e a Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV, pelo ensino de qualidade. E a toda equipe de trabalho.

Referências Bibliográficas

ABREU, M. F. de; PEDROTTI, E. L. Micropropagação de macieira: Avanços nos protocolos de micropropagação. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. Edição 31, jul/dez. 2003.

ABREU, I. N. et al. Avaliação de diferentes concentrações de auxinas e tipos de explantes na indução e crescimento de calos de *Cissus sicyoides* L., uma planta medicinal. **Rev. Bras. Pl. Med**., Botucatu, v. 5, n. 2, p. 83-89, 2003.

BACKES, P; IRGANG, B. **Árvores do sul: Guia de identificação e interesse ecológico – As principais espécies nativas do sul – brasileiras**. 1 ed., Pallotti Clube da árvore: Instituição Souza Cruz, 2002. 325p.: il.

BANDINELLI, M. G. Concentração dos sais e da sacarose do meio MS na multiplicação *in vitro* e na aclimatização de batata. **Horticultura Brasileira**, 31: 242-247, 2013.

BESSON, J. C. F. et al. Fontes e concentrações de carboidratos no crescimento vegetativo e no enraizamento *in vitro* de *Miltonia flavescens* Lindl. **Revista brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 9-13, jan./mar. 2010.

BRACK, P.; KINUPP, V. F.; SOBRAL, M. E. G. Levantamento preliminar de espécies frutíferas de árvores e arbustos nativos com uso atual ou potencial do Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, fev. 2007.

BRANDÃO, M; LACA-BUENDÍA, J. P; MACEDO, J. F. **Árvores Nativas e Exóticas do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 528.: il. color.

BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G., CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas: princípios e procedimentos**. 2° ed., Lavras: UFLA, 2006. 319p.

CALDAS, L. S.; HARIDASAN, P.; FERREIRA, M. E. Meios nutritivos. . In: **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. TORRES, A. C; CALDAS, L. S; BUSO, J. A (Ed.), Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPH, v. 1, il., 1998.

CAMARGOS, J. A. A. et al. **Catálogo de árvores do Brasil**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Laboratório de produtos florestais, 1996. 888p.: il.

CARVALHO, P. E. R. Cerejeira: *Eugenia involucrata*. **Comunicado técnico – 224**. ISSN 1517-5030. Embrapa florestas, Colombo – PR, 2009.

CLEMENT, C. R. Frutas latino-americanas pouco utilizadas: oportunidades para desenvolvimento rural. In**: III Simpósio nacional do morango, II encontro sobre pequenas frutas e Frutas nativas do Mercosul (palestras)**, ANTUNES, L. E. C.;RASEIRA, M. C. B.(Ed.), Documento 171 – Embrapa Pelotas – RS, out. 2006.

CORADIN, L; SIMINSKI, A; REIS, A. **Espécies nativas da Flora Brasileira de valor econômico atual ou potencial: Plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília – DF: MMA, 2011. 934p.: il.

DEGENHARDT, J.; FRANZON, R. C.; COSTA, R. R. **Cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata*)**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Documentos, 211, p. 22, 2007.

DELGADO, L. F; BARBEDO, C. J. Tolerância à dessecação de sementes de espécies de *Eugenia*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.265-272, fev. 2007.

FARIA, G. A. et al. Efeito da sacarose e sorbitol na conservação *in vitro* de *Passiflora giberti* N. E. Brown. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p. 267-270, Agosto 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

HOSSEL, C. et al. Manejo da poda de raízes no transplantio de mudasde fruteiras nativas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 36, n. 3, p. 761-765, set. 2014.

GOLLE, D. P. **Estabelecimento, multiplicação, calogênese, organogênese *in vitro* e análise da diversidade genética em acessos de *Eugenia involucrata* DC**. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS). 2010. 159 f. ; il.

GOLLE, D. P. et al. Estabelecimento e desenvolvimento *in vitro* de *Eugenia involucrata* DC.: influência do tipo de explante e do meio nutritivo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 22, n. 1, p. 207-214, 2012.

GOLLE, D. P.; REINIGER, L. R. S. Fitorreguladores e posição de explantes foliares na indução a calogênese em Cerejeira-do-mato. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 10, p. 1759-1762, out., 2013.

GOLLE, D. P. et al. Desinfestação superficial de explantes isolados de ramos semilenhosos e herbáceos de *Eugenia involucrata* DC. (Myrtaceae). **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 77-82, jan./mar., 2013.

GUERRA, M. P; TORRES, A. C; TEIXEIRA, J. B. Embriogênese somática e sementes sintéticas. In: **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. TORRES, A. C; CALDAS, L. S; BUSO, J. A (Ed.), Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPH, v. 2, (510; 354p.); il., 1999.

LEMES, C. S. R. et al. Meios de cultivo e sacarose no crescimento inicial *in vitro* de *Miltonia flavescens.* **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.3, p.499-505, mar, 2016.
LONGHI, R. A. **Livro das árvores: Árvores e arvoretas do sul**. Porto Alegre: L&PM. 1995. 176p.: il.

LONGHI, S. J. et al. Aspectos fitossociológicos de fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 59-74, 2000.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, vol. 1, 6° ed., 2014.

MALUF, A. M; BILIA, D. A. C; BARBEDO, C. J. Drying and storage of *Eugenia involucrata* DC. seeds. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 3, p. 471-475, Jul/Sept. 2003.

MODESTE, K. K. et al. Callogenesis and Somatic embryogenesis induction in *Hevea brasiliensis*: effects of fruit shelf-life and carbono source. **Research in Biotechnology**, 3(6): 42-50, 2012.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, p. 473-497, 1962.

NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, W. F. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. **Acta amazonica**, vol. 36(2), 2006. p. 183-192.

OLIVEIRA, L. S. de; DIAS, P. C; BRONDANI, G. E. Micropropagação de espécies florestais brasileiras**. Pesquisa Florestal Brasileira**, 2013.

PEREIRA, A. R. et al. Indução de embriões somáticos globulares e cordiformes de Cafeeiro por BAP e sacarose. **Scientia Agraria**, v.4, n.1-2, p.77-80, 2003.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 451p. 2009.

PIRES, I. E. et al. **Genética Florestal**. Viçosa – MG: Arka, 2011. 318p.

RAMALHO, M; SANTOS, J. B. dos; PINTO, C. B. **Genética na agropecuária**. 2° ed., São Paulo: Globo; Lavras, MG: Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 1990.

RIBEIRO. J. M.; TEIXEIRA, S. L.; BASTOS, D. C. Calogênese em explantes de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen cultivados em meio nutritivo esterilizado com hipoclorito de sódio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 5, p. 537-541, set/out., 2009.

SANTOS, C. M. R. et al. Características de frutos e germinação de sementes de seis espécies de Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 13-20, 2004.

SARMENTO, M. B.; VILLELA, F. A. Sementes de espécies florestais nativas do sul do Brasil. **Informativo ABRATES**, v. 20, n. 1,2 p. 039-044, 2010.

SARMENTO, M. B.; SILVA, A. C. S.; SILVA, C. S. Recursos genéticos de frutas nativas da família Myrtaceae no Sul do Brasil. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v. 24, n. 4, p. 250-262, out./dez. 2012.

SERROTE, C. M. L.; REINIGER, L. R. S.; STEFENON, V. M. **Simulações em Genética de Populações e Conservação de Recursos Florestais**. Jundiaí, Paco Editorial: 2016. 116p.

STACHEVSKI, T. W.; FRANCISCON, L.; GOLDBACH, J. D. Efeito do meio de cultura na calogênese *in vitro* a partir de folhas de erva-mate. **Pesquisa Florestal Brasileira,** Colombo, v. 33, n. 75, p. 339-342, jul./set., 2013.

STEFANEL, C. M. **Aspectos da qualidade de sementes e do estabelecimento *in vitro* de *eugenia involucrata* De Candolle**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS). 2016. 101 f.

TONETTO, T. da S; et al. Dinâmica Populacional e Produção de Sementes de *Eugenia involucrata* na Floresta Estacional Subtropical. **Floresta e Ambiente**, 2013; 20(1):62-69.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série técnica IPEF** – ESALQ/USP, v. 12, n. 32, p. 25-42, dez. 1998.

VIEIRA, A. H. et al. Técnicas de produção de sementes florestais. **Comunicado técnico 205**, Embrapa – CPAF Rondônia, p. 2-4, ago. 2001.

VIEIRA, R. F. et al. **Frutas nativas da região Centro-Oeste**. Brasília: Embrapa Recursos genéticos e Biotecnologia, 2006. 320 p.

WERNER, E. T. et al. Meios de cultura, reguladores de crescimento e fontes de nitrogênio na regulação da calogênese do pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.). **Acta Bot. Bras**. 24(4): 1046-1051, 2010.

WERNER, E. T. et al. Indução da calogênese de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil) in vitro. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 1053-1055, jul. 2007.

XAVIER A.; WENDLING L.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2013. 279 p.

Efeito de diferentes concentrações de AIB no enraizamento de miniestacas de *Olea europaea* L.

Effect of different concentrations of IBA in *Olea europaea* L. minicutting rooting

Larissa Bittencourt[1]
Douglas Trautmann e Silva[1]
Régis André Uebel[2]
Nilton César Mantovani[2]

[1]Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro - Lages - SC. larybittencourt@gmail.com; engtrautmann@gmail.com.

[2]Universidade Federal de Santa Maria campus Frederico Westphalen – UFSM/FW Linha 7 de Setembro, s/n, Frederico Westphalen – RS. uebel.engenhariaflorestal@gmail.com; mantovani.nilton@gmail.com.

Resumo: *Olea europaea* L. da família Oleaceae, é uma espécie lenhosa com grande importância econômica devido às características farmacêuticas e alimentícias, principalmente pelos seus frutos comestíveis e à produção de azeite. O presente trabalho objetivou avaliar o potencial da técnica de miniestaquia para a produção de mudas através do enraizamento de miniestacas de *Olea europaea* de duas cultivares (Picual e Arbequina). Foram testadas diferentes concentrações de Ácido Indolbutírico (AIB) (0; 250; 500 e 1000 mgL^{-1}) em solução hidroalcoólica 50%, aplicado por 15 segundos na base das miniestacas. Aos 30, 60, 90 e 120 dias após o estaqueamento avaliou-se a sobrevivência, retenção foliar, brotação e aos 120 dias avaliou-se ainda o enraizamento e, a massa fresca e massa seca de raízes. Houve efeito significativo para interação dos fatores para sobrevivência e retenção foliar, em que, a cv. Picual se mostrou superior a cv. Arbequina. A concentração de AIB interfere na formação de brotos, sendo maior na cv. Arbequina. O enraizamento não foi significativo para os fatores principais, nem para sua interação (média de 21,25%). É viável a propagação desta espécie através de miniestacas. O enraizamento ocorre mesmo sem a aplicação exógena de AIB. A formação de raízes adventícias nas miniestacas desta espécie não é precedida pela calogênese.
Palavras-chave: Oliveira, micropropagação, jardim clonal, sistema radicial.

Abstract: *Olea europaea* L. belonging to Oleaceae family, is a ligneous species with great importance economic due to its pharmaceutical and alimentary characteristics, mainly for its edible fruits and the oil production. The present work it was aimed to assess the potential of minicutting technique for the production of seedlings through *Olea europaea* of two grow crops (Picual and Arbequina) minicutting rooting. Different concentration of indolebutyric acid (IBA) were tested (0; 250; 500 e 1000 mgL^{-1}) in hydro alcoholic solution 50%, applied for 15 seconds on the bases of the minicuttings. At 30, 60, 90 and 120 days after the cutting, the survival was assessed, as well as the leaf retention, budding and at 120 days it was assessed the roots' dry and fresh masses. There was a significant effect for interaction of the factors for survival and leaf retention, in which, cv. Picual was higher than to cv. Arbequina. The concentration of IBA interferes in the formation of shoots, being higher in cv. Arbequina. Rooting wasn't significant for the main factors, nor for their interaction (mean of 21,25%). That propagation of this species by minicuttings is feasible. The rooting occurs even without hormonal addition. The formation of adventitious roots in minicuttings of this species is not preceded by callogenesis.
Key words: Olive tree, micropropagation, clonal garden, root system.

1. INTRODUÇÃO

Devido às dificuldades de se obter uma produção de plantas seminais de forma homogênea e comercialmente viáveis, as pesquisas tem focado no aprimoramento das técnicas de propagação vegetativas para a produção em larga escala e com menor intervalo de tempo de matrizes de alta produtividade, qualidade e sanidade, tanto por miniestaquia de plantas cultivadas em jardins clonais como por micropropagação em laboratório.

A oliveira (*Olea europaea* L.) pertencente à família Oleaceae, é uma espécie lenhosa, de porte médio, cuja densidade de copa e cor da madeira variam de acordo com a cultivar e as condições de cultivo. Seu fruto comestível, denominado azeitona, em forma de drupa de tamanho pequeno e formato elipsoidal, acumula azeite nas células do mesocarpo (OLIVEIRA et al., 2003) do qual se extrai o azeite.

A espécie tem grande importância em todo o mundo pela comprovação de que o azeite de oliva é benéfico à saúde humana e muito utilizado na indústria farmacêutica e de cosméticos. O Brasil é um grande importador dos produtos provenientes da oliveira e, ainda não conseguiu que a olivicultura seja rentável e viável, pelo fato da falta de conhecimento das técnicas de formação de pomares e sua condução e, ainda, de manejos dos mesmos (PIO et al., 2005). Silva et al. (2012) porém já relatam que vem se obtendo aumento na exploração da oliveira no Brasil, embora que ainda seja recente, devido, principalmente, ao aumento das divulgações dos benefícios da mesma. Mas ainda exige da pesquisa informações técnicas básicas para a produção, para que se possa suprir o mercado interno.

A reprodução por meio de sementes não é desejada para plantios comerciais, visto que pode ocorrer variabilidade genética nas progênies, gerando desuniformidade entre as plantas quanto à produtividade, resistência e tolerância e, por possuir um período juvenil longo, retardando a floração, frutificação e a produção. Com isto, busca-se na propagação vegetativa a manutenção das características desejadas da cultivar selecionada, contornando os efeitos acima citados. A estaquia e a miniestaquia são as técnicas de propagação vegetativa mais utilizadas em todos os países produtores de oliveira. Segundo Oliveira et al. (2003) o enraizamento adventício desta espécie varia entre as cultivares. A auxina é um fator limitante para o mesmo, sendo o AIB a auxina mais utilizada na indução do sistema radicial neste tipo de material vegetal. O enraizamento também é influenciado pela época de coleta de material vegetal, pelo clima (OLIVEIRA et al., 2003) e tipo de substrato.

A implantação de jardins clonais de oliveira tem como vantagens a possibilidade de produzir material propagativo durante todo o ano, com poder juvenil e vigor, o que favorece o enraizamento e a produção de mudas de qualidade superior (OLIVEIRA et al., 2010).

Na Espanha são cultivadas principalmente as cultivares Arbequina e Picual, sendo a primeira a mais importante, devido suas características de vigor vegetativo, precocidade, alto rendimento em azeite e boa resistência ao ataque de pragas e doenças (DONINI et al., 2008).

O presente trabalho teve como objetivo a avaliação do enraizamento de miniestacas de *Olea europaea* cv. Arbequina, *Olea europaea* cv. Picual, frente à aplicação de diferentes concentrações de Ácido Indolbutírico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram realizados no jardim clonal do viveiro florestal da Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen – RS.

O experimento foi instalado no mês de julho de 2014 com brotos de plantas (minicepas) cultivadas em jardim clonal. Estas minicepas são originadas de estacas enraizadas de árvores adultas de *Olea europaea* L. das cultivares Picual e Arbequina, selecionadas em um plantio comercial pela sua produtividade e precocidade de frutificação, realizadas em estudos anteriores (BITTENCOURT et al. 2015, PEDRALI et al., 2015).

Dos brotos formados nas minicepas cultivadas no jardim clonal foram retiradas as miniestacas com cerca de 5 cm de comprimento. Nestas manteve-se um par de folhas cortadas transversalmente ao meio. As miniestacas permaneceram por 15 segundos, com cerca de 1 cm da base, imersas em diferentes soluções de AIB (solução hidroalcoólica 50%).

O estaqueamento foi realizado em tubetes cônicos preenchidos com substrato comercial. As miniestacas foram mantidas em casa de vegetação revestida de tela de sombreamento de 70%, com irrigação por aspersão controlada (Figura 1).

Figura 10: Miniestacas de *Olea europaea* cultivares Picual e Arbequina mantidas em casa de vegetação do viveiro florestal da Universidade Federal de Santa Maria campus Frederico Westphalen – RS. **Fonte:** Autores, UFSM, Frederico Westphalen – RS, 2014.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema bifatorial 2x4, sendo que os níveis do fator “A” foram as duas cultivares de *Olea europaea* (cv. Picual e cv. Arbequina) e os níveis do fator “B” as diferentes concentrações de AIB (Ácido Indolbutírico), (0, 250, 500 e 1000 mgL^{-1}), com quatro repetições, contendo em cada uma 10 miniestacas, totalizando 160 miniestacas por cultivar.

As variáveis avaliadas aos 30, 60, 90 e 120 dias após o estaqueamento foram: o número de miniestacas vivas, número de miniestacas com folhas remanescentes (% de retenção foliar), número de miniestacas com formação de brotos. Ainda, aos 120

dias foi realizada a avaliação do sistema radicial através do número de miniestacas enraizadas e da massa fresca e massa seca.

As variáveis foram submetidas à análise de variância e, quando o valor de F foi significativo, foram utilizados para a comparação das médias de tratamentos qualitativos o teste de Tukey ou a análise de regressão para os quantitativos, ambos ao nível de 5% de probabilidade de erro. Foi utilizado o pacote estatístico Sisvar (Sistema para Análise de Variância) para Windows® versão 5.1 (FERREIRA, 2011). Para determinar a precisão dos ensaios foi estimado o Índice de Variação (IV), calculado por $IV = \frac{CV}{\sqrt{N}}$, em que o IV é igual ao coeficiente de variação (CV) dividido pela raiz quadrada do número de repetições (N) (PIMENTEL-GOMES, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises foram realizadas com base na acumulativa das avaliações, ou seja, a união das avaliações aos 30, 60, 90 e 120 dias após o experimento.

Foi observado efeito significativo na interação dos fatores principais cultivar e concentração de AIB para as variáveis sobrevivência (p=0,0160) e retenção foliar (p=0,0028). A cultivar Picual apresentou uma maior sobrevivência e retenção foliar em relação à cv. Arbequina diferindo estatisticamente entre si na ausência de AIB (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1: Porcentagem de sobrevivência de miniestacas de duas cultivares de *Olea europaea*, em função da concentração de AIB (mgL^{-1}), aos 120 dias.

	Sobrevivência (%)	
AIB (mgL^{-1})	**Cultivar de *Olea europaea***	
	cv. Picual	**cv. Arbequina**
0	100 aA*	65 bB
250	97 aA	82,5 aA
500	100 aA	87,5 aA
1000	97 aA	92,5 aA
IV	**0,58**	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. A letra 'a ou A' representa o resultado mais favorável para as variáveis analisadas. IV (Índice de variação) = $\frac{CV}{\sqrt{N}}$, em que CV= coeficiente de variação e N= número de repetições.

Fonte: Autores, UFSM, Frederico Westphalen, RS, 2014.

Analisando a tabela 1 observa-se que a porcentagem de sobrevivência não apresentou diferença significativa na concentração de AIB para a cv. Picual, já à cv. Arbequina há um aumento crescente nas porcentagens, sendo que a presença de AIB, independente da concentração, difere significativamente da ausência de AIB.

Estes dados demonstram que a cv. Picual é superior a Arbequina em relação à sobrevivência das miniestacas, condizendo com os dados observados por Oliveira et al. (2003b), onde encontrou porcentagens de estacas mortas maior para Arbequina comparada com a Picual. Cabe ressaltar que em função da concentração de AIB não ser significativa para ambas as cultivares, pode se optar pela menor

concentração, levando em consideração a redução de custos, entretanto, com uma concentração maior tem-se maior sobrevivência.

Segundo Oliveira et al.(2003a), Pio et al.(2005), Oliveira et al.(2009) e Silva et al. (2012), a época de coleta dos brotos pode influenciar no enraizamento das miniestacas de *Olea europaea* pela influência na sobrevivência das mesmas, pelo fato de o enraizamento ser beneficiado pelos níveis adequados de carboidratos da planta matriz. Em abril as plantas possuem uma maior quantidade de substâncias de reservas, pelo fato de estarem retomando seu crescimento e produção, já que a fase produtiva termina em meados de fevereiro e março.

Em agosto devido às baixas temperaturas, as plantas de *Olea europaea* diminuem seu metabolismo e direcionam as substâncias de reserva ao sistema radicular, o que diminui o teor destas substâncias nas miniestacas confeccionadas, o que pode causar o não enraizamento e até mesmo a morte das miniestacas. Neste experimento, instalado em no mês de julho, em contrapartida a sobrevivência foi expressiva, porém, este fato pode ter ocorrido devido as matrizes estarem em jardim clonal em casa de vegetação recebendo adubação constante.

A porcentagem de retenção de folhas remanescentes é maior para a cv. Picual que à Arbequina, sendo que estas diferiram entre si na ausência e nas concentrações maiores de AIB, notando que para cv. Picual a maior retenção foliar foi na ausência da auxina, porém não diferiu das concentrações maiores e, para cv. Arbequina a maior retenção foliar foi observada nas concentrações medianas do AIB (Tabela 2).

Tabela 2: Porcentagem de retenção foliar de miniestacas de duas cultivares de *Olea europaea*, em função da concentração de AIB (mgL^{-1}), aos 120 dias.

	Retenção foliar (%)	
AIB (mgL^{-1})	**Cultivar de *Olea europaea***	
	cv. Picual	**cv. Arbequina**
0	100 aA*	27,5 bA
250	55 aB	50 aA
500	90 aA	45 bA
1000	85 aAB	22,5 bA
IV	**1,47**	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. A letra 'a ou A' representa o resultado mais favorável para as variáveis analisadas. IV (Índice de variação) = $\frac{CV}{\sqrt{N}}$, em que CV= coeficiente de variação e N= número de repetições.

Fonte: Autores, UFSM, Frederico Westphalen, RS, 2014.

Analisando-se as tabelas 1 e 2, tanto na sobrevivência como na retenção foliar, a cv. Picual obteve melhores resultados comparada a cv. Arbequina, mostrando que a sobrevivência está ligada a retenção das folhas, corroborando com Oliveira et al. (2009), que em seu experimento observou que a manutenção das folhas nas estacas é importante para ocorrer o enraizamento.

Houve efeito significativo para o fator concentração de AIB para a variável brotação (p=0,0410) (Tabela 3). Apesar de ter havido efeito significativo da concentração de AIB, o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, não diferenciou as médias em decorrência da variação entre os dados obtidos ser muito baixa, o que é considerado comum quando se trabalha com dados biológicos, mostrando que há o efeito biológico, porém, a análise estatística não é capaz de discriminar a diferença entre os tratamentos.

Tabela 3: Porcentagem de brotos formados em miniestacas de duas cultivares de *Olea europaea*, em função da concentração de AIB (mgL^{-1}), aos 120 dias.

	Brotação (%)	
AIB (mgL^{-1})	**Cultivar de *Olea europaea***	
	cv. Picual	**cv. Arbequina**
0	0 aA*	2,5 aA
250	2,5 aA	7,5 aA
500	12,5 aA	12,5 aA
1000	15 aA	12,5 aA
IV	**1,35**	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. A letra 'a ou A' representa o resultado mais favorável para as variáveis analisadas. IV (Índice de variação) = $\frac{CV}{\sqrt{N}}$, em que CV= coeficiente de variação e N= número de repetições.

Fonte: Autores, UFSM, Frederico Westphalen, RS, 2014.

A cultivar Arbequina apresentou maior porcentagem de miniestacas brotadas em relação à Picual, fato provavelmente relacionado à menor retenção foliar. Conforme Pio et al. (2005), a ausência de folhas nas estacas favorece a brotação de gemas axilares que estavam em dormência.

Adicionalmente, tanto a brotação como o enraizamento, são influenciados pela época de corte (CAPPELLARO, 2013; OLIVEIRA et al., 2010), o que pode explicar a baixa porcentagem de brotação no referido experimento, já que a época como já foi descrito não é a ideal.

Observou-se também que a porcentagem de brotação foi maior para ambas as cultivares nas concentrações de 500 e 1000 mgL^{-1} de AIB, o que indica que com maiores concentrações de AIB, além de se ter maior enraizamento (SILVA et al., 2012; PIO et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2003a), também aumenta a brotação.

Ocorreu emissão de brotos tanto em miniestacas com duas folhas remanescentes, sem folhas remanescentes e com apenas uma folha remanescente, porém esta última não em grande quantidade (Figura 2).

Para a variável enraizamento, não houve efeito significativo para os fatores principais cultivar e concentração de AIB, nem tampouco para a interação entre eles, com média geral de 21,25%.

Embora não tenha sido observado efeito significativo entre cultivar e concentração de AIB, notou-se uma porcentagem maior de enraizamento na presença de AIB e, em comparação entre as cultivares, foi maior para Picual em relação à Arbequina (Tabela 4).

Figura 11: (a) Detalhe da miniestaca cv. Picual com duas folhas remanescentes com brotação. (b) e (c) miniestacas da cv. Arbequina sem folhas remanescentes, com emissão de brotos e formação de folhas. (d) miniestaca da cv. Arbequina com brotos e formação de folhas, com duas folhas remanescentes.
Fonte: Autores. UFSM, Frederico Westphalen, RS, 2014.

Tabela 4: Porcentagem de enraizamento de miniestacas de duas cultivares de *Olea europaea*, em função da concentração de AIB (mgL^{-1}), aos 120 dias.

	Enraizamento (%)	
AIB (mgL^{-1})	**Cultivar**	
	cv. Picual	**cv. Arbequina**
0	22,5 aA*	0 aA
250	5 aA	22,5 aA
500	40 aA	20 aA
1000	37,5 aA	22,5 aA
IV	**2,34**	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. A letra 'a ou A' representa o resultado mais favorável para as variáveis analisadas. IV (Índice de variação) = $\frac{CV}{\sqrt{N}}$, em que CV= coeficiente de variação e N= número de repetições.
Fonte: Autor, UFSM, Frederico Westphalen, RS, 2014.

Resultados semelhantes foram observados por Oliveira et al. (2003b), Pio et al. (2005), Pimentel (2010), Oliveira et al. (2010). Segundo os autores, a porcentagem maior de enraizamento se dá na presença de AIB e, em concentrações mais elevadas como 3000 mgL^{-1}, mas cabe ressaltar que estes autores trabalharam com estacas de *Olea europaea*, não com miniestacas como no presente estudo.

Observou-se que na ausência de AIB não houve enraizamento nas miniestacas da cv. Arbequina, somente na cv. Picual, o que demonstra certa superioridade desta cultivar em relação a primeira quanto ao potencial rizogênico na ausência da aplicação exógena de auxina, o que corrobora com Oliveira et al. (2010) que também observaram que a cv. Picual é superior em enraizamento que a Arbequina, porém difere dos resultados encontrados por Silva et al. (2012), que encontrou enraizamento maior para Arbequina em comparação com a Picual, em experimentos realizados na mesma época.

A permanência das folhas nas miniestacas é essencial para a sobrevivência e enraizamento (OLIVEIRA, 2001), o que pode explicar neste experimento um maior enraizamento da cv. Picual, embora não significativo, já que foi a variedade que apresentou maior retenção foliar.

Observou-se uma diferença visual entre as raízes com relação aos tratamentos com AIB, pois, a quantidade de raízes na ausência da auxina é inferior ao tratamento com 1000 mgL^{-1} de AIB (Tabela 5, Figura 3). Esta observação evidencia que é necessário o uso do AIB nas miniestacas de *Olea europaea*, para que se tenha uma maior qualidade de raízes.

Tabela 5: Massa seca e massa fresca em gramas (g) das duas cultivares de *Olea europaea,* em resposta a concentração de AIB (mgL^{-1}).

AIB (mgL^{-1})	**cv. Picual**		**cv. Arbequina**	
	Massa fresca	**Massa seca**	**Massa fresca**	**Massa seca**
0	0,741	0,125	0	0
250	0,06	0,007	0,895	0,145
500	2,741	0,462	2,146	0,354
1000	3,061	0,357	0,464	0,066
Média	1,650	0,237	0,876	0,141

Embora a cv. Picual tenha número maior de miniestacas enraizadas (42 para cv. Picual e 26 para cv. Arbequina) a massa de raízes é praticamente igual a da cv. Arbequina que possui número menor de miniestacas enraizadas, ainda ressaltando que a Arbequina não possui enraizamento no tratamento testemunha, mostrando que mesmo que tenha número menor de miniestacas enraizadas a massa de raízes é maior nos demais tratamentos.

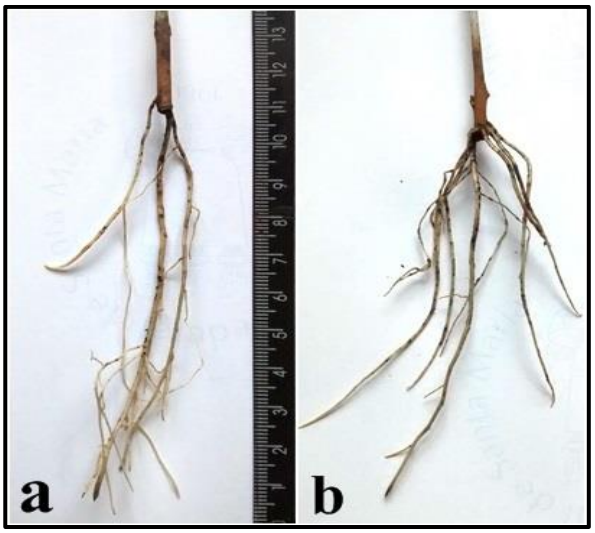


Figura 12: Raízes de miniestacas de *Olea europaea* da cv. Picual, mostrando a diferença da quantidade de raízes (a) ausência de AIB. (b) com 1000 mgL^{-1} de AIB.
Fonte: Autores, UFSM, Frederico Westphalen, RS, 2014.

Observou-se que algumas miniestacas apresentaram formação de calos na base (Figura 4) e com estruturas indicadoras da formação de primórdios de raízes adventícias. Silva et al. (2012), relatam que algumas cultivares de *Olea europaea* necessitam do processo de formação de calos para a formação de raízes, porém, neste estudo, observou-se que o enraizamento não depende da formação de calos.

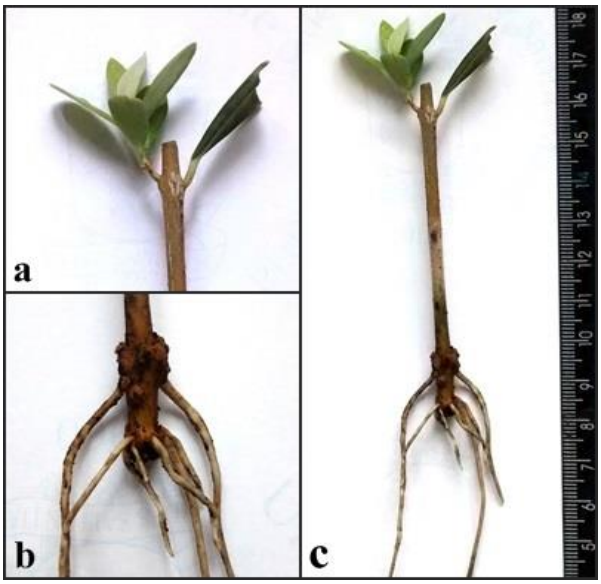


Figura 13: Miniestaca de *Olea europaea* (a) Detalhe da brotação com uma folha remanescente; (b) Detalhe da formação de calo e raízes; (c) cv. Arbequina na concentração de 1000 mgL^{-1} de AIB com formação de calo.
Fonte: Autores, UFSM, Frederio Westphalen, RS, 2014.

O início do processo radicial foi identificado aos 60 dias, o que também foi encontrado por Pimentel (2010) e Oliveira et al. (2010), mas optou-se por realizar a análise final de enraizamento aos 120 dias no presente trabalho, para se obter maior

massa e porcentagem de enraizamento, já que aos 60 dias não se teria amostragem suficiente.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e para as condições em que foi realizado o presente trabalho, conclui-se que:

- É possível a produção de mudas de *Olea europaea* cv. Picual e Arbequina através da técnica de miniestaquia.
- A cultivar Picual é superior em relação a cv. Arbequina quanto à sobrevivência e retenção foliar nas miniestacas. Já, para a formação de brotação, a cv Arbequina é superior em comparação com a cv. Picual.
- Pode-se obter o enraizamento da cv. Picual mesmo sem a aplicação de AIB, contudo, a auxina aumenta a massa radicial.
- A rizogênese não é precedida pela calogênese na base das miniestacas de oliveira.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a toda equipe do Laboratório de Melhoramento Genético e Biotecnologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM campus Frederico Westphalen.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BITTENCOURT, L; UEBEL, R. A; MANTOVANI, N. C. Efeito de diferentes doses de AIB no enraizamento de miniestacas de *Olea europaea* L. cv. Picual. In: 12º Congresso Florestal estadual do Rio Grande do Sul, v. I, **Anais...** Nova Prata, 2015.

CAPPELLARO, T. H. **Produção de mudas de oliveira em sistemas de cultivo sem solo**. 2013. 106 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciências: Fruticultura de Clima Temperado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS.

DONINI, L. P; SCHUCH, M. W; RIBEIRO, M. de F; SOUZA, J. A. de; SOARES, G. C. Estabelecimento *in vitro* de oliveira cv. “Arbequina” para início da micropropagação**. Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, set, 2008.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

OLIVEIRA, A. F. **Enraizamento de estacas semilenhosas e cultura de embriões *in vitro* de oliveira (*Olea europaea L.*)**. 2001. 122p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, A. F. de; PASQUAL, M; CHALFUN, N. N. J; REGINA, M. de A; RINCÓN, C. D. R. Enraizamento de estacas semilenhosas de oliveira sob efeito de diferentes épocas, substratos e concentrações de ácido indolbutírico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. V.27, n.1, p.117-125, jan./fev., 2003a.

OLIVEIRA, A. F. de; PASQUAL, M; CHALFUN, N. N. J; REGINA, M. de A; RINCÓN, C. D. R. Influência do número de nós em estacas semilenhosas de oliveira (*Olea europaea* L.) no enraizamento sob câmara de nebulização. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. V.27, n.2, p.332-338, mar./abr., 2003b.

OLIVEIRA, A. F. de; CHALFUN, N. N. J; ALVARENGA, A. A; NETO, J. V; PIO, R; OLIVEIRA, D. L. de. Estaquia de oliveira em diferentes épocas, substratos e doses de AIB diluído em NAOH e álcool. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 79-85, jan./fev., 2009.

OLIVEIRA, M. C. de; NETO, J. V; PIO, R; OLIVEIRA, A. F. de; RAMOS, J. D. Enraizamento de estacas de oliveira submetidas a aplicação de fertilizantes orgânicos e AIB. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 337-344, mar./abr., 2010.

PEDRALI, L. D; MULLER, M. T. O; MANTOVANI, N. C. Estudo preliminar para estabelecimento de protocolo de assepsia para cultivo in vitro de oliveira (*Olea europaea* L.). In: 12º Congresso Florestal estadual do Rio Grande do Sul, v. I, **Anais...** Nova Prata, 2015.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 451p. 2009.

PIMENTEL, A. dos S. A. **Capacidade de enraizamento de estacas semi-lenhosas de oliveira das variedades Cobrançosa, Verdeal, Negrinha e Santulhana.** 2010. 97 p. Dissertação (Mestrado em Gestão de recursos florestais) Escola Superior Agrária de Bragança.

PIO, R; BASTOS, D. C; BERTI, A. J; SCARPARE FILHO, J. A.; MOURÃO FILHO, F. de A. A; ENTELMANN, F. A; ALVES, A. S. R; BETTIOL NETO, J. E. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de oliveira (*Olea europaea* L.) utilizando ácido Indolbutírico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 562-567, maio/jun., 2005.

SILVA, L. F. de O. da; OLIVEIRA, A. F. de; PIO, R; ZAMBON, C. R; OLIVEIRA, D. L. Enraizamento de estacas semilenhosas de cultivares de oliveira. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, p.488-492, 2012.

Efeito do AIB sobre o enraizamento de miniestacas de *Handroanthus chrysotrichus* (MART. ex DC.) J. MATTOS

Effect of iba on the *Handroanthus chrysotrichus* minicutting root (MART. ex DC.) J. MATTOS

Tatiane Lais Pires Andreolla[1]
Silvia Machado dos Santos Rabaiolli[1]
Lia Rejane Silveira Reiniger[1]
Ana Cristina da Fonseca Ziegler[1]
Cláudia Carabajal de Azeredo[1]
Leandro Dutra da Silva[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Av. Roraima n° 1000, Santa Maria.
tatiandreolla@hotmail.com; silviaufsm@gmail.com; liarsr@ufsm.com;
cristina.ziegler@gmail.com; claudiac.azeredo@hotmail.com;
leeandrodutra@gmail.com

Resumo: Ipê amarelo (*Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) J. Mattos) da família Bignoniaceae, apresenta grande importância econômica, ecológica, silvicultural e ornamental. O objetivo do trabalho foi avaliar o enraizamento de miniestacas de ipê-amarelo, coletadas a partir de minicepas em desenvolvimento em casa de vegetação, em função da auxina Ácido 3-Indolbutírico (AIB). Foram avaliadas sobrevivência (%), número de folhas, formação de raízes (%), e presença de raízes secundárias (%). As miniestacas foram confeccionadas a partir da parte apical de brotações de minicepas em casa de vegetação, em seguida, foram imersas em solução contendo AIB, conforme cada tratamento por 10s, utilizando-se quatro concentrações de AIB (0; 1000; 2000, 4000 mg L-1) e permanecendo em casa de vegetação por 30,60 e 90 dias. Os resultados indicam que é viável a propagação desta espécie através de miniestacas, demonstrando que regulador de crescimento é necessário para promover resposta em algumas das variáveis avaliadas. Tanto para a sobrevivência quanto para o número de folhas a maior média é observada na concentração 1000 mg L^{-1} de AIB. A formação de raízes adventícias, tanto as de primeira ordem quanto para as de segunda ordem, necessita da auxina para se desenvolver de maneira mais satisfatória.
Palavras-chave: Ipê Amarelo, miniestaquia, auxina, propagação vegetativa.

Abstract: Ipê amarelo (*Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) J. Mattos) of family Bignoniaceae, presents great economic, ecological, silvicultural and ornamental. Thus, the objective of this study was to evaluate the rooting of cuttings of ipe-amarelo, collected from ministumps in developing a greenhouse, depending on auxin acid 3-indolbutyric (IBA). Survival was evaluated (%), number of leaves (%) root formation (%), secondary roots (%). The cuttings were made from the apical part of shoots of ministumps in a greenhouse, then were immersed in a solution containing IBA, as each treatment for 10 seconds, using four concentrations of IBA (0, 1000, 2000, 4000 mg L-1) and remain in a greenhouse for 30.60 and 90 days. The results indicate that it is viable to propagate this species through minicuttings, demonstrating that growth regulator is necessary in some variables. For both survival and leaf numbers the highest mean is observed at the concentration of 1000 mg L-1 of IBA. For the formation of adventitious roots, both the first order and the second order, need the auxin to develop in a more promising way.
Keywords: Ipe amarelo, minicutting, auxin, vegetative propagation.

1. INTRODUÇÃO

Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex DC.) J. Mattos é conhecida popularmente como Ipê-amarelo, espécie que pertence à família Bignoniaceae. Ocorre

naturalmente do Nordeste ao Sul do Brasil. É uma planta decídua, heliófita, característica de formações abertas da floresta pluvial do alto da encosta (CARVALHO, 2006; LORENZI, 2008). Pode ser utilizada para a recomposição de matas nativas e áreas degradadas; para arborização urbana, por causa de sua floração, é usada para ornamentação de parques e jardins (CARVALHO, 2006; LORENZI, 2008; OLIVEIRA et al., 2008). Também possui um alto valor comercial devido a sua madeira possuir certas características como, ser moderadamente pesada, resistente e de grande durabilidade, mesmo em condições adversas como o ataque de fungos e cupins (CORADIN et al., 2011). Sua propagação é realizada por sementes que, são produzidas em grande quantidade, porém podem manifestar problemas com a germinação e conservação resultando em uma má qualidade das mudas (OLIVEIRA et al., 2005).

Diante disso, a propagação vegetativa surge como uma opção para superar as dificuldades da propagação das espécies nativas, auxiliando no resgate e conservação de recursos genéticos florestais (DIAS et al., 2012). Uma das vantagens da propagação vegetativa no que diz a respeito à restauração ecológica, é que as mudas clonais apresentam precocidade reprodutiva, sendo um aspecto muito importante para superar as fases iniciais deste processo (SOUZA et al., 2015). Dentre as técnicas de propagação vegetativa, a miniestaquia é uma opção para as espécies que apresentam sazonalidade na produção e dificuldade de armazenamento das sementes (WENDLING et al., 2002). Proporciona também a maximização do enraizamento adventício, pois as miniestacas apresentam maior grau de juvenilidade se comparado as estacas (XAVIER e SILVA, 2010).

O enraizamento, depende de muitos fatores, tanto internos quanto externos, nesse processo de propagação. Dentre estes aspectos podemos citar a condição nutricional e fitossanitária da planta matriz, o potencial genético, os fitorreguladores, a época de realização, a temperatura e a umidade (HARTMANN et al., 2002). Assim, algumas espécies precisam de um indutor de enraizamento, as auxinas são as principais substâncias utilizadas para o enraizamento adventício de miniestacas e, dentre estas, a que tem apresentado resultados promissores para a maioria das espécies florestais é o ácido indol-3-butírico (AIB) (SOSSELLA et al., 2008). No entanto, existe uma certa dificuldade em fazer recomendações específicas, sobre qual a concentração mais apropriada, entre outros fatores, variando, de acordo com a espécie ou cultivar e o tipo de estaca utilizada. O AIB apresenta como vantagens a baixa toxicidade, ação mais localizada do que outros produtos e maior estabilidade química no corpo da estaca, proporcionando maior porcentagem, velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento de estacas (HARTMANN et al., 1997).

Frente ao exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o enraizamento de miniestacas de Ipê-amarelo, coletadas a partir de minicepas em desenvolvimento em casa de vegetação, em função da auxina Ácido 3-Indolbutírico (AIB).

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

Para a realização deste experimento foi formado um minijardim clonal, a partir de mudas oriundas de sementes de Ipê-amarelo, as quais foram cultivadas em casa de vegetação em vasos flexíveis com capacidade para 4 L, contendo uma mistura composta por substrato comercial à base de casca de pinus, corretivo de acidez, fertilizantes minerais, na proporção 1:1 (v/v) e vermiculita na proporção de 3:1 (v/v). Após o estabelecimento, as mudas receberam, semanalmente, uma aplicação de

100 mL de solução de NPK (5-20-20) a 1,5 g L^{-1} em cada vaso. Posteriormente, visando estimular a ocorrência de brotações laterais, as mudas foram decepadas a uma altura de, aproximadamente, 10 cm, mantendo-se apenas 1 a 2 pares de folhas, para constituírem as minicepas. O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo bifatorial 4x3, em que o fator "A" consistiu das diferentes concentrações de AIB (0;1000; 2000 ou 4000 mg L^{-1}), e o fator "B" dos períodos de avaliação (30, 60 e 90 dias), totalizando 12 tratamentos.

As miniestacas foram confeccionadas a partir da parte apical de brotações de minicepas em casa de vegetação, contendo, aproximadamente, 7 a 10 cm e um par de folhas cortadas ao meio. Em seguida, as miniestacas foram imersas em solução hidroalcoólica (50% etanol e 50% de água destilada, v/v) contendo AIB, conforme cada tratamento por 10 s, e, imediatamente após, colocadas para enraizar em copos plásticos de 300 mL, o substrato utilizado foi Mc Plant Misto Classe "F" (composto de casca de pinus, corretivo de acidez, fertilizantes minerais e vermiculita), também foi acrescentada vermiculita extra fina na proporção 2:1:1 (v/v/v). Os copos plásticos contendo as miniestacas foram, a seguir, alocados em bandejas devidamente identificadas as quais foram levadas para casa de vegetação com nebulização e temperatura controladas (UR 80% e 25ºC).

Decorridos 30, 60 e 90 dias, as miniestacas foram avaliadas quanto à sobrevivência (%), número de folhas, formação de raízes (%) e presença de raízes secundárias (%).

Após avaliar a normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e a homogeneidade de variâncias por meio do teste de Bartlett, os dados foram submetidos a análise de variância ao nível de 5% de probabilidade de erro. Quando necessário, realizou-se o desdobramento das interações, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011) foi utilizado para a análise estatística dos dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável sobrevivência foi observado efeito significativo de ambos os fatores principais, concentrações de AIB e dias de avaliação, sendo observada interação significativa entre concentrações de AIB e dias de avalição.

A maior sobrevivência das miniestacas foi observada aos 30 dias de cultivo (91,33%), ocorrendo um decréscimo aos 60 dias (83,33%) de sobrevivência. Ainda aos 30 dias foi observado que com o aumento da concentração da auxina houve um decréscimo na sobrevivência. Assim como os resultados obtidos em leiteiro *(Sapium glandulatum)*, no qual ocorreu um aumento da mortalidade de miniestacas com o aumento das concentrações do fitorregulador (AIB ou ANA) (FERREIRA et al., 2010).

Com o decorrer do cultivo, aos 60 e 90 dias, foi observado um comportamento quadrático, sendo que os valores máximos obtidos de sobrevivência de acordo com o cálculo da máxima eficiência técnica (MET), foram 590 mg L^{-1} e 1.937,5 mg L^{-1} de AIB, respectivamente. Da mesma maneira que para quatro clones de Eucalipto (*Eucalyptus globulus),* em que foi verificada uma média superior a 86%, usando concentrações de 2.000 mg L^{-1} de AIB. (OLIVEIRA, 2011).

De maneira geral, as porcentagens de sobrevivência foram satisfatórias, com exceção das miniestacas observadas aos 90 dias, sendo que quando submetidas ao

tratamento de imersão em solução de 4.000 mg L^{-1} de AIB, apresentaram sobrevivência inferior a 60%, expondo que uma alta concentração de AIB pode resultar em mortalidade nas miniestacas (Figura 1A).

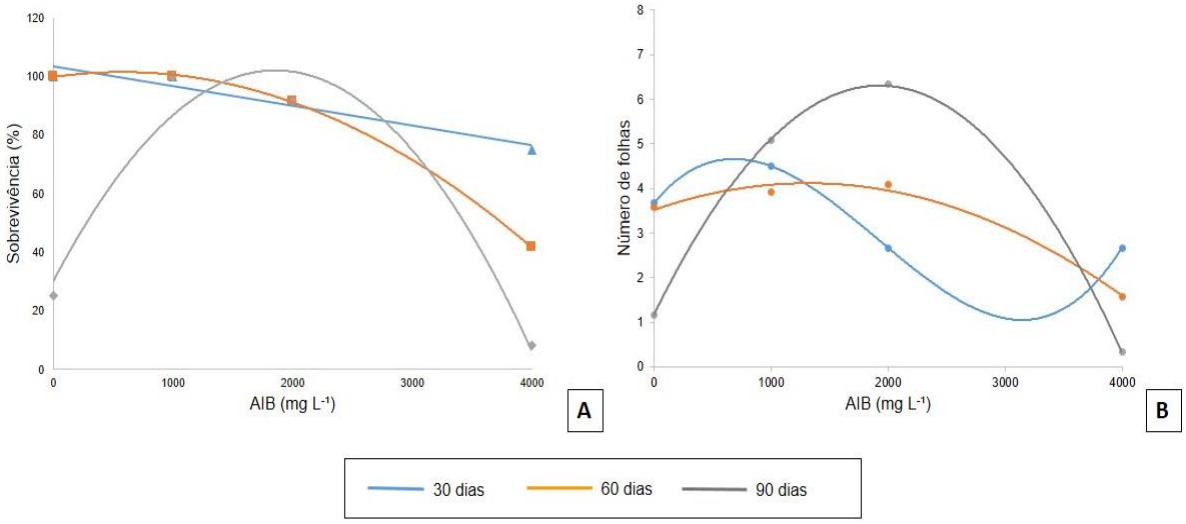


Figura 1. Sobrevivência média (%) de miniestacas de Ipê-amarelo (A); Número de folhas de miniestacas de Ipê-amarelo (B). **Fonte:** Autores.

Para a variável número de folhas houve efeito significativo do fator concentrações de AIB, e da interação entre concentrações de AIB e dias de avaliação. Foi observado um decréscimo no número de folhas com o aumento das concentrações de AIB ao longo dos períodos de avaliação.

Aos 30 dias, o número de folhas em relação as concentrações de AIB ajustou-se a um comportamento cúbico. Do mesmo modo, para a miniestaquia de Ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus)* também foi observado um comportamento cúbico do número de folhas em função das doses de AIB aplicadas, o melhor tratamento foi observado na maior dose de 8000 mg L^{-1} ,na dose 2.000 mg L^{-1} , houve um pequeno aumento no número de folhas, em relação à ausência de auxina·(OLIVEIRA et al., 2015).

Aos 60 e 90 dias, observou-se comportamento quadrático do número de folhas, sendo que os valores máximos seriam obtidos a 1.500 mg L^{-1} e 2.700 mg L^{-1} de AIB, respectivamente (Figura 1B). Por outro lado, na miniestaquia de Quaresmeira (*Tibouchina fothergillae*), o maior número de folhas foi encontrado na concentração de 812,5 mg L^{-1} de AIB, estimada pelo ponto de máxima com derivação da equação (RIBEIRO et al., 2007).

Para a variável presença de raízes, apenas houve efeito significativo para as concentrações de AIB. Para a auxina foi observado um comportamento quadrático das concentrações de AIB em relação a presença de raiz, sendo que a maior porcentagem de formação de raiz foi obtida na concentração 2.845 mg L^{-1} de AIB, de acordo com o cálculo da MET, com posterior decréscimo (Figura 2A).

Com o aumento da concentração de auxinas aplicadas em estacas, estimula a indução de raízes até um ponto máximo, a partir desse qualquer acréscimo no nível de auxina se torna inibitório (HARTMANN et al., 2002). Diferente do que foi encontrado para a miniestaquia de Ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus* Mattos), os comprimentos de raízes adventícias primárias foram influenciados pela aplicação de AIB, com 3,0 cm na ausência da auxina e 4,7 cm, quando as miniestacas foram submetidas a 8000 mg L^{-1} desse hormônio (OLIVEIRA, et al., 2016).

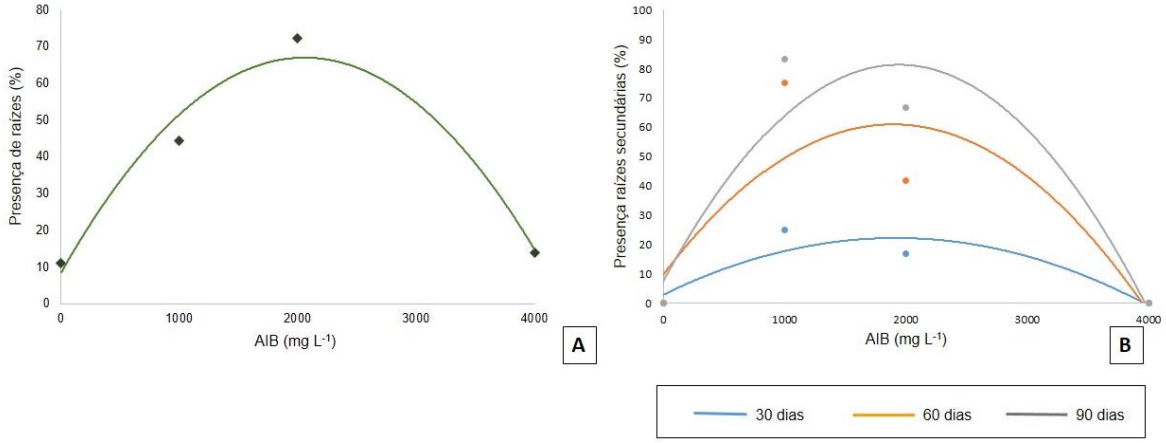


Figura 2. Presença de raízes (%) (A); Presença de raízes secundárias (%) (B) de miniestacas de Ipê-amarelo. **Fonte:** Autores.

Quanto a presença de raízes secundárias, foi observado efeito significativo de ambos os fatores principais, concentrações de AIB e dias de avaliação, sendo observada interação significativa entre concentração de AIB e dias de avalição. Aos 30, 60 e 90 dias foi observado um comportamento quadrático da formação de raízes secundárias em relação as concentrações de AIB, sendo observado que com o aumento da concentração de AIB houve um decréscimo na formação das raízes.

Os valores máximos obtidos de formação de raízes secundárias de acordo com o cálculo da máxima eficiência técnica (MET) foram 2030 mg L^{-1}, 2720 mg L^{-1} e 1910 mg L^{-1} de AIB, aos 30, 60 e 90 dias respectivamente (Figura 2B). Ao contrário do que foi observado para Ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus*), em que as raízes secundárias apresentaram comportamento cúbico com aumento em 2000 mg L^{-1} e, após, aumento em 8000 mg L^{-1} de AIB. (OLIVEIRA et al., 2015).

4. CONCLUSÃO

De modo geral, a propagação vegetativa por miniestaquia de Ipê-amarelo apresenta resultados satisfatórios, demonstrado que o regulador de crescimento AIB é necessário para promover respostas em algumas das variáveis avaliadas, nas condições testadas.

Para sobrevivência e número de folhas a maior média é observada na presença de 1000 mg L^{-1} de AIB, no entanto para número de folhas, no decorrer do período de avalição, as médias decrescem.

A formação de raízes adventícias, tanto as de primeira ordem quanto para as de segunda ordem, necessita da auxina para se desenvolver de maneira mais satisfatória.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2006. v. 2. 627 p.

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro - Região Sul. In: BORGO, M.; PETEAN, M. P.; HOFFMANN, P. M. ***Handroanthus chrysotrichus* Ipê-amarelo**. Brasília: MMA, 2011. P. 768-771.

DIAS, P. C.; OLIVEIRA, L. S.; XAVIER, A.; WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Colombo, v. 32, n. 72, p. 453-462, 2012.

FERREIRA, B. G. A.; RIBAS, K. C. Z.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; NOGUEIRA, A. C. Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (vell.) pax com o uso de Ácido Indol Butirico e Ácido Naftaleno Acético .**Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 19-31, 2010.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T. **Plant propagation; principles and practices**. 6 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997. 770p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. Plant **Propagation: Principles and Practices**. 7 ed. New York: Englewood Clipps, 2002, 880p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, v. 1, 2008. 384 p.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; SILVA, T. T. A.; BORGES, D. I. Temperatura e regime de luz na germinação de sementes de *Tabebuia impetiginosa* (Martiusex A. P. de Candolle) Standley e *T. serratifolia* Vahl Nich. - Bignoniaceae. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.3, p.642-648, 2005.

OLIVEIRA, L. S. **Micropropagação, microestaquia e miniestaquia de clones de híbridos de *Eucalyptus globulus***. 71p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2011.

OLIVEIRA, T. P. F.; BARROSO, D. G.; LAMONICA, K. R.; CARVALHO, V. S.; OLIVEIRA, M. A. Efeito do ácido indol-3-butírico (AIB) no enraizamento de miniestacas de ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus* MATTOS). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 1043-1051, 2015.

OLIVEIRA, J. P., COSTA, F. H. S., PEREIRA, J. E. S. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira aclimatizadas nas condições da Amazônia Sul Ocidental sob a influência de diferentes substratos e recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 30: 459-465, 2008.

OLIVEIRA, T. P. F.; BARROSO, D. G.; LAMONICA, K. R.; CARVALHO, G. C. M. W. Aplicação de AIB e tipo de miniestacas na produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* Mattos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 313-320, 2016.

RIBEIRO, M. N. O.; PAIVA, P. D. O.; SILVA, J. C. B.; PAIVA, P. Efeito do ácido indolbutírico sobre estacas apicais e medianas de quaresmeira (*Tibouchina fothergillae* Cogn.). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 13, n.1, p. 73-78, 2007.

SOSSELLA, A. G; PETRY, C.; NIENOW, A. A. Propagação da corticeira do banhado (*Erythrina crista-galli* L.) (Fabaceae) pelo processo de estaquia. **Revista Árvore**. Viçosa, MG, v. 32, n. 1. p. 163-171, 2008.

SOUZA, S. R.; ALBUQUERQUE, L. B.; SOUZA, A. C. S.; PACHECO, B. S.; MALAQUIAS, J.; AQUINO, F. G. Enraizamento de estacas de Miconia (Melastomataceae): alternativa para produção de mudas para a restauração ecológica. **Revista Neotropical Biology and Conservation**, São Leopoldo – RS, v. 10 ,n. 3. 2015.

XAVIER, A.; SILVA, R. L. Evolução da silvicultura clonal de Eucalyptus no Brasil. **Agronomia Costarricense**, v.34, n. 1, p. 93-98, 2010.

WENDLING, I.; FERRARI, M. P.; GROSSI, F. **Curso Intensivo de viveiro e produção de mudas** .Embrapa florestas. Documentos ,79. Colombo, PR.,48p. 2002

Extração de DNA genômico total de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil: comparação de protocolos e idade do tecido foliar

Extraction of total genomic DNA from Ilex paraguariensis A. St.-Hil: comparison of protocols and age of leaf tissue.

Douglas Trautmann e Silva[1]
Larissa Bittencourt[1]
Adelar Mantovani[1]

[1]Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC / CAV, Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro, Lages – SC, engtrautmann@gmail.com; larybittencourt@gmail.com; mantovani.a@gmail.com

Resumo: Este trabalho teve como objetivo adaptar um protocolo para a extração de DNA a partir de folhas de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. Foram testados dois diferentes protocolos, adaptados de Doyle e Doyle, (1987) baseado no tampão de extração Brometo de cetiltrimetilamônio – CTAB. No protocolo I foi adicionado a proteinase K ao tampão e no protocolo II não houve a adição. Outro fator analisado foi a idade foliar (folhas jovens e folhas velhas). Ambos os protocolos testados permitiram a obtenção de DNA com qualidade para futuras reações moleculares. As médias para a absorbância entre DNA e proteína (relação 260/280) foram de 1,94 para o protocolo I e 1,92 para o protocolo II, sendo que a faixa de valores considerada ótima é de 1,8 a 2,0. Indicando que ambos apresentaram baixa contaminação por outras substâncias, sendo que a adição ou não da proteinase K não interferiu na qualidade do DNA extraído. Com relação à presença de compostos secundários (e.g. fenol) presentes nas folhas (relação 260/230), houve efeito significativo para o fator idade foliar, sendo observados os valores médios para folha jovem (1,59) e para folha velha (1,87), em que valores acima de 1,5 são considerados ótimos, corroborando para utilização de folhas maduras nas extrações de DNA.
Palavras-chave: Erva-mate, compostos secundários, proteínas, biologia molecular.

Abstract: This work aimed to adapt a protocol for the extraction of DNA from leaves of *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. Two different protocols, adapted from Doyle and Doyle, (1987) based on the cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) extraction buffer were tested. In protocol I proteinase K was added to the buffer and in protocol II there was no addition. Another factor analyzed was leaf age (young leaves and old leaves). Both protocols tested allowed the obtaining of DNA with quality for future molecular reactions. The averages for the absorbance between DNA and protein (ratio 260/280) were 1,94 for protocol I and 1,92 for protocol II, and the range of values considered optimal is 1,8 to 2,0 . Indicating that both presented low contamination by other substances and the addition or not of proteinase K did not interfere in the quality of the extracted DNA. In relation to the presence of secondary compounds (eg phenol) present in the leaves (ratio 260/230), there was a significant effect for the leaf age factor, with average values for young leaves (1,59) and for old leaves (1,87), where values above 1,5 are considered to be optimal, corroborating the use of mature leaves in DNA extractions.
Key words: “Erva-mate”, secundar compounds, protein, molecular biology.

1. INTRODUÇÃO

O gênero Ilex pertence à família Aquifoliaceae que apresenta cerca de 600 espécies, sendo 220 nativas da América do Sul, das quais 68 ocorrem no Brasil (SCHERER, 1997).

Ilex paraguariensis A. St.-Hil., popularmente conhecida como erva mate, é nativa da América do Sul e é comum nos estados do sul e sudeste do Brasil, no Paraguai,

Argentina e partes do Uruguai. A distribuição brasileira da espécie inclui os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso Do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro (GRONDONA, 1954).

A erva-mate é uma espécie perene, com porte arbóreo e grande longevidade, podendo alcançar 100 anos. Sua altura é variável, dependendo da idade e do tipo de sítio, podendo atingir até 30 metros na floresta, porém, quando podada, geralmente não ultrapassa os 7 metros de altura (MAZUCHOWSKI, 1989; CARVALHO, 2003).

A espécie possui grande importância econômica, social e cultural para o Sul do Brasil, Nordeste da Argentina e grande parte do Paraguai. Integra um dos mais tradicionais sistemas agroflorestais, sendo uma das culturas que concorrem para a manutenção do pequeno produtor no meio rural.

No brasil, a espécie é considerada como principal produto não madeireiro da extração vegetal no País (IBGE, 2015).

Sua principal utilização é na produção de bebidas, principalmente na forma de chimarrão e chás, mas devido às suas propriedades fitoquímicas, apresenta grande potencial para outras aplicações industriais como corante, conservante alimentar, medicamentos, produtos de higiene e cosméticos (MACCARI JUNIOR, 2000).

Devido a sua importância econômica e cultural a erva mate tem despertado o interesse na realização de estudos acerca da diversidade genética, como por exemplo, com trabalhos realizados por Wendt et al. (2007) que realizou a quantificação da distribuição da variação genética entre e dentro de progênies e procedências de *Ilex paraguariensis*. Por Gauer e Cavalli-Molina, (2000) que estudou a diversidade genética da espécie utilizando marcadores RAPD. A identificação de marcadores microssatélites para a espécie realizado por Pereira et al. (2013). Também trabalhos que geraram informações sobre a variabilidade genética de populações de erva mate no Uruguai realizado por Cascales et al., (2014). E entre outros trabalhos que estão sendo realizados com a espécie no âmbito da genética de populações.

Para a extração de DNA, a quantidade e, principalmente, sua qualidade são essenciais para as posteriores análises genéticas através de marcadores, que permitem a identificação e caracterização de cultivares, a análise da variabilidade genética de populações, a análise da estrutura e organização do genoma, o sequenciamento, entre outras aplicações (ALAGU LAKSHMANAN et al., 2016; DANNER et al., 2011). Existem na literatura diversos métodos de isolamento como, por exemplo, o descrito por Doyle e Doyle em 1987, que é um dos mais utilizados, e há também muitos registros de testes de variações realizadas de maneira a permitir a obtenção de soluções de DNA de qualidade e concentração adequadas. Tais procedimentos devem ser adequados à espécie a ser estudada, e, também, à parte da planta que será empregada (FERREIRA E GRATTAPAGLIA, 1998; KOTZ et al., 2013).

Pouco se tem estudado sobre a otimização de protocolos para espécies florestais nativas da região Sul do Brasil. Entretanto, a extração de DNA de alta qualidade é um dos requisitos para a avaliação molecular de espécies de grande importância como é o caso da erva mate. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo padronizar e comparar protocolos para a extração de DNA a partir de folhas de *Ilex paraguariensis* com diferentes idades de tecido foliar.

2. METODOLOGIA DO TRABALHO

A coleta do material botânico foi realizada em exemplar adulto de *Ilex paraguariensis* localizada no Campus de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV-UDESC).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, no arranjo bifatorial 2x2, em que os níveis do fator “A” foram os diferentes protocolos (1 e 2), e os níveis do fator “B” foi a idade foliar, onde folhas jovens são a primeira folha disposta no ápice do ramo e folhas velhas neste estudo consideradas entre a quarta e sexta folha.

Após a coleta o material vegetal foi levado para Laboratório de Genética pesquisa da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), e então se realizou imediatamente após a coleta do material botânico a extração do DNA.

Para a extração do DNA genômico total foi utilizado os protocolos descritos por DOYLE; DOYLE (1988), com adaptações para aprimorar a extração de DNA de *Ilex paraguariensis*. Protocolos descritos a seguir:

- **Protocolo 1**:

Em um tubo de alta resistência foram colocados aproximadamente 200 mg de folhas picadas, sendo inseridas cinco *beads* em seu interior, foi acrescentado 1 mL por amostra do tampão de extração Brometo de cetiltrimetilamônio - CTAB a 2% (NaCl a 1,4 M; EDTA a 20 mM; Tris-HCl (pH 8,0) a 100 mM; PVP-40 a 2%) com 5 µL de β-mercaptoetanol e com 5 µL de proteinase K (invitrogem). A seguir, os tubos foram colocados no Precellys®, no sistema programado *work* (8000 rpm, 3x, 20 segundos, pausa 10 segundos), repetindo este processo por 3 vezes para a maceração das folhas.

Na continuidade os tubos foram mantidos em banho-maria a 60°C por 40 min, homogeneizando por inversão a cada 10 min. Após este tempo, foram acrescentados 500 µL de clorofórmio-álcool isoamílico – CIA (24:1; v/v) em cada tubo, e homogeneizados em mesa agitadora por 5 min a 120 rpm. Em seguida, centrifugou-se a 11500 RPM por 7 min. Depois da centrifugação e da separação das partes orgânica e aquosa, foram transferidos 700 µL do líquido para um tubo novo de 2 mL, e acrescentados 500 µL de CIA e 200 µL de acetato de potássio (5M) em cada tubo, os quais foram homogeneizados em mesa agitadora por 5 min a 120 rpm, e acondicionadas por 20 minutos a -20ºC. Após centrifugou-se a 12500 RPM por 5 min.

Após esta etapa foram transferidos para um tubo novo de 1,5 mL, 600 µL do líquido, e adicionados 600 µL CIA (24:1; v/v), agitado em mesa agitadora por 5 min a 120 rpm, centrifugado a 12500 RPM por 5 minutos. Procede-se com o processo de lavagem novamente transferindo para um tubo novo de 1,5 mL, 600 µL do líquido, e adicionados 600 µL CIA (24:1; v/v), agitado em mesa agitadora por 5 min a 120 rpm, centrifugado a 12500 RPM por 5 minutos

Após esta etapa foram transferidos para um tubo novo de 1,5 mL, 500 µL do líquido, e adicionados 500 µL de álcool isopropílico (a -20°C) e agitado em mesa agitadora por 5 min a 120 rpm, após foi mantido por uma hora a -20°C. A seguir, foram centrifugados a 12500 RPM por 5 min, e depois disso, o álcool foi descartado com cuidado, e acrescentado 500 µL de etanol a 70% a -20°C, agitado por 5 min a 120 rpm, centrifugado a 12500 RPM por 5 min.

Após, foi realizada a retirada do etanol a 70%, e adicionado 500 µL de etanol a 96% a -20°C, agitado por 5 min a 120 rpm, centrifugado a 12500 RPM por 5 min. Então retirado o etanol a 96% cuidadosamente e manteve se os tubos abertos e

virados sobre papel absorvente para a secagem do precipitado por aproximadamente 40 minutos. Para finalizar o processo foi adicionado 100 µL de TE+RNAse (TE [10nM], RNAse[10 µg μL^{-1}]), e incubados a 36°C por 30 min. terminado esse tempo, Deixado overnight em geladeira (2°C) e após armazenado a -20°C até o uso.

- **Protocolo 2**:

O protocolo 2 seguiu as mesmas etapas do protocolo 1, com a diferença de que o protocolo 2 não houve a adição de proteinase K no tampão de extração – CTAB 2% antes do processo de maceração.

A caracterização da qualidade e concentração do DNA extraído e análises das relações de proteínas (260/280) e compostos secundários (260/230), foram realizadas em espectrofotômetro UV-Visível NanoDrop® no Laboratório de Bioquímica da UDESC/CAV, no. Para avaliação da qualidade foram utilizadas as leituras a 260 nm (absorbância do DNA), 280 nm (absorbância de proteínas) e 260 nm (absorbância de fenóis e outros compostos secundários). As amostras também foram analisadas quanto a qualidade (nível de arraste) em gel de agarose 1%, pipetando 2 µL de DNA e 3 µL de tampão de carregamento (100 µL gel red diluído + 200 µL azul de bromofenol).

As variáveis foram submetidas à análise de variância e, quando o valor de F foi significativo, foram utilizados para a comparação das médias de tratamentos o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Foi utilizado o pacote estatístico Sisvar (Sistema para Análise de Variância) para Windows® versão 5.1 (FERREIRA, 2011). Para determinar a precisão dos ensaios foi estimado o Índice de Variação (IV), calculado por $IV = \frac{CV}{\sqrt{N}}$, em que o IV é igual ao coeficiente de variação (CV) dividido pela raiz quadrada do número de repetições (N) (PIMENTEL-GOMES, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à concentração de DNA extraído de *Ilex paraguariensis*, observou-se uma amplitude de 118,1 a 226,9 ngμL^{-1} em folhas jovens, e de 142,4 a 288,4 ngμL^{-1} em folhas velhas, sendo que os valores mínimos pertencem ao protocolo de extração II, e os máximos ao protocolo de extração I.

Não houve efeito significativo na interação entre os fatores principais protocolo de extração e idade foliar, para todas as variáveis analisadas. Não foi observado efeito significativo dos fatores principais protocolo de extração e idade foliar para a variável concentração de DNA, com média geral de 187,7 ngμL^{-1}. Relacionando a concentração de DNA realizada em espectrofotômetro UV-Visível NanoDrop® e a análise do gel de agarose 1%, a quantidade mostrou-se equivalente comparada a intensidade da banda no gel (Figura 1).

A amplitude das concentrações de DNA foi mediana, e, houve pouca variação nas concentrações entre as amostras, também foi observado que, mesmo naquelas amostras que apresentaram valores menores, foram reveladas em gel. Resultados similares observados por Paiva et al. (2014) em espécies macrófitas aquáticas.

Embora as menores concentrações de DNA tenham sido encontradas no protocolo II e em folhas jovens, não há diferenças estatísticas entre eles, portanto, pode se optar pelo protocolo com menor custo.

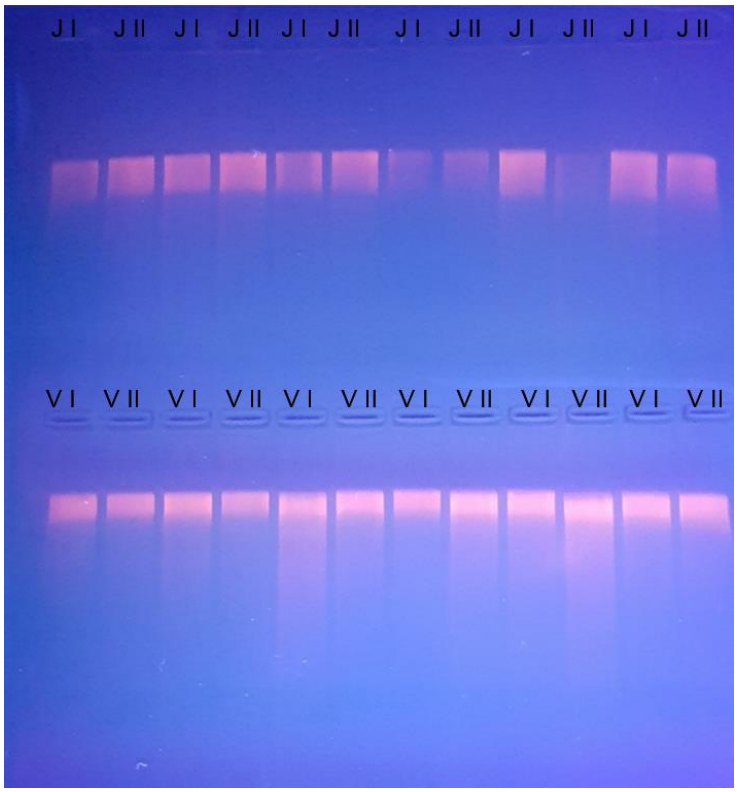


Figura 1: Amostras de DNA de indivíduo de Ilex paraguariensis identificadas quanto à idade foliar, velhas (V) e jovens (J), e quanto ao protocolo utilizado I e II reveladas em gel de agarose 1,0%. **Fonte:** Autores, UDESC, Lages – SC, 2018.

A corrida eletroforética é diferente para cada amostra, provavelmente devido a diferença da composição química de cada uma. Observou-se durante a extração do DNA que em algumas houve a formação de um precipitado viscoso e ou com coloração escura, fatos que podem interferir na qualidade do DNA.

O arraste vertical identificado no gel para algumas amostras pode ser explicado pela presença de DNAses que degradam o DNA, ou também uma possível quebra mecânica causada no momento da adição do CIA (ROSO e VIDAL, 2010).

Não houve efeito significativo do fator principal protocolo para a relação de compostos secundários (média geral 1,673). Por outro lado, foi observado efeito significativo para a relação de proteínas (p=0,0474) (Tabela 1).

Tabela 1: Relação de proteínas e relação de compostos secundários no DNA genômico total de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., em função do protocolo de extração de DNA e a idade fenológica das folhas, respectivamente.

Relação de Proteínas		**Relação de Compostos Secundários**	
Protocolo	**Média**	**Idade**	**Média**
I	1,94 a*	**Folha Jovem**	1,59 b
II	1,92 b	**Folha Velha**	1,74 a
IV	0,18	**IV**	1,61

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. IV (Índice de variação) = $\frac{CV}{\sqrt{N}}$, em que CV= coeficiente de variação e N= número de repetições. **Fonte:** Autores, Lages, SC, UDESC/CAV, 2018.

Mostrando que a presença de proteinase K interferiu na relação de proteínas, fatos que também foram encontrados por Stefenon et al. (2004) e Paiva et al. (2014), entretanto no presente estudo a diferença entre as relações foi pequena, portanto, pode se inferir que no protocolo II embora não há a presença de proteinase K a relação esta dentro do esperado ótimo entre 1,8 e 2,0, podendo explicar este fato pela presença do β-mercaptoetanol, que pode ter causado a desnaturação das proteínas.

Houve efeito significativo do fator idade foliar para a relação de compostos secundários (p=0,0400) (Tabela 1). Já para a relação de proteínas não foi observado efeito significativo do fator idade foliar (média geral 1,9320).

Com relação à compostos secundários de DNA o melhor resultado obtido foi em folhas velhas, este fato também foi sugerido em 1998 por Ferreira e Grattapaglia, onde afirmaram que novos ensaios devem ser realizados a fim de confirmar que a idade da planta realmente influencia durante o processo de extração DNA.

O ajuste de protocolos é fundamental, visto que cada espécie tem suas particularidades, e sendo necessária uma qualidade adequada de DNA extraído para as diversas análises da variabilidade genética posteriores, principalmente em espécies nativas, e em estudos om um grande numero de indivíduos, requerendo métodos com procedimentos simples, rápidos e de baixo custo (KOTCHONI e GACHOMO, 2009; MILACH, 1998; MOLINARI e CROCHEMORE, 2001; SILVA e COELHO, 2005). Também cabe ressaltar a importância de fatores como a coleta das amostras, assim com o transporte e armazenamento.

A presença de compostos secundários, proteínas, entre outros, são os principais problemas no processo de extração do DNA vegetal, pois estes agentes contaminantes podem interferir nos processos subsequentes, como a amplificação, afetando a eficiência da enzima *Taq* polimerase (SILVA e COELHO, 2005). Com isso deve se realizar mais estudos referentes à extração de DNA de *Ilex paraguariensis.*

4. CONCLUSÕES

A adição ou não de proteinase K possibilitou a obtenção de DNA genômico total de *Ilex paraguariensis*.

O protocolo com a presença de proteinase K possui relações de proteína mais favoráveis comparado com o protocolo com ausência, entretanto por a diferença ser pequena, pode se optar pelo uso do protocolo de menor custo.

A idade foliar não interfere na concentração de DNA e nem na relação de proteínas, somente para a relação de compostos secundários, em que folhas velhas apresentam resultados mais favoráveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da Bolsa de pesquisa de Mestrado. A Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – FAPESC, pela concessão da Bolsa de pesquisa de Doutorado. A Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC/CAV, pelo ensino de qualidade, e infraestrutura para execução do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAGU LAKSHMANAN, G. M.; MANIKANDAN, S.; GOPI, R. A New Improved Protocol to Obtain Pure Genomic DNA from *Plectranthus forskohlii* (Willd.) Briq. **Species**, 17(54), 15-27, 2016.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, Colombo-PR: Embrapa Florestas, p. 1039, 2003.

CASCALES, J. et al. Genetic diversity of wild germplasm of ‘‘yerba mate’’ (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) from Uruguay. **Genetica**, 2014.
DANNER, M. A. et al. Proposta de protocolo para extração de DNA de jabuticabeira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 363-367, abr.-jun., 2011.

DOYLE, J.J.; DOYLE, J.L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. **Focus**, v.12, p.13-5, 1987.

FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análises genéticas**. 3° ed. Brasília: Embrapa-Cenargem, 1998. p. 220.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GAUER, L.; CAVALLI-MOLINA, S. Genetic variation in natural population of maté (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae) using RAPD markers. **Heredity**, 84: 647-656, 2000.

GRONDONA, E. M. Historia de la yerba mate**. Rev. Arg. Agron**, v. 21, n. 1, p. 9-24, 1954.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura dados de 2015**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/289#resultado> Acesso em: 19 jun. 2017.

KOTCHONI, S. O.; GACHOMO, E. W. A rapid and hazardous reagent free protocol for genomic DNA extraction suitable for genetic studies in plants. **Molecular Biology Reports**, Worcester, v. 36, n. 6, p. 1633-1636, 2009.

KOTZ, F. A.; ARTMANN, M.; AARESTRUP, J. R. O uso de etanol e isopropanol na extração de DNA de plantas. **Revista de Biologia e Farmácia**, vol. 09, n. 04, 2013.

MACCARI JUNIOR, **A. Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate**. Curitiba: Câmara Setorial de Cadeia Produtiva da Erva-mate, 2000. 160 p. (Série PDACT, 1)

MAZUCHOWSKI, J. Z. **A cultura da erva-mate**. Curitiba: EMATER, 1989. 36 p.

MILACH, S. C. K. Marcadores de DNA: aplicações no melhoramento de plantas. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n. 5, 1998.

MOLINARI, H. B. & CROCHEMORE, M. L. Extração de DNA genômico de *Passiflora* spp. para análises PCR-RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura** 23(2): 447-450, 2001.

PAIVA, R. M. S. de. et al. Nota técnica sobre modificações na metodologia de extração para obtenção do material genético de macrófitas aquáticas das grades do PPBio do estado de Roraima. **Bol. Mus. Int. de Roraima**, v. 8(2): 68-74, 2014.

PEREIRA, Marlei F. et al. Shotgun sequencing for microsatellite identification in *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae). **Applications in plant sciences**, v. 1, n. 3, p. 1200245, 2013.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 451p. 2009.

ROSO, A. C. & VIDAL, R. A. Determinação de protocolo para extração de DNA da espécie daninha *Euphorbia heterophylla* L. (EPHHL). In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, XXVII, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, p. 411-415, 2010.

SCHERER, R. A. **Early selection of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Bonn: Rheinischen friedrich-Wilhelms-Universit, 1997. 58 p.

SILVA, M.N.; COELHO, A.S.G. Otimização de um protocolo para extração de DNA em plantas nativas do cerrado. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – CONPEEX, 2., 2005, Goiânia. **Anais eletrônicos do XIII Seminário de Iniciação Científica,** Goiânia: UFG, 2005.

STEFENON, V. M.; NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. Genética e conservação de Araucaria angustifolia: III. Protocolo de extração de DNA e capacidade informativa de marcadores RAPD para análise da diversidade genética em populações naturais. **Biotemas**, 17 (1): 47 - 63, 2004.

WENDT, S. N. et al. Caracterização genética de procedências e progênies de *Ilex paraguariensis* St. Hil. utilizando marcadores RAPD. **Scientia Forestalis**, n. 73, p. 47-53, março 2007.

Germinação de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. submetidas a diferentes métodos de quebra de dormência

Germination of seeds of *Caesalpinia echinata* Lam. submitted to different methods of breaking dormancy

João Antônio Paraginski[1]
Gabriel Toso[1]
Guilherme Palm[1]
Jaqueline Letícia Rosa[1]
Edison Bisognin Cantarelli[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. BR 386 km 40 - Linha 7 de Setembro s/n CEP 98400- 000/Frederico Westphalen/RS; joaoantonioparaginski@gmail.com; gabrieltoso2011@hotmail.com; guilhermepalm20@gmail.com; jaquelineleticiarosa01@gmail.com; engedison@yahoo.com.

Resumo: *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil) é a árvore nacional do Brasil, apresenta grande potencial ornamental, estando atualmente em perigo de extinção. Os objetivos deste trabalho foram avaliar qual dos métodos de quebra de dormência utilizados apresenta melhor resultado na germinação das sementes, e descobrir qual o tipo de germinação destas sementes. Os experimentos de germinação foram conduzidos no viveiro florestal da UFSM *campus* Frederico Westphalen. As sementes utilizadas foram coletadas de uma única planta matriz, situada no município de Chiapetta-RS. Foram utilizados três tratamentos, sendo estes, T1 (Testemunha), T2 (Sementes submergidas em água à temperatura de 80º C por dois minutos, e posterior plantio), T3 (Sementes submergidas por 30 segundos em ácido sulfúrico, posterior lavagem em água corrente e plantio). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 3 tratamentos, sendo utilizadas 54 sementes por tratamento. As avaliações foram realizadas semanalmente a partir do sétimo dia da semeadura e prosseguiram até a taxa de germinação mostrar-se constante. Avaliaram-se a porcentagem final da germinação e o Índice de Velocidade de Emergência (IVE). Os resultados obtidos indicaram que o melhor método de quebra de dormência, entre os utilizados, foi o tratamento 2. Também concluiu-se que as sementes de Pau-Brasil apresentam germinação epígea.
Palavras-chave: Potencial ornamental, Pau-Brasil, Índice de velocidade de emergência, Epígea.

Abstract: *Caesalpinia echinata* Lam. (Brazil-wood) is the national tree of Brazil, presents great ornamental potential, and is currently in danger of extinction. The objectives of this work were to evaluate which of the methods of breaking of dormancy used presents a better result in the germination of the seeds, and to discover the type of germination of these seeds. The germination experiments were conducted in the forest nursery of the UFSM *campus* Frederico Westphalen. The seeds used were collected from a single matrix plant, located in the city of Chiapetta-RS. Three treatments were used: T1 (Witness), T2 (Seeds submerged in water at 80º C for two minutes, and later planting), T3 (Seeds submerged for 30 seconds in sulfuric acid, washing in running water and planting). The experimental design was completely randomized, with three treatments, with 54 seeds per treatment. Evaluations were carried out weekly from the seventh day of sowing and continued until the germination rate was constant. The final germination percentage and the Emergency Velocity Index (IVE) were evaluated. The results obtained indicated that the best method of breaking dormancy, among those used, was treatment 2. It was also concluded that the seeds of Pau-Brazil present epigene germination.
Key words: Ornamental potential, Brazil-wood, emergency speed index, Epigene.

1. INTRODUÇÃO

O pau-brasil foi descrito por Lamarck em 1789 (*apud* Souza 1973), com nome de *Caesalpinia echinata*, o qual pertence à família das leguminosas, subfamília Caesalpinioideae. Segundo Souza (1973), as árvores de Pau-brasil apresentam, tronco quase reto, áspero, com galhos sinuosos, onde estes apresentam folhas verdes luzentes e bipinadas, as arvores adultas podem alcançar mais de 20 metros de altura, com circunferência superior a 1,5 metros, as flores são amarelas, providas de uma mancha púrpura no centro, levemente perfumadas e agradável aspecto. Segundo Bueno (2002), os frutos são do tipo vagem, e apresentam vários acúleos.

C. echinata é planta semidecídua, heliófila, pertencente à Floresta Estacional Caducifólia Costeira e solos arenosos, é espécie clímax, ocupando o estrato médio da floresta, podendo atingir cerca de 300 anos de idade (AGUIAR e AOKI, 1983; LIMA, 1992; CARVALHO, 1994), podendo ser encontrado desde o Rio de Janeiro até Natal-RN (AGUIAR e AOKI, 1983; CUNHA e LIMA, 1992; AGUIAR, 2001). Conforme Carvalho (1994), a dispersão das sementes de *C. echinata* é autocórica.

A planta tem potencial ornamental devido à sua beleza e raridade (SOUZA, 1982). Apresenta porte elegante, copa arredondada, folhas verde-brilhantes e flores suavemente perfumadas (AGUIAR e PINHO, 1996). Conforme Mainieri (1960), a madeira de *C. echinata* é pesada, dura e apresenta cerne de coloração vermelha quando recém-cortada. Embora não tendo mais utilidade na fabricação de corantes, hoje totalmente substituídos por produtos sintéticos, o potencial de utilização dessa espécie arbórea ainda é imenso, podendo-se destacar a arborização urbana e a fabricação de instrumentos musicais (RAMALHO, 1978; AGUIAR e BARBOSA, 1985; SOARES, 1985).

Aguiar et al. (1996) concluíram que a porcentagem de germinação e o vigor das sementes de *C. echinata* são diretamente proporcionais ao tamanho, e que outros fatores estariam causando interferência no processo, visto que, os resultados obtidos em casa de vegetação e estufa aclimatada foram diferentes.

A dormência é um dos principais problemas enfrentados no ramo de produção de mudas de espécies florestais nativas, principalmente plantas leguminosas. Bewley & Black (1994) reconhecem três tipos de dormência em sementes: dormência imposta pelo tegumento, dormência devido ao embrião (subdesenvolvido ou subdiferenciado) e dormência devido a substâncias promotoras e inibidoras. Uma vez que as sementes apresentam algum tipo de dormência, se faz necessária a utilização de métodos de quebra de dormência para ter-se percentual de germinação aceitável.

Neste sentido os objetivos deste trabalho foram avaliar qual dos métodos de quebra de dormência utilizados apresenta melhor resultado na germinação das sementes, e descobrir qual o tipo de germinação (epígea ou hipógea) as sementes de Pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) apresentam.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As sementes utilizadas foram coletadas de uma única planta matriz, a qual está situada no município de Chiapetta, RS (27º 55’ 22” S e 53º 56' 29" W, com altitude média de 583 m acima do nível do mar). Os experimentos de germinação foram realizados no viveiro florestal da UFSM campus Frederico Westphalen (27º39’56”S e 53º42’94” W, com 490 m de altitude acima do nível do mar).

O substrato utilizado para a semeadura foi preparado com, 75% de substrato

comercial e 25% de pó de rocha. Para a semeadura foram utilizadas bandejas com 54 tubetes, onde que cada tubete apresenta volume de 175 cm^3, cada semente foi posicionada manualmente a 1 cm de profundidade nos tubetes contendo o substrato preparado anteriormente. Após o plantio, todos os tratamentos foram acondicionados dentro de estufa, em que a mesma dispunha de sistema de irrigação automatizada, sendo assim todos os tratamentos recebiam regas diárias em mesmo horário.

Os tratamentos utilizados foram os seguintes: T1 (Testemunha), T2 (Sementes submergidas em água a temperatura de 80º C por dois minutos, e posterior plantio), T3 (Sementes submergidas por 30 segundos em ácido sulfúrico, posterior lavagem em água corrente, e sequencial plantio).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 3 tratamentos, sendo que foram utilizadas 54 sementes por tratamento. As avaliações foram realizadas semanalmente a partir do sétimo dia da semeadura e prosseguiram até a taxa de germinação mostrar-se estável. Avaliaram-se a porcentagem final da germinação e o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), empregando a fórmula de Maguire (1962).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A porcentagem de germinação e velocidade de germinação de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. sob o efeito dos diferentes tratamentos utilizados (métodos de quebra de dormência) está demonstrada na tabela 1, na qual pode-se notar que o tratamento 2 (46,30%) possibilitou maior percentual de germinação, seguido respectivamente pelo tratamento 1 (27,78%) e tratamento 3 (25,93%).

Tabela 1. Porcentagem de germinação e velocidade de emergência (IVE) de sementes de Pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) sob diferentes métodos de quebra de dormência.

TRATAMENTOS	% GERMINAÇÃO	IVE
T1	27,78	2,5095
T2	46,30	4,0738
T3	25,93	3,0474

Além disso, a tabela 2 mostra que até a terceira avaliação (21 dias após semeadura) o tratamento 3 teve maior percentual de germinação que os demais tratamentos, e que a partir da quarta avaliação (28 dias após a semeadura) o tratamento 2, foi o tratamento com melhor resultado, assim sendo, conclui-se que o melhor método de quebra de dormência dentre os utilizados neste experimento para sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. foi o tratamento 2, no qual as sementes foram submergidas em água com temperatura de 80º C por dois minutos, com o posterior plantio, tal resultado se mostra evidente devido a tal tratamento apresentar praticamente o dobro do percentual de germinação que os demais tratamentos utilizados.

Albuquerque et al. (2006) encontraram percentuais de germinação semelhantes, ao utilizarem a imersão de sementes em água a 80º C por 5 e 10 minutos, como métodos para quebra de dormência em sementes de Sucupira-preta, onde que com imersão das sementes por 5 minutos foram obtidos 59% de germinação, e para 10

minutos de imersão foram encontrados 63% de germinação.

Tabela 2. Sementes de Pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) germinadas nos dias da realização da avaliação.

TRATAMENTOS	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS	35 DIAS	42 DIAS	49 DIAS	56 DIAS	63 DIAS	70 DIAS	77 DIAS
T1	0	6	6	8	8	8	12	12	14	15	15
T2	0	5	9	15	15	16	23	23	24	25	25
T3	0	9	10	10	10	10	12	12	13	14	14

Albuquerque et al. (2006) encontraram elevados percentuais de germinação para sementes de Sucupira-preta, ao utilizarem como método para superação de dormência a imersão de tais sementes em ácido sulfúrico por 4, 8 e 12 minutos, sendo os resultados, 71%, 77%, e 75%, respectivamente. Azeredo et al. (2010) encontraram baixos percentuais de germinação de sementes de Angico-de-bezerro (*Piptadenia moniliformis* Benth.), para os tratamentos em que as sementes sofreram imersão em ácido sulfúrico por 1, 5, 10, e 15 minutos, onde que no experimento realizado por estes, os tempos de imersão foram baixos para a quebra de dormência de tais sementes, pois ao utilizarem como tempo de imersão 20, 25, e 30 minutos os resultados encontrados foram de elevados percentuais de germinação. Os resultados encontrados por tais autores sugerem que o tempo de imersão utilizado para a quebra de dormência das sementes de Pau-Brasil foram baixos, sugerindo que não houve o desgaste esperado do tegumento das sementes, o que resultou baixo percentual de germinação encontrado no tratamento 3 (T3), o qual está demonstrado na tabela 1.

4. CONCLUSÃO

Após a instalação e condução do experimento, pode-se concluir que, dentre os métodos de quebra de dormência utilizados, o tratamento 2 (T2) foi o que apresentou melhor resultado sob a germinação das sementes, uma vez que o mesmo teve como resultado o dobro de sementes germinadas que os demais tratamentos utilizados. O Pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) apresenta germinação epígea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F.F.A. et al. Influência do tamanho da semente sobre a germinação de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau-brasil). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 18, n. 2, p. 283-285, 1996.

AGUIAR, F.F.A.; AOKI, H. Regiões de ocorrência natural do pau-brasil (Caesalpinia echinata Lam.). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, **Anais**...
Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Silvicultura,1983. p.1-5.

AGUIAR, F.F.A.; BARBOSA, J.M. Estudo de conservação e longevidade de sementes de paubrasil (*Caesalpinia echinata* Lam.). **Ecossistema,** v. 10, p. 145-50, 1985.

AGUIAR, F.F.A.; PINHO, R.A. **Pau-Brasil:** *Caesalpinia echinata* Lam. 2. ed. São Paulo: Instituto Botânico, 1996. (Folheto, 18).

ALBUQUERQUE, K. S. et al. Métodos para a superação da dormência em sementes de Sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1716-1721, 2007.

AZEREDO, G. A. et al. Superação de dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 49-58, 2010.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BUENO, Eduardo. et al. Pau-brasil. São Paulo: Axis Mundi, 2002.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras – recomendações Silviculturais, Potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-CNPF/SPI, 1994. p.113-117.

LIMA, H.C. Aspectos botânicos do pau-brasil. **In:** CUNHA, M.W.; LIMA, H.C. (Eds.). **Viagem à terra do pau-brasil**. Rio de Janeiro: Agência Brasileira de Cultura, 1992. p.23-38.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 1, p. 176-177, 1962.

MAINIERI, C. **Estudo macro e microscópico de madeiras conhecidas por pau- brasil**. São Paulo: IPT, 1960. (Publicação, 612).

RAMALHO, R. S. **Pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1978. 11p. (Boletim de Extensão, 12).

SOARES, C. M. C. **Pau-brasil**: a árvore nacional. 2. ed. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco / Estação ecológica do Tapacurá, 1985.

SOUZA, H.M. O pau-brasil. **O Estado de São Paulo**, n. 1386, p. 6, 12 de fev. 1982. (Suplemento Agrícola).

SOUZA, O. M. F. Pau-brasil – esse ilustre desconhecido. Revistado Departamento de Cultura, Secretaria de Estado de Educação e Cultura, Governo do Estado de Pernambuco 7: 63 71. 1973.

Indução da calogênese em discos foliares de *Eugenia involucrata* DC. em diferentes concentrações e combinações de TDZ e 2,4-D

Induction of calogenesis in leaf discs of *Eugenia involucrata* DC. in different concentrations and combinations of TDZ and 2,4-D

Larissa Bittencourt[1]
Douglas Trautmann e Silva[1]
Ana Cristina da Fonseca Ziegler
Leandro Dutra da Silva
Lia Rejane Silveira Reiniger

[1]Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV
Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro - Lages - SC.
larybittencourt@gmail.com; engtrautmann@gmail.com

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Av. Roraima nº 1000, Bairro Camobi, Santa Maria – RS.
cristina.ziegler@gmail.com; leeandrodutra@gmail.com; liarsr@ufsm.br

Resumo: *Eugenia involucrata* DC. (Cerejeira-do-mato) uma espécie frutífera florestal, nativa do Brasil, com potencial de uso e conservação. O presente trabalho objetivou selecionar métodos eficientes de indução à calogênese a partir de explantes foliares, visando à embriogênese somática indireta. Foram avaliadas e selecionadas, sobre a oxidação fenólica, a contaminação microbiana e a indução de calos em discos foliares de *Eugenia involucrata* as combinações de concentrações de ácido 2,4- diclorofenoxiacético (2,4-D) e Thidiazuron (TDZ) adicionados ao meio nutritivo MS, bem como foi avaliado o potencial embriogênico. A oxidação fenólica foi maior na presença do 2,4-D, e a combinação de 2,4-D e TDZ não foi significativa na formação de calos, somente a citocinina, entretanto a presença da auxina no meio nutritivo é essencial para a calogênese. Os calos apresentaram potencial embriogênico com aspecto friável e estruturas nodulares; o TDZ influenciou a contaminação microbiana. As melhores combinações de 2,4-D e TDZ para a calogênese em discos foliares de *Eugenia involucrata* são 5 e 5 µM ou 5 e 10 µM respectivamente. A concentração de TDZ mais indicada é de 5 µM, por ser a concentração em que os calos têm a qualidade incrementada, e, simultaneamente, contribui para a redução de custos.
Palavras-chave: Cerejeira-do-mato, embriogênese somática, cultura de tecidos, hormônios de crescimento.

Abstract: *Eugenia involucrata* DC. (Cerejeira-do-mato), a Brazilian forest fruit species with potential for use and conservation. The present paper aimed at selecting efficient methods of calogenesis induction from leaf explants, addressing indirect somatic embryogenesis. Were assessed and selected, about phenolic oxidation, microbial contamination and callus induction on leaf discs of *Eugenia involucrata* the combinations of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) and Thidiazuron (TDZ) concentrations added to MS nutrient medium, as well as the embryogenic potential was evaluated. The phenolic oxidation was higher in the presence of 2,4-D, and the combination of 2,4-D and TDZ was not significant in callus formation, only cytokinin, however the presence of auxin in the nutrient medium is essential for calogenesis. The calluses presented embryogenic potential with a friable aspect and nodular structures; TDZ has influenced the microbial contamination. The best combinations of 2,4-D and TDZ for calogenesis on leaf discs of *Eugenia involucrata* are 5 and 5 µM and 5 and 10 µM, respectively. The most indicated concentration of TDZ is 5 µM, for it being the concentration with which the calluses have an improved quality and, simultaneously, contributes for cost reduction.
Key words: “Cerejeira-do-mato”, somatic embryogenesis, tissue culture, growth hormones.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a demanda por conhecimento e conservação dos recursos florestais brasileiros, bem como o interesse em atividades que visam a preservação do ambiente são crescentes. Essa preservação vem ocorrendo por meio de projetos de recuperação de áreas degradadas, conscientização da população quanto ao uso das florestas e diminuição da exploração não sustentável de florestas nativas.

Nos âmbitos econômico e social, o conhecimento, a conservação e o uso sustentável das espécies florestais nativas são de grande importância, pois, cada vez mais se nota a fragmentação florestal e, em decorrência disso, uma eventual perda de fluxo gênico que pode ocasionar uma indesejável diferenciação genética das populações florestais nativas brasileiras (LONGHI et al., 2000; SERROTE et al., 2016; VIANA e PINHEIRO, 1998).

Na economia brasileira, em particular, as espécies florestais apresentam um papel de grande relevância, gerando empregos direta e indiretamente, e mesmo em épocas de crise têm participação crescente no Produto Interno Bruto do país. Porém, muitas vezes, essa representatividade está voltada para grandes empresas e grandes produtores, que utilizam espécies exóticas, na maioria das vezes para gerar produtos madeireiros, enquanto as espécies nativas não são incluídas em sistemas produtivos, o que faz com que seu potencial não seja explorado e, também, não seja conservado (LONGHI et al., 2000; NASCIMENTO e LAURENCE, 2006; SARMENTO e VILLELA, 2010; SERROTE et al., 2016; VIANA e PINHEIRO, 1998; VIEIRA, et al., 2001).

A *Eugenia involucrata* DC., pertencente à família Myrtaceae é uma espécie frutífera, conhecida popularmente como Cerejeira-do-mato, cereja-preta, cerejeira-do-rio-grande, cerejeira-da-terra (CAMARGOS et al., 1996; LORENZI, 2014). Ocorre, naturalmente, na Argentina, Paraguai, Uruguai e, no Brasil, desde o estado de Minas Gerais ao Rio Grande do Sul (CARVALHO, P., 2009; CORADIN et al., 2011; LONGHI, 1995; LORENZI, 2014), sendo frequentemente encontradas em florestas semidecíduas de altitude (BRANDÃO et al., 2002; LORENZI, 2014), crescendo nos sub-bosques mais desenvolvidos dos pinhais, com solos úmidos e não muito acidentados (CORADIN et al., 2011). No grande mercado de papel e celulose, a sua madeira não tem utilidade, porém é empregada para geração de energia, na fabricação de lenha e carvão de excelente qualidade, e, ainda, para a fabricação de cabos de ferramentas agrícolas em geral (BACKES e IRGANG, 2002; CORADIN et al., 2011; LORENZI, 2014), haja vista sua madeira ser moderadamente pesada, compacta, com características elásticas, muito resistente e de boa durabilidade natural (LORENZI, 2014).

Como a maioria das espécies nativas, a espécie possui crescimento lento, baixo índice germinativo das sementes, que apresentam germinação hipógea, iniciando-se 30-40 dias depois da semeadura, e cujas sementes tendem a perder o poder germinativo em 15 dias (LONGHI, 1995). Adicionalmente, suas sementes são recalcitrantes, ou seja, aquelas que morrem, quando dessecadas abaixo de níveis críticos específicos de umidade, o que torna seu armazenamento complicado (CARVALHO, P., 2009; TONETTO et al., 2013). Nesse sentido, alguns estudos realizados em relação à secagem e armazenamento de suas sementes, mostraram que as sementes de *Eugenia involucrata* são sensíveis à redução abaixo de 45% no teor de água (DELGADO e BARBEDO, 2007). Com um teor de água das sementes

de 53% e armazenamento em câmara fria e embalagens plásticas, os diásporos podem ser conservados por até 180 dias (MALUF et al., 2003).

Face ao exposto, como alternativa à produção de mudas pela via sexual, a propagação assexuada por estaquia foi considerada viável para a espécie, sendo obtidas médias de enraizamento em torno de 25-27% a partir do emprego de reguladores vegetais e de cerca de 21% em sua ausência (CARVALHO, P., 2009). A responsividade da espécie na cultura de tecidos, após a avaliação de técnicas de micropropagação ou de indução à calogênese visando a embriogênese somática, já foi realizada no Grupo de Pesquisa do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais do Núcleo de Biotecnologia e Melhoramento, Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e está registrada em alguns trabalhos acadêmicos e científicos (GOLLE, 2010; GOLLE et al., 2012; 2013; GOLLE e REINIGER, 2013; STEFANEL, 2016).

Os calos visando à embriogênese somática indireta, assim como na micropropagação, podem ser obtidos através de diversos tipos de explantes, como, segmentos foliares, hipocótilos, ápices caulinares, raízes, discos foliares, entre outros (GUERRA et al., 1999). No caso de espécies florestais nativas, vários estudos têm relatado calogênese em explantes foliares, como por exemplo, em *Ilex paraguariensis* (Erva-mate) (STACHEVSKI et al., 2013), em *Caesalpinia echinata* (Pau-Brasil) (WERNER et al., 2010), e, em particular, em *Eugenia involucrata* (GOLLE e REINIGER, 2013). Neste trabalho foi avaliado o efeito de diferentes formas de inoculação (posições abaxial, adaxial, com e sem cortes no limbo foliar) de explantes foliares de *Eugenia involucrata* no meio nutritivo MS acrescido de 10 µM de ANA isolado ou em combinações com 2,4-D e BAP (a 5-5 ou a 5-10 µM). Foi observado que, além da posição dos explantes afetar a calogênese e a organogênese, sendo mais adequada a abaxial sem cortes na região do limbo, a associação dos reguladores de crescimento 2,4-D + BAP na concentração 5 e 10 µM foi mais promissora para a obtenção de calos, especialmente os nodulares, putativos à embriogênese somática.

Com isso, no presente trabalho objetivou-se estabelecer um método eficiente de indução à calogênese, a partir de explantes foliares de *Eugenia involucrata*, testando a influência das combinações e concentrações de ácido 2,4- diclorofenoxiacético e Thidiazuron. E também avaliar o potencial embriogênico dos calos formados por meio de coloração histoquímica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Como doadores dos explantes para os experimentos foram utilizados espécimes de *Eugenia involucrata* cultivados em casa de vegetação com aproximadamente 9 anos de idade. Esses indivíduos receberam irrigações diárias, e, semanalmente, as plantas, além de pulverização até seu encharcamento total com solução à base de Orthocide500PM® (N-(trichloromethylthio)cyclohex-4-ene-1,2-30 dicarboximide) a 1,5 gL^{-1} e Sulfato de Estreptomicina a 0,1 gL^{-1}, 400 mL de solução de nitrogênio, fósforo e potássio (N-P-K: 5-20-20) a 1,5 gL^{-1}. Quinzenalmente, foram aplicados 400 mL de solução a 1 gL^{-1} de nitrogênio (ureia).

Foram utilizados, como explantes, discos foliares isolados de folhas jovens (de tamanho igual à de folhas completamente expandidas e não recentemente emitidas). Os discos foliares foram confeccionados com o auxílio de um cortador cilíndrico de aço inoxidável com 1,4 cm de diâmetro, os quais foram inoculados com a posição

abaxial em contato com o meio nutritivo, sem cortes no limbo foliar, seguindo desta forma, resultados satisfatórios obtidos por Golle (2010).

Para realizar a assepsia dos explantes, as folhas coletadas foram imediatamente imersas em solução de água destilada contendo, 1,5 gL^{-1} do fungicida Orthocide500PM®, 100 mgL^{-1} do antibiótico sulfato de estreptomicina, objetivando uma pré-desinfestação das folhas, juntamente com 1 gL^{-1} de ácido ascórbico, para reduzir a ocorrência de oxidação fenólica dos explantes. Posteriormente em laboratório, foram submetidas à lavagem com água corrente e detergente comercial, em seguida, em câmara de fluxo laminar, foram imersas em etanol a 70% (v/v) por 30 s, e, após enxague em água destilada e autoclavada, foram imersas em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 1,5% (v/v) com três gotas de detergente inseridas na solução para quebrar a tensão superficial, por 15 min, e, por fim, foram enxaguadas três vezes em água destilada e autoclavada seguindo a metodologia de Golle e Reiniger (2013). Igualmente, as folhas permaneceram em água destilada autoclavada acrescida de 1 gL^{-1} de ácido ascórbico até a confecção dos discos e a subsequente inoculação no meio nutritivo.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo bifatorial 2x3, em que os níveis do fator “A” foram as concentrações de 2,4-D (ausência ou 5 µM) adicionadas ao meio nutritivo, e os níveis do fator “B”, as concentrações de TDZ (ausência, 5 ou 10 µM), totalizando seis tratamentos com 10 repetições, cada uma constituída por uma placa de petri contendo três explantes. As placas de petri continham 25 mL de meio nutritivo MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) acrescido de 30 gL^{-1} de sacarose, 100 mgL^{-1} de mio-inositol e 7 gL^{-1} de ágar. O pH do meio foi ajustado para 5,8 antes da inclusão do ágar, e, após, foi efetuada a autoclavagem por 20 min a 121°C e 1,5 atm de pressão. As placas de petri foram vedadas com plástico filme de polivinilcloreto (PVC) transparente, nas laterais, e foram mantidas na ausência de luz em sala de crescimento com temperatura controlada de 25±2°C.

Foram avaliadas: a oxidação fenólica (50% ou mais do explante com coloração marrom), a contaminação por fungos (contaminações compostas por micélios fúngicos junto aos explantes) e bactérias (presença de colônias bacterianas junto aos explantes), além da formação de calos, todas expressas em porcentagem. Após concluídas as avaliações, uma amostra de calos formados foi submetida a um teste histoquímico sendo a metodologia de Durzan (1988) com azul de Evans (a 0,1%; p/v) e carmim acético (a 2%; p/v). À verificação do potencial embriogênico da massa de calos foi realizada da seguinte maneira: (1) uma pequena quantidade da massa calogênica foi retirada, macerada e adicionada três gotas de azul de Evans, e deixado descansar por 2 min; (2) o excesso foi retirado e então adicionado três gotas de Carmim acético pelo mesmo período de tempo; (3) após, a retirada do excesso do corante, parte do material foi transferido para uma lâmina, coberto pela lamínula; (4) e por fim, foram analisadas em uma lupa eletrônica Opticon® TIM-2T. São considerados calos putativos à embriogênese somática aqueles que reagem fortemente ao carmim acético, que adquirem uma coloração avermelhada.

Para a análise estatística foram realizados: testes da normalidade dos erros por meio do teste de Kolmogorov- Smirnov, e após as médias foram transformadas, pela função $\sqrt{(x+0,5)}$, sendo x o valor observado. As variáveis foram submetidas à análise de variância e, quando o valor de F foi significativo, foram utilizados para a comparação das médias de tratamentos qualitativos o teste de Tukey ou a análise de regressão para os quantitativos, ambos ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Foi utilizado o pacote estatístico Sisvar (Sistema para Análise de Variância) para Windows® versão 5.1 (FERREIRA, 2011). Para determinar a precisão dos ensaios foi estimado o Índice de Variação (IV), calculado por IV= CV/√N, em que o IV é igual ao coeficiente de variação (CV) dividido pela raiz quadrada do número de repetições (N) (PIMENTEL-GOMES, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo dos fatores principais: 2,4-D, para a variável oxidação fenólica (p=0,0000), e TDZ, para a contaminação bacteriana (p=0,0404) e para a formação de calos (p=0,0028) (Tabela 1), não sendo observada interação significativa entre os fitorreguladores. Para a variável contaminação fúngica que não foi observado efeito significativo de nenhum dos fatores, observou-se uma média geral reduzida (8,25%).

Tabela 1: Contaminação bacteriana (%) e formação de calos (%) em discos foliares de *Eugenia involucrata* DC. após 60 dias de cultivo *in vitro* em meio nutritivo MS, em função das concentrações de Thidiazuron, independentemente das concentrações de ácido 2,4-diclorofenoxiacético.

TDZ (µM)	Contaminação Bacteriana (%)	Formação de Calos (%)
0	23,10a*	6,60b
5	8,25ª	38,10a
10	8,25ª	33,00a
Média	13,2	25,9
IV	4,84	5,92

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. A letra 'a' representa o resultado mais favorável para as variáveis analisadas. IV (Índice de variação) = $\frac{CV}{\sqrt{N}}$, em que CV= coeficiente de variação e N= número de repetições. **Fonte:** Autor. Santa Maria, RS, UFSM, 2017.

A menor média observada para a oxidação dos explantes foi na ausência do fitorregulador 2,4-D (6,6%), que diferiu significativamente daquela observada na presença de 5 µM (34,13%), apresentando um Índice de Variação (IV) de 4,85. A oxidação é o escurecimento dos explantes causada por compostos polifenólicos, que pode prejudicar o crescimento e a formação de calos, devido ao acúmulo de polifenóis e a liberação, no meio nutritivo, dos produtos da oxidação, como a melanina, lignina, cutina, entre outros, que causam alteração no meio e a absorção de metabólitos (ANDRADE et al., 2000; OLIVEIRA, et al., 2013; UTINO et al., 2001), quando o tecido está sobre estresse, ou seja, quando há ferimento na confecção do explante, o qual estimula a atividade de enzimas que metabolizam compostos fenólicos, precursores da síntese de lignina que são polimerizados por peroxidases ou outros sistemas fenólicos oxidativos. A concentração e a atividade das peroxidases são afetadas pela auxina, o que pode explicar a maior oxidação na presença do 2,4-D, haja vista ser uma auxina potente e que pode afetar a oxidação dos explantes (BASSAN et al., 2006; SILVA et al., 2009; SOUZA e ABREU, 2007). Diversos autores relataram uma alta taxa de oxidação na presença de 2,4-D, como

Costa e Pereira (2005) em espécies herbáceas como *Piper hispidinervum* (Pimenta longa), como Cardoso (2009) em espécies frutíferas como *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira-preta), como Silva et al. (2009), que também observou altas taxas de oxidação em *Coffea arabica* (Café) na presença de 2,4-D, e, como Reis et al. (2007), em *Schizolobium parahyba* (Guapuruvu), corroborando com os resultados observados no presente experimento. A oxidação é um dos principais problemas enfrentados no cultivo in vitro, contudo sua presença, mesmo não sendo desejada, na maioria das vezes, não inibiu a formação de calos nos explantes foliares de *Eugenia involucrata* (Figura 1), ratificando os resultados obtidos por Golle e Reiniger (2013) e Golle et al. (2013).

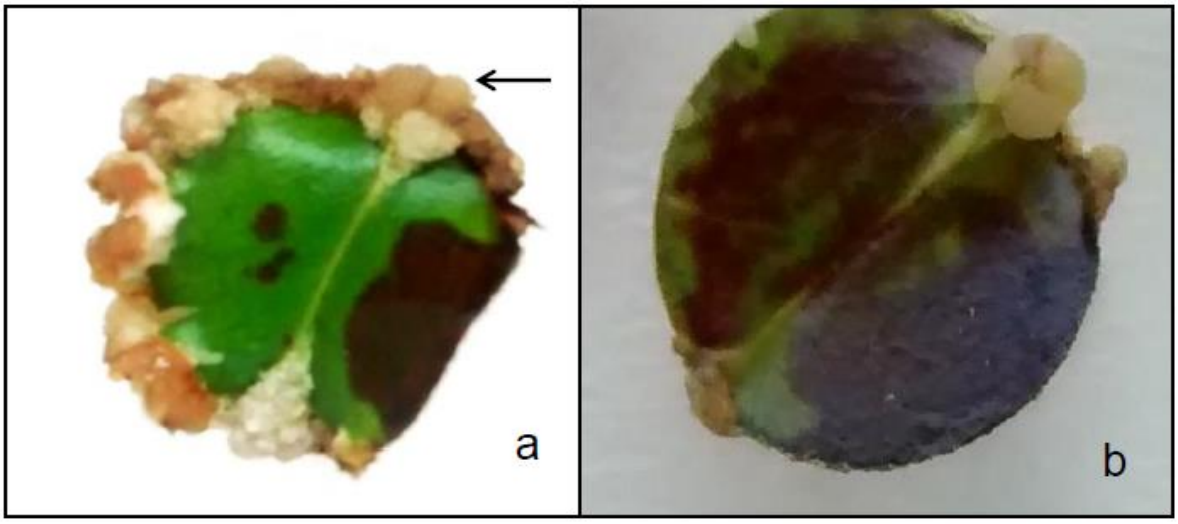


Figura 114: Aspectos das formações calogênicas e oxidação fenólica em discos foliares de Eugenia involucrata DC. após 60 dias de cultivo in vitro em meio nutritivo MS, em: (a) disco foliar com a presença de baixa oxidação fenólica e maior formação de calos, em destaque a formação de calo nodular; e (b) disco foliar com a presença de intensa oxidação fenólica e formação de

Já para a contaminação bacteriana (Tabela 1), apesar de ter havido efeito significativo do TDZ, o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, não diferenciou as médias em decorrência da variação entre os dados obtidos ser muito baixa, o que é considerado comum quando se trabalha com dados biológicos, mostrando que há o efeito biológico, porém, a análise estatística não é capaz de discriminar a diferença entre os tratamentos.

Para a formação de calos, os melhores resultados obtidos foram na presença do TDZ (Tabela 1), demonstrando que essa citocinina é essencial para a calogênese, mas que a auxina testada não apresentou efeito, nas condições testadas.

Para Guerra et al. (1999) as auxinas como o 2,4-D desencadeiam os processos de desdiferenciação celular, ou seja, a formação de calos, diferentemente do que foi observado no presente estudo, em que esse fitorregulador não apresentou efeito sobre a calogênese. Golle (2010), por sua vez, identificou maior formação de calos em explantes foliares de *Eugenia involucrata* com o emprego da associação de 2,4-D (a 5 µM) e TDZ (a 5 ou a 10 µM), contrariando os resultados observados no presente experimento.

Já o TDZ, usado de maneira isolada, mostrou-se eficiente na indução da embriogênese somática em *Eugenia involucrata*, no presente trabalho, corroborando

com Aderkas e Bonga (2000) que menciona que este fato ocorre em espécies recalcitrantes. Da mesma maneira, em *Paulownia tomentosa* (Kiri japonês) a indução da calogênese significativamente melhorou na presença do TDZ, sendo considerada a ideal neste caso (CORREDOIRA et al., 2008). Também em *Cardia verbenacea* (Erva-baleeira) foi identificado que a maior porcentagem de formação de calos (75%) foi na presença de 6,13 µM de TDZ (LAMEIRA et al., 1997), concentração próxima aos 5 µM em que foi observada, igualmente, a maior porcentagem de calos no presente experimento.

Contudo, alguns autores obtiveram resultados contrários àqueles verificados no presente estudo, como em *Byrsonima intermedia* (Murici-pequeno), em que a calogênese não é favorecida na presença de citocininas (NOGUEIRA et al., 2007), e, também, em internódios de *Malu*s spp cv. Gala RW1 (Macieira), nos quais o TDZ não foi indicado na calogênese devido à alta taxa de hiperhidricidade dos tecidos (MORALES et al., 1999).

Os calos quando submetidos ao teste histoquímico com azul de Evans e Carmim acético apresentaram potencial embriogênico (Figura 2), haja vista que muitas células reagiram fortemente ao carmim acético, apresentando coloração avermelhada, demonstrando que as massas de calos formadas podem se transformar em embriões somáticos. Igualmente em *Byrsonima intermedia*, uma espécie frutífera do Cerrado, as células das massas de calos testadas apresentaram coloração avermelhada (SILVA, L., 2009).

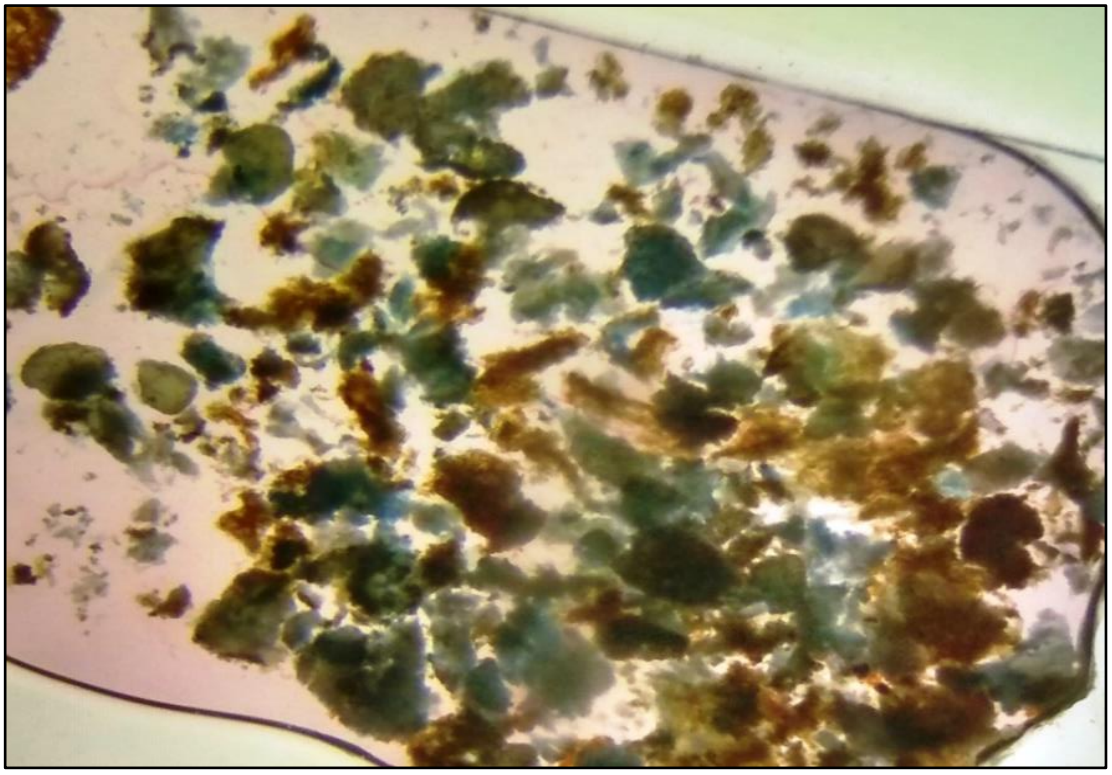


Figura 2: Potencial embriogênico dos calos formados a partir de discos foliares de Eugenia involucrata DC. após 60 dias de cultivo in vitro na presença de TDZ e 2,4-D, em que as células avermelhadas que reagiram fortemente ao carmim acético são consideradas putativas à embriogênese somática. **Fonte:** Autor. Santa Maria, RS, UFSM, 2017.

Da mesma maneira em culturas embriogênicas de *Araucaria angustifolia* (Pinheiro-brasileiro) quando submetidas ao mesmo teste, também apresentaram potencial embriogênico, reagindo fortemente ao carmim acético (ANDRADE, 2010; VALENTE, 2007).

4. CONCLUSÃO

As combinações de 2,4-D e TDZ mais eficientes para a formação calogênica em explantes foliares de *Eugenia involucrata* são 5 e 5 ou 5 e 10 µM.

Os calos formados apresentam potencial embriogênico, são friáveis, têm coloração branco-amarelada, e presença de estruturas nodulares.

A citocinina TDZ (a 5 µM ou a 10 µM) influencia significativamente na formação de calos, ocorrendo em ambas, porém a concentração mais indicada é a de 5 µM, por proporcionar maior qualidade na formação calogênica, além de reduzir custos.

O TDZ também influencia a contaminação microbiana, pois em sua presença há menor incidência de colônias bacterianas e micélios fúngicos.

O 2,4-D interfere significativamente na oxidação fenólica dos discos foliares de *Eugenia involucrata* DC., cujas médias são maiores na presença dessa auxina. A oxidação fenólica é de difícil controle e muitas vezes leva à morte dos explantes foliares, entretanto, a presença do 2,4-D é essencial para a formação de calos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – FAPESC, pela concessão da Bolsa de pesquisa de Doutorado, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da Bolsa de pesquisa de Mestrado. A Universidade Federal de Santa Maria – UFSM e a Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV, pelo ensino de qualidade. E a toda equipe de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADERKAS, P. V.; BONGA, J. M. Influencing micropropagation and somatic embryogenesis in mature trees by manipulation of phase change, stress and culture environment. **Tree Physiology**, v. 20, 2000.

ANDRADE, J. B. R. **Efeito dos agentes de maturação, ABA, PEG e maltose, na produção de óxido nítrico e de espécies reativas de oxigênio em cultura embriogênicas de *Araucaria angustifolia***. Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, departamento de Botânica. Universidade de São Paulo. São Paulo - SP, 2010.

ANDRADE, M. W.; LUZ, J. M. Q.; LACERDA, A. S. et al. Micropropagação da aroeira (*Myracroduon urundeuva* Fr. All.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 174-180, 2000.

BACKES, P; IRGANG, B. **Árvores do sul: Guia de identificação e interesse ecológico – As principais espécies nativas do sul – brasileiras**. 1 ed., Pallotti Clube da árvore: Instituição Souza Cruz, 2002. 325p.: il.

BASSAN, J. S. et al. Oxidação fenólica, tipo de explante e meios de cultura no estabelecimento *in vitro* de canafístula (*Peltophorum dubium* (spreng.) Taub.). **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, 2006

BRANDÃO, M; LACA-BUENDÍA, J. P; MACEDO, J. F. **Árvores Nativas e Exóticas do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 528.: il. color.

CAMARGOS, J. A. A. et al. **Catálogo de árvores do Brasil**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Laboratório de produtos florestais, 1996. 888p.: il.

CARDOSO, N. S. N. **Avaliação da *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allemão sob diferentes formas de cultivo: Crescimento, atividade antimicrobiana e compostos fenólicos.** Dissertação de mestrado do programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos vegetais da Universidade Estadual de Feira de Santana – Bahia, 2009.

CARVALHO, P. E. R. Cerejeira: *Eugenia involucrata*. **Comunicado técnico – 224**. ISSN 1517-5030. Embrapa florestas, Colombo – PR, 2009.

CORADIN, L; SIMINSKI, A; REIS, A. **Espécies nativas da Flora Brasileira de valor econômico atual ou potencial: Plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília – DF: MMA, 2011. 934p.: il.

CORREDOIRA, E.; BALLESTER, A.; VIEITEZ, A.M. Thidiazuron – induced highfrequency plant regeneration from leaf explants of *Paulownia tomentosa* mature trees. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 95, n. 2, p. 197 - 208, Nov. 2008.

COSTA, F. H. S.; PEREIRA, J. E. S. Seleção de auxinas para a indução de calos friáveis em *Piper hispidinervum* visando o estabelecimento de cultivo de células em suspensão. In: 45 Congresso Brasileiro de Olericultura, 15 Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas ornamentais e 2 Congresso Brasileiro de Cultura de Tecidos de Plantas, 23, 2. 2005, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: CBCEARÁ, 2005. p. 656.

DELGADO, L. F; BARBEDO, C. J. Tolerância à dessecação de sementes de espécies de Eugenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.265-272, fev. 2007.

DURZAN, D.J. Process control in somatic polyembryogenesis. In: **Molecular Genetics of Forest Trees**. J.-E. Hällgren (ed.), Frans Kempe Symp., Swedish Univ. Ag. Sci., Umea, Sweden, pp. 147-186, 1988.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GOLLE, D. P. **Estabelecimento, multiplicação, calogênese, organogênese *in vitro* e análise da diversidade genética em acessos de *Eugenia involucrata* DC**. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS). 2010. 159 f. ; il.

GOLLE, D. P. et al. Estabelecimento e desenvolvimento *in vitro* de *Eugenia involucrata* DC.: influência do tipo de explante e do meio nutritivo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 22, n. 1, p. 207-214, 2012.

GOLLE, D. P.; REINIGER, L. R. S. Fitorreguladores e posição de explantes foliares na indução a calogênese em Cerejeira-do-mato. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 10, p. 1759-1762, out., 2013.

GOLLE, D. P. et al. Desinfestação superficial de explantes isolados de ramos semilenhosos e herbáceos de *Eugenia involucrata* DC. (Myrtaceae). **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 77-82, jan./mar., 2013.

GUERRA, M. P; TORRES, A. C; TEIXEIRA, J. B. Embriogênese somática e sementes sintéticas. In: **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. TORRES, A. C; CALDAS, L. S; BUSO, J. A (Ed.), Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPH, v. 2, (510; 354p.); il., 1999.

LAMEIRA, O. A. et al. Efeito de thidiazuron na indução e manutenção de calos de Erva-baleeira (*Cardia verbenacea* L.). **Ciência Rural**, v. 27, n. 1, p. 47-49, 1997.

LONGHI, R. A. **Livro das árvores: Árvores e arvoretas do sul**. Porto Alegre: L&PM. 1995. 176p.: il.

LONGHI, S. J. et al. Aspectos fitossociológicos de fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 59-74, 2000.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, vol. 1, 6° ed., 2014.

MALUF, A. M; BILIA, D. A. C; BARBEDO, C. J. Drying and storage of *Eugenia involucrata* DC. seeds. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 3, p. 471-475, Jul/Sept. 2003.

MORALES, C. F. G. et al. Efeito do BAP e TDZ na calogênese e organogênese em internódios de macieira cv. Gala RW1. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 5, n. 3, 174-177, set.-dez., 1999.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, p. 473-497, 1962.

NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, W. F. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. **Acta amazonica**, vol. 36(2), 2006. p. 183-192.

NOGUEIRA, R. C. et al. Indução de calos em explantes foliares de murici-pequeno (*byrsonima intermedia* a. juss.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 366-370, mar./abr., 2007.

OLIVEIRA, L. S. de; DIAS, P. C; BRONDANI, G. E. Micropropagação de espécies florestais brasileiras**. Pesquisa Florestal Brasileira**, 2013.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 451p. 2009.

REIS, I. N. R. S.; LAMEIRA, O. A.; CORDEIRO, I. M. C. C. Efeito do 2,4-D na indução de calos *in vitro* de Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby). **Revista Brasileira de Biocências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 498-500, jul., 2007.

SARMENTO, M. B.; VILLELA, F. A. Sementes de espécies florestais nativas do sul do Brasil. **Informativo ABRATES**, v. 20, n. 1,2 p. 039-044, 2010.

SERROTE, C. M. L.; REINIGER, L. R. S.; STEFENON, V. M. **Simulações em Genética de Populações e Conservação de Recursos Florestais**. Jundiaí, Paco Editorial: 2016. 116p.

SILVA, L. C. **Viabilidade de células pró-embriogênicas e suspensão celular de Murici-pequeno.** Dissertação de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Lavras. Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras - MG, 2009.

SILVA, A. S. et al. Diferentes reguladores de crescimento na indução de calos e pró-embrióides em anteras de cafeeiro. **Biosci. J.,** Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 19-27, July/Aug. 2009.

SOUZA, K. C. A.; ABREU, H. S. Biotecnologia aplicada ao estudo da lignificação. **Floresta e Ambiente**, v. 14, n. 1, p. 93 – 109, 2007.

STACHEVSKI, T. W.; FRANCISCON, L.; GOLDBACH, J. D. Efeito do meio de cultura na calogênese *in vitro* a partir de folhas de erva-mate. **Pesquisa Florestal Brasileira,** Colombo, v. 33, n. 75, p. 339-342, jul./set., 2013.

STEFANEL, C. M. **Aspectos da qualidade de sementes e do estabelecimento *in vitro* de e*ugenia involucrata* De Candolle**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS). 2016. 101 f.

TONETTO, T. da S; et al. Dinâmica Populacional e Produção de Sementes de *Eugenia involucrata* na Floresta Estacional Subtropical. Floresta e Ambiente, 2013; 20(1):62-69.

UTINO, S; CARNEIRO, I. F; CHAVES, L. J. Crescimento e oxidação de explantes de bananeira-prata (Musa AAB) *in vitro*. I. concentrações de sais de ferro, cobre e zinco. **Rev. Bras. Frutic**., Jaboticabal - SP, v. 23, n. 2, p. 225-229, agosto 2001.

VALENTE, C. **Caracterização de funções mitocondriais em *Araucaria angustifólia***. Dissertação de mestrado no programa de Pós-Graduação em Bioquímica, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná. Universidade do Paraná (UFPR), Curitiba – PR, 2007.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série técnica IPEF** – ESALQ/USP, v. 12, n. 32, p. 25-42, dez. 1998.

VIEIRA, A. H. et al. Técnicas de produção de sementes florestais. **Comunicado técnico 205**, Embrapa – CPAF Rondônia, p. 2-4, ago. 2001.

WERNER, E. T. et al. Meios de cultura, reguladores de crescimento e fontes de nitrogênio na regulação da calogênese do pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.). **Acta Bot. Bras**. 24(4): 1046-1051, 2010.

Influência das estações do ano no enraizamento de miniestacas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart. & Zucc.)

Effect of seasons in the rooting of açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart. & Zucc.) mini cuttings

Ana Cristina da Fonseca Ziegler[1] Karol Buuron da Silva[1]
Lia Rejane Silveira Reiniger[1]
Tatiane Lais Pires Andreolla[1]
Cláudia Carabajal de Azeredo[1]
Leandro Dutra da Silva[1]

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Av. Roraima n° 1000, Santa Maria.
cristina.ziegler@gmail.com; karolbuuron@hotmail.com;
liarsr@ufsm.com; tatiandreolla@hotmail.com; claudiac.azeredo@hotmail.com;
leeandrodutra@gmail.com

Resumo: *Luehea divaricata* Mart. & Zucc., conhecida popularmente como açoita-cavalo, é uma espécie arbórea integrante da família Malvaceae, nativa no Brasil, e devido à utilização intensiva pelo setor madeireiro sofreu uma intensa redução de seus exemplares. É uma espécie florestal que apresenta grande relevância econômica, ecológica e silvicultural e está presente nos biomas Mata Atlântica e Pampa. Frente à grande importância das espécies nativas, são necessários estudos relacionados à produção de mudas de qualidade. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o enraizamento de miniestacas de açoita-cavalo nas estações do ano visando a produção de mudas. As miniestacas foram confeccionadas a partir da porção caulinar de brotações de matrizes selecionadas mantidas em casa de vegetação. Em seguida, foram imersas em solução contendo (AIB), colocadas em copos plásticos contendo substrato e vermiculita, e permaneceram em casa de vegetação pelos períodos de 30 ou 60 dias de cultivo. A propagação vegetativa por miniestaquia de açoita-cavalo apresentou melhores resultados principalmente no verão, já aos 30 dias, e no outono. No entanto, quando o período de cultivo se estende até 60 dias os resultados são positivos para todas as estações, sendo possível produzir mudas sadias e vigorosas durante o ano todo.
Palavras-chave: Propagação vegetativa, espécie florestal, sazonalidade florestal.

Abstract: *Luehea divaricata* Mart. & Zucc., popularly known as açoita-cavalo, is a tree species that is part of the Malvaceae family, native to Brazil, and due to the intensive use of the timber sector, has suffered a reduction in its years of specimens. It is a forest species that presents great economic, ecological and silvicultural relevance and is present in the biomes Mata Atlântica and Pampa. Due to the great importance of the native species, the studies of the probe the production of quality seedlings. In this sense, the present work was studied for the performance of minicuttings of fowl-horse in the seasons of the year aiming a production of seedlings. As minicuttings were made from the sprouting sequence of selected matrices in greenhouse, then they were inserted in a solution containing (AIB), placed in plastic protectors containing substrate and vermiculite, and they remained in the country house by means of 30 or 60 days of cultivation. Vegetative propagation by fledgling mini-aquaculture is one of the main results in summer, already at 30 days, and in autumn. However, when the cultivation period extends up to 60 days, the results are positive for all seasons, and it is possible to produce healthy and vigorous seedlings throughout the year.
Key words: Vegetative propagation, forest species, forest seasonality.

1. INTRODUÇÃO

Luehea divaricata Mart. & Zucc., conhecida popularmente como açoita-cavalo, é uma espécie arbórea integrante da família Malvaceae, nativa no Brasil. É uma espécie pioneira de rápido crescimento, característica de florestas aluviais, de matas ciliares e de galerias, de ocorrência natural em florestas semidecíduas,

floresta ombrófila mista, floresta ombrófila densa e na floresta estacional decidual (LORENZI, 2014; CARVALHO, 2008).

Sua madeira é empregada para a confecção de estruturas de móveis, principalmente em peças torneadas, por ser de baixa durabilidade natural e de boa permeabilidade ao tratamento preservativo (REITZ et al., 1988). Por muitas décadas foi utilizada em técnicas de vergamento para confecção de estruturas de móveis. Na América do Sul, apenas uma empresa (Thonart), localizada no Rio Grande do Sul, utilizou em escala industrial o açoita-cavalo, porém, em razão da sua escassez decorrente da extração de florestas nativas, a empresa veio a testar outras espécies, como por exemplo, o *Platanus x acerifolia*, que atualmente é utilizado em escala industrial e plantios comerciais (GATTO, 2006). No estado do Rio Grande do Sul, a exploração do açoita-cavalo tem apresentado caráter predatório, reduzindo drasticamente os exemplares com características adequadas ao uso comercial e ecológico (FARIAS, 2006). Embora ainda não esteja na lista oficial de espécies em vias de extinção, a ação antrópica fez com que as populações naturais de açoita-cavalo, e tantas outras nativas, fossem degradadas, contribuindo para a sua diminuição. Frente a isso, a conservação genética do açoita-cavalo é de suma importância para garantir a preservação da espécie (FLÔRES, 2007).

Atualmente, mesmo com a expansão das pesquisas e a alta demanda pela conservação dos recursos florestais brasileiros, ainda há uma resistência em incluir esses recursos nativos de uma forma sustentável na economia brasileira. As espécies nativas não participam progressivamente do setor produtivo, gerando assim uma escassez em pesquisas e, com isso, os potenciais nativos não são explorados de forma adequada. A prioridade econômica inclui grandes empresas e grandes produtores, que priorizam as pesquisas voltadas às espécies exóticas com grande potencial econômico e fins madeireiros.

Diante desta situação, há um crescente interesse das instituições de ensino e pesquisa em explorar os potenciais das espécies florestais nativas. A Universidade Federal de Santa Maria, por exemplo, como uma instituição que preza por ensino, pesquisa e extensão, se destaca em investimentos voltados a estudos com base nos recursos florestais nativos, como os trabalhos com miniestaquia realizados pelo Núcleo de Biotecnologia e Melhoramento com canela-preta (*Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez) (RABAIOLLI, 2014), canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) (CURTI, 2014) e ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos) (ANDREOLLA, 2016).

Adicionalmente, as espécies nativas destacam-se por serem muito utilizadas para a recuperação de áreas degradadas e áreas de preservação permanente. A produção de mudas vigorosas e sadias para utilizar em projetos de recuperação apresenta-se cada vez mais intensa, sendo a miniestaquia uma boa estratégia para produzir mudas visando à recomposição florestal, e, ainda, auxiliando na recuperação dos solos e da paisagem do local, com o uso de espécies nativas da região para que se tenha sucesso ao final do processo (DIAS et al., 2012; WENDLING et al., 2002).

A miniestaquia é considerada uma técnica rápida em relação a compatibilidade da reprodução sexuada, que proporciona uma melhor qualidade de mudas e baixos custos de produção. Além disso, é eficaz para superar as dificuldades na propagação de espécies nativas, principalmente de espécies com problemas na obtenção de sementes, assim como auxiliar no resgate e conservação de recursos genéticos florestais. A técnica consiste na utilização de brotações de plantas

propagadas pelo método de estaquia convencional, como fonte de propágulos (XAVIER et al.; 2003).

O sucesso da miniestaquia e a eficiência do enraizamento das miniestacas dependem do estado fisiológico da planta, da época do ano em que as coletas são realizadas, da posição em que se coleta o ramo e a miniestaca na planta matriz, como, por exemplo, a idade da planta, a presença de folhas e de gemas, e os fatores do ambiente (HARTMANN et al., 2011). Nesse sentido, analisar a influência das variações sazonais sob as condições fisiológicas da planta matriz é de extrema importância, pois a época do ano pode influenciar direta ou indiretamente o enraizamento das miniestacas e o desenvolvimento da muda que será produzida. A melhor época de coleta de miniestacas, assim como a influência da época na produção e qualidade das brotações destinadas ao processo de miniestaquia, deve ser determinada para cada planta e condição ambiental específica (XAVIER et al., 2013)

Frente ao interesse por espécies nativas em programas de reflorestamento e pesquisas sobre as potencialidades das espécies florestais, o presente trabalho propõe-se a avaliar o enraizamento de miniestacas de açoita-cavalo em função das estações do ano, coletadas a partir de árvores selecionadas mantidas em casa de vegetação.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O presente trabalho foi realizado no Núcleo de Biotecnologia e Melhoramento, do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo bifatorial 4x2, em que o fator “A” consistiu nas coletas realizadas nas quatro estações do ano: primavera (13 de outubro/2016), verão (05 de janeiro/2017), outono (03 de abril/2017) e inverno (21 de junho/2017), e o fator “B”, por períodos de cultivo (30 ou 60 dias), totalizando oito tratamentos com 20 repetições. Cada unidade experimental foi constituída por um copo plástico transparente, perfurado no fundo, com capacidade para 300 mL, previamente preenchido com 250 cm^3 de substrato à base de casca de pinus bio-estabilizada e vermiculita, na proporção 1:1, e uma miniestaca de açoita-cavalo.

As miniestacas foram confeccionadas a partir da porção caulinar de brotações de matrizes selecionadas mantidas em casa de vegetação, contendo, aproximadamente, 10 cm de comprimento e um par de folhas seccionadas ao meio. Durante o momento da coleta, as miniestacas foram acondicionadas em caixa de isopor contendo água para evitar a desidratação.

Em seguida, as miniestacas foram imersas em solução hidroalcoólica (50% etanol e 50% de água destilada, v/v) contendo 1000 mg L^{-1} AIB por 10 s, e, na sequência, foram imediatamente colocadas para enraizar. Essa concentração de 1000 mg L^{-1} de AIB foi determinada em estudos anteriores pelo Núcleo de Biotecnologia e Melhoramento (dados não publicados). Os copos plásticos contendo as miniestacas foram alocados em bandejas plásticas com dimensões de 20 x 40 x 60 cm, devidamente identificadas, e levadas à casa de vegetação com nebulização constante (UR 80%) pertencente ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal e localizada nas dependências do Viveiro Florestal da Universidade Federal de Santa Maria.

As avaliações ocorreram aos 30 e 60 dias, em que as miniestacas foram

avaliadas quanto à sobrevivência (%) quando as miniestacas encontrava-se com coloração verde, formação de raízes (%), comprimento médio de raízes (cm), presença de raízes secundárias (%). Ao final das avaliações, as mudas que estavam vigorosas e enraizadas foram encaminhadas ao Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria.

Após testar a normalidade dos erros por meio do teste de Kolmogorov- Smirnov e a homogeneidade de variâncias pelo teste de Bartlett, as variáveis foram transformadas sempre que necessário, pela função, $\sqrt{x-0{,}5}$, sendo "x" o valor observado. As variáveis foram submetidas à análise de variância e, quando o valor de F foi significativo, utilizou-se a comparação das médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Foi utilizado o pacote estatístico Sisvar (Sistema para Análise de Variância) para Windows® versão 5.1 (FERREIRA, 2011).

Para determinar a precisão dos ensaios foi estimado o Índice de Variação (IV), conforme PIMENTEL-GOMES (2009), calculado por:

$$IV = \frac{CV}{\sqrt{N}}$$

Onde: CV = coeficiente de variação; N = número de repetições

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis, sobrevivência, formação de raízes primárias e presença de raízes secundárias verificou-se efeito significativo das estações do ano e período de cultivo, bem como interação entre os fatores principais. A tabela 1, a seguir, traz os valores médios obtidos para a interação entre os fatores principais.

Tabela 1 - Valores médios de sobrevivência, formação de raízes e presença de raízes secundárias em miniestacas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) em função da interação entre as estações do ano e o período de cultivo (30 ou 60 dias). Santa Maria, RS, UFSM, 2017.

ESTAÇÃO	SOBREVIVÊNCIA (%)		FORMAÇÃO DE RAÍZES (%)		PRESENÇA DE RAÍZES SECUNDÁRIAS (%)	
	Período		**Período**		**Período**	
	30 dias	60 dias	30 dias	60 dias	30 dias	60 dias
Primavera	100 Aa	100 Aa	65 Bb	90 Aa	35 Bb	80 Aab
Verão	100 Aa	100 Aa	100 Aa	100 Aa	95 Aa	100 Aa
Outono	100 Aa	100 Aa	80 Ab	90 Aa	40 Bb	85 Aab
Inverno	100 Aa	85 Bb	25 Bc	75 Aa	0 Bc	55 Ab
Média (%)	100	96,25	67,5	88,75	42,5	80
IV (%)		1,23		3,67		4,2

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. 30: período de avaliação aos 30 dias. 60: período de avaliação aos 60 dias.
*Means followed by the same capital letter, in the columns and lowercase in the lines, do not differ significantly by the Tukey test at the 5% level of error probability. 30: evaluation period at 30 days. 60: evaluation period at 60 days. **Fonte:** Autora, 2017.

Na variável sobrevivência observou-se efeito significativo de ambos os fatores principais, estações do ano (p=0,0206) e período de cultivo (p=0,0690), sendo

observada interação significativa entre os dois (p= 0,0206; IV=1,23%). Obteve-se o máximo de sobrevivência (100%) em todas as estações do ano em ambos os períodos de cultivo, com exceção do inverno, aos 60 dias, em que houve mortalidade de 15% (Tabela 1), indicando que as baixas temperaturas influenciaram nesse resultado.

A porcentagem de miniestacas sobreviventes pode ser considerada satisfatória, indicando que as condições dos ensaios conduzidos foram adequadas e que o material e a espécie em uso têm potencial para ser utilizados na miniestaquia. A alta sobrevivência das miniestacas também foi observada em estudos realizados com miniestaquia em outras espécies nativas brasileiras, como: cedro (*Cedrela fissilis)* (XAVIER et al., 2003) que não avaliou a mortalidade porém afirma a alta sobrevivência, erva-mate (*Ilex paraguariensis)* (WENDLING et al., 2007) com média de até 97% de sobrevivência, corticeira (*Erythrina falcata)* (CUNHA et al., 2008) com até 100% de sobrevivência, jequitibá-branco (*Cariniana strellensis)* e pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha)* (CASTRO, 2011) ambos com respectivamente 100% de sobrevivência, pitanga (*Eugenia uniflora* L.) (PEÑA et al., 2015) com 99,28% de sobrevivência.

Para a variável formação de raízes primárias foi observado efeito significativo de ambos os fatores principais, estações do ano (p=0,0000) e período de cultivo (p=0,0002), sendo também analisada interação significativa entre eles (p= 0,0114; IV=3,67%. Verificou-se que o verão foi a estação que resultou na maior formação de raízes primárias já aos 30 dias de cultivo (100%), sendo que, aos 60 dias em todas as estações, observou-se também alta formação de raízes primárias, as quais não diferiram entre si. A menor formação de raízes primárias foi notada no inverno, com 25% aos 30 dias. Os resultados observados indicam que é necessário estender o cultivo até 60 dias quando as miniestacas são coletadas no primavera, outono ou inverno, mas quando a miniestaquia é efetuada no verão, o enraizamento já é satisfatório aos 30 dias, podendo ser reduzido o tempo de cultivo nesta estação, podendo expedir mais mudas em curto período de cultivo, reduzindo os gastos e obtendo maior retorno.

Para a presença de raízes secundárias houve efeito significativo de ambos os fatores principais, estações do ano (p=0,0000) e período de cultivo (p=0,0000), sendo igualmente observada interação significativa entre eles (p= 0,0158; IV=4,20%). Novamente, a maior média ocorreu durante o verão, com 90% já aos 30 dias, e 100% aos 60 dias de cultivo. A menor média foi observada durante inverno, sendo que não houve formação de raízes secundárias aos 30 dias, enquanto que aos 60 dias, houve apenas 55%.

A partir dos resultados observados, no verão houve uma maior rizogênese da espécie, tanto aos 30 e 60 dias, assim como um incremento na presença de raízes secundárias (raízes finas), que segundo Silva et al. (2012), são responsáveis pela absorção de água e nutrientes, sendo um fator importante para o desenvolvimento da planta e maior qualidade na produção das mudas. Esse fato pode ser atribuído às elevadas temperaturas que nesta estação, que variaram entre sua temperatura mínima e máxima, respectivamente entre 20 a 31 ºC, ao se tratar de uma região de clima subtropical, onde as temperaturas atuam fortemente na absorção de água, nutrientes e metabolismo da planta, favorecendo assim para uma excelente produção de mudas via miniestacas (CORRÊA et al., 2004). Em contrapartida, durante o inverno, houve uma baixa rizogênese da espécie, isso porque as baixas temperaturas ocorridas nesta estação obtiveram temperatura mínima de 11ºC e

máxima até 24ºC, não ofereceram condições adequadas para que ocorram indução, desenvolvimento e incremento radicular, ocorrendo uma redução no metabolismo das miniestacas, a qual diminuiu a produção de brotações e elevam o tempo para o enraizamento (XAVIER, 2002).

De acordo com Hartmann et al. (2011), o enraizamento das brotações, bem como a absorção de nutrientes e metabolismo da planta são influenciados positivamente em temperaturas elevadas, sendo evidenciado a partir de estudos o que divisão celular é favorecida com o aumento da temperatura, o que corrobora os resultados verificados com açoita-cavalo. Semelhante ao trabalho realizado em estudos anteriores pelo Núcleo de Biotecnologia e Melhoramento, com miniestacas de ipê-amarelo *(Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) J. Mattos) (dados não publicados) houve elevada porcentagem de enraizamento no verão aos 30 dias cerca 75% das miniestacas enraizaradas e aos 60 dias 41,67%, porém, durante a primavera, o enraizamento desta espécie foi mais expressivo aos 30 dias com 41,67% das miniestacas enraizaram e aos 60 dias 91,67% enraizaram. Estudo com catiguá (*Trichilia catigua*) observou-se uma porcentagem de formação de raízes superior na primavera também com 41,67 % quando submetido a 5000 mg de AIB; já nas demais estações do ano não ocorreu enraizamento (VALMORBIDA et al., 2008).

Na figura 1, a seguir, observam-se os valores médios de temperatura obtidos a partir dos dados climáticos ocorridos no local de condução do experimento, durante o tempo de desenvolvimento das miniestacas. De acordo com os resultados verificados até aqui, observa-se que a temperatura média foi maior no verão (25ºC), seguido do outono, com temperatura média de 22,4ºC. Os melhores resultados, obtidos na maioria das variáveis verificadas, foram observados no verão.

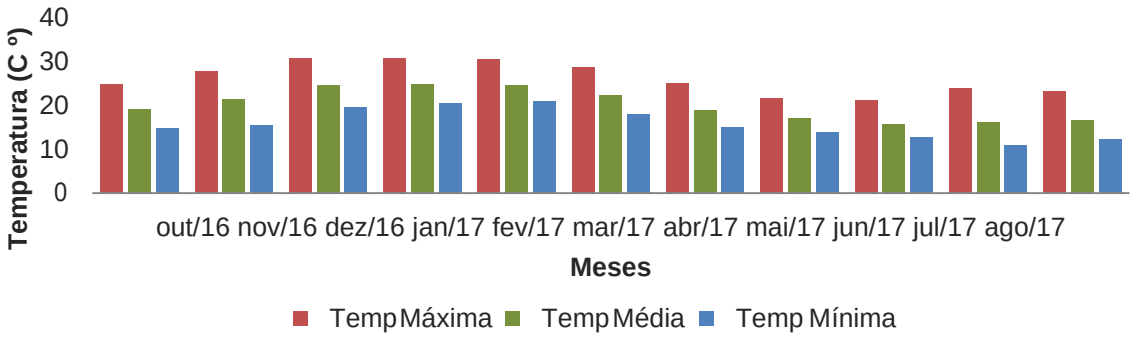


Figura 1 - Valores médios de temperaturas máximas, médias e mínimas para o município de Santa Maria – RS, nos meses de realização dos experimentos de outubro de 2016 a agosto de 2017. Santa Maria, RS, UFSM, 2017. **Fonte:** Rede de dados do BDMEP – INMET (2017).

Kibbler et al. (2004), afirma que principalmente em temperaturas mais elevadas, pode ocorrer o aumento das atividades de brotação, maiores taxas de crescimento e florescimento. Tendo em vista a fenologia do açoita-cavalo, Ritzinger e Grazziotti (2005) afirmam que as coletas das miniestacas devem ser feitas durante o período de crescimento vegetativo. Sendo assim, Lorenzi (2014) afirma que esta espécie floresce de dezembro a fevereiro, predominantemente no verão, que ocorre no hemisfério sul, nesse contexto, há a confirmação que as miniestacas de açoita-cavalo se adaptam e são favorecidas em altas temperaturas.

Na primavera e no inverno, as temperaturas médias foram amenas, de 19ºC e

15,8ºC respectivamente, na qual os resultados observados principalmente no inverno foram inferiores às demais estações, no entanto para algumas variáveis, o inverno aos 60 dias de cultivo proporcionou resultados satisfatórios, como por exemplo, 75% de formação de raízes primárias, 55% de raízes secundárias e 75% de sobrevivências, o que comprovam uma taxa elevada e a possibilidade de produção de mudas quando se estende o período de cultivo aos 60 dias.

Para as demais variáveis avaliadas houve efeito significativo apenas dos fatores principais não havendo intereção. Para número de raízes e comprimento de raízes (cm), houve efeito de ambos, a estação do ano e o período de cultivo (p=0,0000; p= 0,0342 e p=0,0000; p= 0,0000, respectivamente; IV= 9,40% e 7,97%). A tabela 2, a seguir, traz os valores médios observados.

Tabela 2 – Valores médios de número de raízes e comprimento de raízes em miniestacas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) em função das estações do ano, independentemente do período de cultivo (30 e/ou 60 dias). Santa Maria, RS, UFSM, 2017.

ESTAÇÃO	NÚMERO DE RAÍZES	COMPRIMENTO DE RAÍZES (cm)
Primavera	7,575 b	9,7625 b
Verão	11,6 a	18,35 a
Outono	9,475 ab	10,1075 b
Inverno	3,275 c	4,105 c
Média	7,98125	10,58125
IV (%)	9,40	7,97

*Na coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.
* In the column, averages followed by the same lowercase letter, do not differ significantly by the Tukey test at the 5% error probability level.
Fonte: Autora, 2017.

Para o variável número de raízes, a estação que apresentou maior valor foi o verão com aproximadamente 12 raízes, que não diferiu do outono, o qual também não diferiu da média observada na primavera (Tabela 2). O menor número de raízes foi observado no inverno (Tabela 2). Para o comprimento de raízes (cm), novamente, no verão, foi observado o maior valor, com 18,35 cm, sendo que a menor média foi obtida no inverno com 4,1 cm (Tabela 2). Assim como no presente trabalho, o verão proporcionou melhor resultado com quiri (*Paulownia fortunei*) (STUEPP et al., 2015) com comprimento médio de 4,81 cm, no entanto as miniestacas de açoita-cavalo obtiveram um maior incremento no comprimento de raízes comparadas ao referido estudo. Já com com goiabeira (*Psidium guajava*) (ALTOÉ et al., 2011), os melhores resultados ocorreram na primavera e no verão, com respectivamente, 7,71 cm e 7,60 cm.

Em relação ao número de raízes e comprimento de raízes, aos 60 dias de cultivo (Tabela 2) foi o período mais satisfatório (8,95 e 14,86 cm, respetivamente), e diferiu significativamente dos 30 dias (7,01 e 6,29 cm, respectivamente), demonstrando que é necessário estender o cultivo até esse momento. Igualmente, em miniestacas de canafístula (*Peltophorum dubium)* (CURTI, 2014), o período de 60 dias de cultivo foi o que favoreceu a formação de um sistema radicular mais desenvolvido, que implica na absorção de água e nutrientes, e na sustentação da planta.

Tabela 3 – Valores médios de número de raízes e comprimento de raízes em miniestacas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) em função do período de cultivo (30 ou 60 dias). Santa Maria, RS, UFSM, 2017.

PERÍODO (DIAS)	NÚMERO DE RAÍZES	COMPRIMENTO DE RAÍZES (cm)
30	7,01 b	6,29375 b
60	8,95 a	14,86875 a

*Na coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade de erro.
*In the column, averages followed by the same lowercase letter, do not differ significantly by the F test at the 5% probability of error level.
Fonte: Autora, 2017.

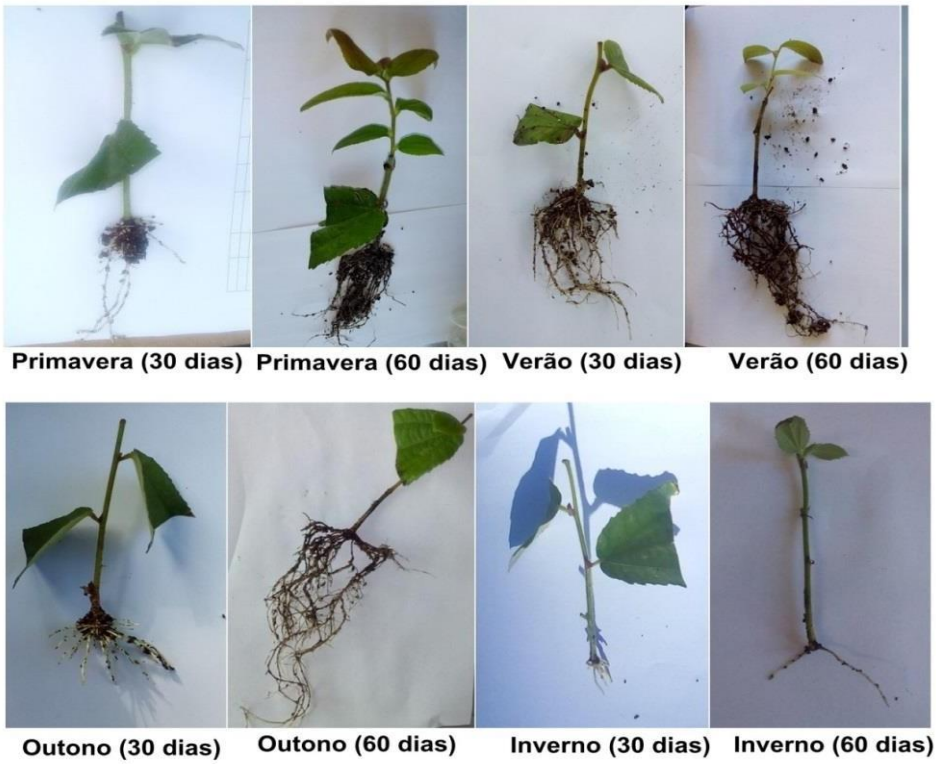


Figura 2 – Representação ilustrativa das miniestacas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) em função das estações do ano em que foram submetidas aos períodos de cultivo de 30 e 60 dias. Santa Maria, RS, UFSM, 2017. **Fonte:** Autor, 2017.

A produção de mudas de açoita-cavalo através da miniestaquia é indicada conforme os resultados obtidos neste estudo. O uso da técnica durante o verão foi muito promissor, a estação apresentou os melhores resultados em sobrevivência, formação de raízes primárias e secundárias e número e comprimento de raízes. Adicionalmente, a miniestaquia pode ser realizada visando à produção de mudas durante a estação subsequente, o outono, o qual apresentou resultados próximos àqueles obtidos no verão.

No inverno, a produção de mudas de açoita-cavalo é restringida por apresentar resultados inferiores às demais estações. Embora tenha ocorrido baixa mortalidade, houve um baixo desenvolvimento fisiológico, com ênfase na redução radicular, fato que salienta a importância de realizar estudos com cada espécie individualmente,

para assim avaliar as exigências específicas durante o seu crescimento e desenvolvimento.

4. CONCLUSÃO

O verão é a melhor estação para a produção de mudas vigorosas e sadias já aos 30 dias, em um curto período de tempo. Outra estação que pode ser indicada para produção de mudas por meio da miniestaquia é o outono, que também se sobressaiu frente às demais estações. Contudo, são observadas elevadas taxas de sobrevivência nas quatro estações do ano e quando o período de cultivo se estende aos 60 dias, os resultados são positivos para todas as estações. De modo geral, a propagação vegetativa por miniestaquia de açoita-cavalo apresenta resultados satisfatórios, demonstrando que ao se considerar o conjunto de variáveis avaliadas, é possível produzir mudas sadias e vigorosas durante o ano todo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTOÉ, J. A. et al.; **Multiplicação de cultivares de goiabeira por miniestaquia.** Bragantia, Campinas, v. 70, n. 4, p. 801-809, 2011.

ANDREOLLA, T. L. P.; **Efeito do Ácido Indol Butírico sobre o enraizamento de miniestacas de *Handroanthus Chrysotrichus* (Mart. Ex Dc.) J. Mattos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p.

CARVALHO, P. E. R. **Açoita-Cavalo (*Luehea divaricata*)**, Circular Técnica, 1.ed., 147, 2008.

CASTRO, W. H. Propagação vegetativa do jequitibá-rosa (Cariniana strellensis (Raddi) Kuntze) e do pau-jacaré (Piptadenia gonoacantha (Mart) Macbr) por estaquia. 2011. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

CORRÊA, L. R.; FETT-NETO, A. G. Effects of temperature on adventitious root development in microcuttings of Eucaltptus saligna Smith and Eucaltptus globulus Labill. **Journal of Thermal Biology**, v.29, p.315-324, 2004.

CUNHA, A. C. M. C. M.; WENDLING, I.; SOUZA JUNIOR, L. Miniestaquia em sistema de hidroponia e em tubetes de corticeira-do-mato. **Ciência Florestal**, v.18, n.1, p.85-92, 2008.

CURTI, A. R.; **Formação de raízes em *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert**. 2014. 130 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

DIAS, P. C. et al.; Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**., Colombo, v. 32, n. 72, p. 453-462, 2012.

FARIAS, J.A.D.; **Contribuicao para a silvicultura de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini (Acoita-Cavalo)**. 2006. 69f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FLÔRES, A.V. **Introdução ao cultivo *in vitro* de açoita- cavalo** (*Luehea divaricata* Martius et Zuccarini) 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

GATTO, D. A.; **Características tecnológicas do vergamento das madeiras de *Luehea divaricata*, *Carya illinoinensis* e *Platanus x acerifolia* como subsídios para o manejo florestal**. 2006. 109 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES Jr, F. T.; GENEVE, R. L., **Plant propagation**: principles and practices. 8 Ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2011. 915p.

KIBBLER, H.; JOHNSTON, M.E.; WILLIAMS, R.R. **Adventitious root formation in cuttings of Backhousia citriodora F. Muell: 2- seasonal influences of temperature rainfall, flowering and auxins on the stock plant**. Scientia Horticulturae, Amsterdam, v.102, p.343- 358, 2004.

LORENZI, H.; **Árvores brasileiras**: manual de identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil. 6. ed. São Paulo: Editora Plantarum, v.1, 2014. p.251.

PIMENTEL-GOMES, F.; **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 451p. 2009.

RABAIOLLI, S. M. S.; **Sementes e miniestaquia em *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez. e sementes e micropropação em *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. Ex Dc.) J. Mattos,** 2014. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A.; **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. [S.l.]: Herbário Barbosa Rodrigues; Secretaria da Agricultura e Abastecimento-DRNR, 1988. 525 p.

RITZINGER, R.; GRAZZIOTTI, P. H.; **Produção de Mudas de Acerola por Mini-estaquia**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005 2p.

SILVA, M. P. S et al.; Enraizamento de miniestacas e produtividade de minicepas de cedro australiano manejadas em canaletões e tubetes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 703-713, out.-dez., 2012.

STUEPP, C. A. et al.; Estaquia de árvores adultas de Paulownia fortunei var. mikado a partir de brotações epicórmicas de decepa. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, jul.-set., 2015, p. 667-677.

VALMORBIDA, J. et al.; Enraizamento de estacas de Trichilia catigua A. Juss (catigua) em diferentes estações do ano. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 435-442, 2008.

WENDLING, I.; FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; **Curso Intensivo de viveiro e produção de mudas.** Embrapa florestas. Documentos ,79. Colombo, PR.,48p. 2002

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F.; **Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, n.2, p.289-292, 2007.

XAVIER, A.; **Silvicultura clonal I: princípios e técnicas de propagação vegetativa**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, (Caderno Didático, 92), 2002. 64p.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; WENDLING, I.; OLIVEIRA, M. L.; Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**. v. 27, n.2, 2003 p. 139-143.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L.; **Silvicultura clonal - Princípios e Técnicas.** 2 ed.,Viçosa: UFV, 2013. 280p

Métodos para superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum*

Methods for overcoming seed's dormancy of *Enterolobium contortisiliquum*

Willian Bizaro Pertile[1]
Eduardo Luis Ceolin[1]
Ezequiel Zibetti Fornari[1]
Mateus Trevisan[1]
Lucas Gaviraghi[1]
Edison Bisognin Cantarelli[1]

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Caixa Postal 54, 98400-000; 1. Sete de Setembro, s/n. Km 40 BR386 – Frederico Westphalen – RS, Brasil.
willianpertile@hotmail.com; ceolin.eduardol@gmail.com; ezequiel.fornari@yahoo.com.br; mateus-98@hotmail.com; lucasgaviraghi@hotmail.com; cantarelli@ufsm.br

Resumo: A impermeabilidade do tegumento das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* à água e gases é a principal causa da dormência das sementes desta espécie florestal. Sabendo que uma rápida e uniforme germinação das sementes e emergência das plântulas é um dos pontos mais importantes na produção de mudas de qualidade, este trabalhou teve como objetivo, avaliar diferentes métodos para quebra de dormência desta espécie bem como determinar o tipo de emergência cotiledonar. O experimento foi conduzido durante os meses de Maio a Junho de 2018 em casa de vegetação localizada na UFSM- Frederico Westphalen. Os tratamentos utilizados foram a imersão em água quente por 2 minutos, escarificação com lixa de óxido de alumínio, imersão em ácido sulfúrico (H_2SO_4) pelo tempo de 30 segundos e a testemunha. Observou-se que a escarificação mecânica é o melhor método para quebrar a dormência, seguida pela imersão em água quente. Foi constatado também que a espécie estudada possui emergência do tipo epígea. Palavras-chave: Germinação, timbaúva, ambiente protegido, dicotiledônea.

Abstract: The impermeability of the seed's coat of *Enterolobium contortisiliquum* to water and gases is the main cause of seed's dormancy of this forest specie. knowing that a rapid and uniform seed germination and emergence of seedlings is one of the most important points in the production of quality seedlings, this paper aimed to evaluate different methods to break the seed's dormancy of this specie as well as determine the type of cotyledonary emergency. The experiment was conducted during the months between May and June 2018, in a greenhouse located at UFSM - Frederico Westphalen. The treatments used was immersion the seeds in hot water (80ºC) for 2 minutes, scarification with aluminum oxide sandpaper, immersion in sulfuric acid (H2SO4) for 30 seconds and the control, without any treatment. It was observed that mechanical scarification is the best method to break dormancy, followed by immersion in hot water for *Enterolobium contortisiliquum's* seeds. It was also verified that the specie studied has an epigene-type of emergency.
Keywords: Germination, timbauva, protected ambient, dicotyledonous.

1. INTRODUÇÃO

A Timbaúva ou Tamboril *Enterolobium contortisiliquum* é uma espécie nativa pertencente à família Fabaceae. Árvore decídua, de grande porte e rápido crescimento, a espécie é recomendada na recuperação de áreas degradas e arborização urbana, além de sua madeira ser empregada na fabricação de barcos e canoas, devido sua baixa densidade e maciez (CARVALHO, 2003).

PATRO (2013) relata que esta espécie fornece boa sombra na primavera e verão, sendo uma planta caducifólia que possibilita uma boa passagem de luz no inverno, podendo alcançar cerca de 35 metros de altura dependendo da idade e condições de ambiente. Ainda segundo a mesma autora, o crescimento inicial da *Enterolobium contortisiliquum* é rápido, além da planta ser rústica, o que fornece condições ótimas para usa-la em reflorestamento ou arborização. Pode-se também aproveitar o potencial madeireiro da mesma, que tem sua madeira pouco resistente, mas leve e macia, características que a fazem como boa opção para a fabricação de canoas, caixotaria em geral ou até mesmo brinquedos.

Dentro do ciclo de vida das plantas com sementes, o processo germinativo, a sobrevivência e o desenvolvimento das plântulas são eventos cruciais para a manutenção das populações (FERREIRA; BORGHETTI, 2004)

TAIZ e ZEIGER (2011) descrevem a germinação das sementes como a retomada do crescimento do embrião em sementes maduras, a qual dependerá de condições ambientais favoráveis, de acordo com a exigência de cada espécie. Entretanto, uma semente viável pode não germinar, mesmo que todas as condições ambientais, ou extrínsecas, sejam satisfeitas, isto caracteriza a dormência das sementes, que induz um retardo temporal na germinação e fornece um tempo adicional para a dispersão da semente, maximizando a sobrevivência das plântulas.

Segundo FOWLER e BIANCHETTI (2000) as causas da dormência podem ser tegumentar ou exógena, que geram problemas de absorção de água, impedem mecanicamente a penetração do embrião, interferem nas trocas gasosas e por presenças de inibidores localizadas nesse lugar. Também, a dormência pode ser secundária ou embrionária, em que os cotilédones e substancias inibidoras de germinação podem estar envolvidos. As sementes de *Enterolobium contortisiliquum* apresentam dormência devido à impermeabilidade do tegumento à água, o que torna sua propagação lenta e desuniforme (LÊDO, 1977; EIRA et al. 1993).

Na natureza a dormência de sementes é eficiente, mas quando falamos em cultivo de timbaúva precisamos que as mesmas germinem e deem origem às novas plantas por um período muito próximo. Isso nos remete a devida importância de conhecer formas de superação de dormência das sementes dessas espécies. A falta de estudos sobre a superação de dormência em plantas nativas da América do Sul, é u problema para a silvicultura, principalmente no que diz respeito ao reflorestamento de áreas de preservação e revitalização de matas nativas. Em virtude dos fatos mencionados, o presente trabalho teve como objetivo avaliar diferentes métodos de quebra de dormência para a espécie de *Enterolobium contortisiliquum,* bem como determinar o tipo de germinação para essa espécie.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O trabalho foi realizado em casa de vegetação, entre os meses de Maio a Junho de 2018 na Universidade Federal de Santa Maria, localizada no município de Frederico Westphalen, no norte do Rio Grande do Sul, sob as coordenadas de 27°22”S; 53°25”W a uma altitude de 480m.

As sementes foram semeadas diretamente em tubetes de plástico que continham um volume total de 150cm³, onde a composição do solo foi obtida através da mistura de 75% de substrato comercial e 25% preenchidos com pó de rocha. O substrato utilizado para a mistura foi o substrato comercial Tecnomax com as seguintes características: Capacidade de retenção de água de 150; Condutividade

elétrica (ms/cm)= 0,7; Densidade Kg/m³=285; PH de 6,5; Umidade máxima de 50; e matéria prima: Vermiculita expandida, Casca de pinus/eucalipto, Fibra de coco e fibra de papel recuperada.

As sementes de *Enterolobium contortisiliquum* foram extraídas de frutos coletados após a queda espontânea dos mesmos no mês de Abril de 2018, através de árvores matrizes sob o bioma de mata atlântica localizada no município de Derrubadas - Rio Grande do Sul, com as coordenadas de 27°17''S, 53°51''W a uma altitude de 416m. As sementes recolhidas foram imersas em água para testar a sua viabilidade, sendo retiradas aquelas sementes na qual não estavam aptas a germinar, apresentando flutuação.

O experimento foi conduzido sob o delineamento inteiramente casualizado, composto por 4 tratamentos e 54 repetições. Os tratamentos foram dispostos em bandejas contendo 54 tubetes cada, sendo que cada tubete constituía-se de uma unidade experimental, como nos mostra a Figura 1.

Figura 1. Bandejas e tubetes utilizados para a semeadura das sementes.

Os métodos de quebra de dormência testados foram: T1= Testemunha; T2=Imersão em água quente; T3= Escarificação mecânica com lixa de óxido de alumínio por 4 segundos; T4= Imersão em ácido sulfúrico (H_2SO_4) por 30 segundos. Para o tratamento dois (T2), as sementes recolhidas da árvore matriz foram submetidas a imersão em água a uma temperatura de 80°C por um tempo de aproximadamente dois minutos. As sementes do tratamento de número três (T3), foram submetidas a escarificação mecânica para romper o tegumento, utilizando-se uma lixa de óxido de alumínio número 80. O último tratamento constituiu-se da imersão das sementes em ácido sulfúrico concentrado 95-98% por aproximadamente 30 segundos, feito a sua posterior lavagem em água corrente para a retirada do ácido. (Figura 2)

As sementes após terem sido expostas aos tratamentos descritos foram imediatamente semeadas de forma manual e levadas a casa de vegetação. A mesma possui dimensões de 6 metros de largura por 12 metros de comprimento, com bancadas a uma altura de 1,2 metros de altura e largura de 1 metro, possuindo sistema de irrigação por aspersão. A semeadura foi realizada no dia 26 de maio de 2018. As avaliações da emergência das plantas foram realizadas semanalmente, até a estabilização dos resultados.

Figura 2. Imersão das sementes em temperatura de 80°C (A); Imersão das sementes em ácido sulfúrico (B); e escarificação mecânica feita com lixa nas sementes.

Os resultados dos tratamentos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) seguido teste Tukey de comparação de médias, com 95% de confiabilidade, sendo avaliados com o auxílio do software Sisvar 5.6.

A determinação quanto ao tipo de germinação foi realizada logo após a emergência das primeiras plantulas, nas primeiras semanas de avaliação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos métodos de quebra de dormência das sementes de Timabaúva estão expressos na figura 3.

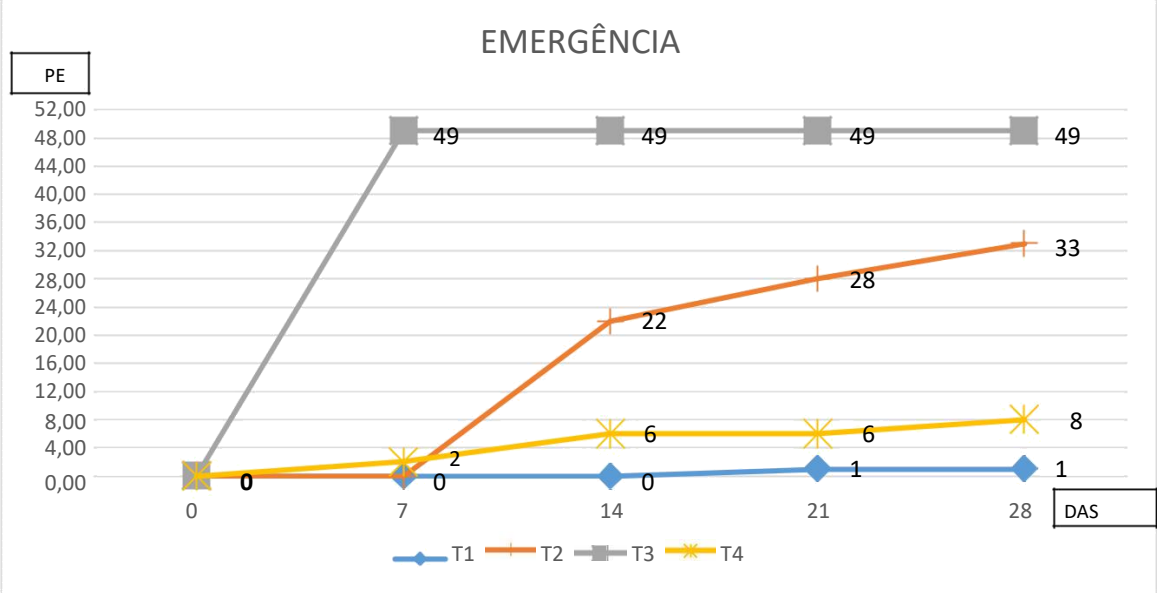


Figura 3. Total de plantas emergidas (PG) de *Enterolobium contortisiliquum* submetidas a imersão em água quente(T2), Escarificação com lixa(T3) e imersão em ácido sulfúrico(T4). Testemunha (T1) e Dias após a semeadura (DAS).

O tratamento que mais se destacou foi a escarificação mecânica com lixa (Tabela 1), obtendo a germinação de 49 sementes na primeira semana (Figura 4), o que corresponde a 91% das sementes s submetidas a esse tratamento, mantendo-se constante nas demais semanas avaliadas.

Tabela 1. Tratamentos com médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

TRATAMENTOS	PLANTAS EMERGIDAS	
Lixa 80mm	49,00 a	
Água quente	33,00	b
Ácido sulfúrico	8,00	c
Testemunha	1,00	d

Figura 4. Emergência das plantas escarificadas com lixa na primeira semana de avaliação, 7 dias após a semeadura.

Quando comparada à testemunha, evidencia-se que a escarificação mecânica é um método bastante eficiente para quebrar a dormência tegumentar existente nesta espécie. Monteiro et al. (1997) observou que as sementes submetidas a este tratamento obtiveram a germinação superior à das sementes intactas, emergindo 6 dias após a semeadura, o que comprova os resultados obtidos neste presente estudo. Segundo Frank et al (1998), a escarificação mecânica, embora seja uma técnica que acarrete em ranhuras no tegumento das sementes, ela aumenta a permeabilidade da mesma, permitindo assim a embebição e aceleração do inicio do processo de germinação.

Trabalhos recentes como Ferreira et al (2013) também comprovam a eficiência da escarificação em sementes de *Enterolonium contortisiliquum*, mostrando uma taxa de germinação de aproximadamente 95% das sementes submetidas a este método.

No tratamento onde foi utilizada a imersão em água quente, obtiveram-se bons resultados de emergência com o passar das semanas em comparação com a testemnha. Na 4° semana de avaliação, o total de plantas emergidas chegou a 61%, sendo o segundo melhor método de quebra de dormência apresentado. Observa-se que são necessários entre 2 a 3 semanas para ocorrer a emergência das plantas, demonstrando que este método possui boa eficácia, porém uma menor velocidade de emergência comparada ao tratamento 3.

Na literatura, não há trabalhos que demonstram os efeitos deste tratamento sobre as sementes de Timbaúva. Estes dados demonstram que a imersão em água quente pode ser uma boa opção para a superação da dormência de sementes desta espécie.

Para o tratamento envolvendo ácido sulfúrico, os resultados obtidos não foram satisfatórios. As plantas emergiram escalonadamente com o decorrer das semanas de avaliação. O total de plantas emergidas ao final da 4° semana chegou a 15%, resultado diferente do observado por Meneghello et al (2000) em que a exposição das sementes de *Enterolobium contortisiliquum* ao ácido sulfúrico (H_2SO_4) proporcionou uma emergência de plantas em torno dos 55%. Estudos de Brito (2013) similarmente envolvendo ácido sulfúrico na quebra da dormência também demonstraram a eficiência deste método, permitindo a quebra da dormência e posterior emergência de 80% do total de sementes. A maior eficiência na superação da dormência das sementes de timbaúva utilizando-se ácido sulfúrico nos trabalhos acima citados em relação ao presente trabalho pode ser explicada pelo tempo de exposição das sementes ao ácido sulfúrico. Enquanto nos trabalhos de Meneghello et al (2000) e Brito (2013) as sementes foram imersas pelo tempo de 10 e 15 minutos respectivamente, no presente trabalho, o tempo de imersão foi de apenas 30 segundos não sendo suficiente para provocar a escarificação química do tegumento, não afetando a sua rigidez e permitir que o embrião se desenvolva.

Somente 2% das sementes intactas que não sofreram influência de nenhum tratamento emergiram. Estes dados assemelham-se com os trabalhos de Monteiro e Ramos (1997) que encontraram em seus estudos apenas 5,13% de emergência. Ferreira (2013) observou em seus estudos que as sementes intactas não germinam, confirmando a dormência causada pela impermeabilidade do tegumento a água na espécie estudada.

Com relação a determinação quanto a morfologia da germinação dos cotilédones, foi possível observar na 1° semana após a semeadura, que as plantas de *Enterolobium contortisiliquum* possuem germinação epígea (Figura 5).

Figura 5. Germinação do tipo epígea de *Enterolobium contortisiliquum.*

O mesmo resultado foi encontrado no trabalho de Matheus (2008), que além de observar o mesmo tipo de germinação, também constatou que esta espécie é classificada como fanerocotiledonar, ou seja, a plântula expõe os seus cotilédones os quais ficam livres do tegumento da semente.

4. CONCLUSÕES

Dentre os métodos analisados, a escarificação mecânica com lixa número 80 é o melhor método para superação da dormência de *Enterolobium contortisiliquum,* que aos 7 dias já haviam germinado 89% das sementes submetidas a esse tratamento. A espécie florestal estudada possui germinação do tipo epígea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, A.C.V; PINTO, M.A.D.S.C; OLIVEIRA,P.L; SILVA, A.M.G. ARAÚJO,A.V.

Superação de dormência de semente de *Enterolobium contortisiliquum* (vell.) Morong submetidas a diferentes tratamentos. Xii jornada de ensino, pesquisa e extensão- JEPEX 2013. UFRPE: Recife, 9 a 13 de Dezembro.

CARVALHO P. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília: EMBRAPA Informação tecnológica; 2003. 1039 p.

EIRA, M.T.S; FREITAS, R.W.A; MELLO, C.M.C. **Superação da dormência de sementes de Enterolobium contortisiliquum (VELL.) Morong. Leguminosae**. Revista Brasileira de Sementes 1993; 15:177- 181.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: Do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Editora Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, C; LOPES, I; LÚCIO, A.F.N. **Métodos para superar dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (vell.) Morong.** Engenharia Ambiental- Espeirito Santo do Pinhal, v.10, n.1, p.043-047, jan./fev.2013.

FOWLER, A.J.P.; BIANCHETTI,**A. Dormência em sementes florestais**.Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27p.

FRANKE, L.B; BASEGGIO,J; **Superação da dormência em sementes de Desmodium incanum DC e Lathyrus nervosus Lam.** Revista Brasileira de sementes, Brasília, v.20, n.2, p.420-424, 1998.

LÊDO AAM. **Estudo da dormência em semente de Guapuruvú (Schizolobium parahyba (Vell.) Blake) e Orelha de Negro (Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong) e métodos para sua quebra.** 1977. 57f. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa ,Viçosa.1977.

MATHEUS, M.T; FREITAS, A.R; LOPES, J.C. **Classificação de espécies florestais quanto à morfologia da germinação.** Disponível em:< http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2010/anais/arquivos/0601_0736_02.pdf>. Acesso em: 22 de Junho de 2018.

MENEGHELLO, G.E; MORAES, D.M; LOPES, N.F; MORAES, R. C. P. **Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum*.(VELL.) MORONG.** Agropecuária clima temperado, Pelotas, v.3, n.2, p.199-204,2000.

MONTEIRO, P.P.M; RAMOS, F.A. **Beneficiamento e quebra de dormência de sementes em cinco espécies florestais do cerrado.** Revista árvore, Viçosa,v.21,n.2,p.169-174,1997.

PATRO, Raquel; **Tamboril – *Enterolobium contortisiliquum***. Disponível em: < https://www.jardineiro.net/plantas/tamboril-enterolobium-contortisiliquum.html>. Acesso em: 25 Abril de 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 819p.

Necessidade de correção da acidez do solo no cultivo de cedro australiano e mogno africano

Need for soil acidity correction in Australian cedar and African mahogany cultivation

Gutiérri Lourenço Campos[1]
Clovis Orlando Da Ros[1]
Geovane Sestari[1]
Cabrieli Aline Jaeger[1]
Maitê Luana Weber[1]
Emerson Henrique de Oliveira Furtado[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM - Campus de Frederico Westphalen. Linha 7 de Setembro, BR 386 Km 40, Frederico Westphalen – RS, CEP: 98400-000, Caixa Postal 54. gutierri_lorenco33@hotmail.com; clovisdaros@gmail.com; geovanesestari@hotmail.com; cabrieli@hotmail.com; maiteluanaweber@gmail.com; emersonheriquo35@gmail.com

Resumo: O objetivo do estudo foi quantificar o crescimento inicial das plantas de cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. australis) e mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) com diferentes níveis de calagem. O delineamento foi inteiramente casualizado, com sete repetições, no esquema fatorial 2 x 3, com duas espécies florestais (cedro australiano e mogno africano) e três níveis de calagem: sem calagem, calagem para elevar a saturação por bases a 40% (2.0 Mg ha^{-1} com PRNT de 100%) e calagem para elevar saturação por bases a 80% (5,1 Mg ha^{-1} com PRNT de 100%). As unidades experimentais foram vasos de 6,0 litros preenchidos com Latossolo Vermelho aluminoférrico típico, com 610,4 g dm^{-3} de argila; 7,8 $cmol_c$ dm^{-3} de CTC potencial; 14,6% de saturação por bases; 65,2% de saturação por Al e pH de 5,1. Os parâmetros de crescimento, avaliados aos 15 meses do plantio, responderam aos níveis de calagem de forma semelhante nas duas espécies florestais. Não houve diferença entre as doses de calcário utilizadas para elevar a saturação por bases a 40 e 80%, indicando que a menor dose de calcário foi suficiente para adequar o ambiente para o cultivo das duas espécies florestais.
Palavras-chave: *Toona ciliata*; *Khaya ivorensis;* calcário, crescimento de plantas.

Abstract: The objective of the study was to quantify the initial growth of Australian cedar (Toona ciliata M. Roem var. Australis) and African mahogany (Khaya ivorensis A. Chev.) with different levels of liming. The design was completely randomized, with seven replications, in the 2 x 3 factorial scheme, with two forest species (Australian cedar and African mahogany) and three levels of liming: no liming, liming to raise base saturation to 40% (2.0 Mg ha^{-1} with 100% PRNT) and liming to raise base saturation to 80% (5.1 Mg ha^{-1} with 100% PRNT). The experimental units were pots of 6.0 liters filled with Oxisol, with 610.4 g dm^{-3} of clay; 7.8 cmolc dm^{-3} potential CTC; 14.6% base saturation; 65.2% saturation per Al and pH of 5.1. The growth parameters, evaluated at 15 months of planting, corresponded to liming levels similarly in both forest species. There was no difference between the limestone doses used to raise the base saturation to 40 and 80%, indicating that the lowest limestone dose was sufficient to adequate the environment for the cultivation of the two forest species.
Keywords: *Toona ciliata*; *Khaya ivorensis*; limestone, plant grow.

1. INTRODUÇÃO

O mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) originário da África ocidental e o cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. australis) das regiões tropicais da

Austrália estão entre as principais madeiras nobres introduzidas no Brasil (PINHEIRO et al., 2011; VILELA; STEHLING, 2012).

As duas espécies são pioneiras de crescimento rápido, de grande porte e de madeira de alto valor comercial (FRANÇA et al., 2015). Os cultivos comerciais podem ser realizados em grande parte do território nacional (ROSA, 2014), porém, a disponibilidade de informações sobre calagem é limitada em comparação aos cultivos de *Pinus* e *Eucalyptus* (CORCIOLI et al., 2016; RIBEIRO et al., 2017).

A calagem dever ser a primeira prática de manejo da fertilidade do solo em áreas de cultivos de plantas, com o objetivo de corrigir a acidez do solo e minimizar o efeito tóxico do Al trocável às plantas (ZOZ et al., 2009). No entanto, a adaptação às condições de acidez do solo é diferente entre as espécies florestais, com resposta variável com elevação da saturação por bases (BRAGA et al., 2015).

Em solo com alta acidez, VARGAS e MARQUES (2017) encontraram maior crescimento das plantas de canafístula (*Senna multijuga*) e de angico (*Anadanthera colubrina*) quando a saturação por bases no solo foi elevada para 20 e 50%, respectivamente. Com mudas de ipê roxo (*Tabebuia heptaphylla),* CRUZ et al. (2004) recomendam elevar a saturação por bases a 50%. BRAGA et al. (2015) encontraram resposta com a elevação de saturação por bases a 50% no cultivo do cedro australiano (*Toona ciliata*) e de 64% no eucalipto (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*). No entanto, OLIVEIRA et al. (2015) recomendam saturação de bases entre 60 e 75 % para o cultivo de cedro australiano.

Neste contexto, o objetivo do estudo foi avaliar o crescimento inicial das plantas de cedro australiano e de mogno africano em diferentes níveis de calagem em solo com baixa saturação por bases e alta saturação por alumínio.

2. METODOLOGIA DO TRABALHO

O estudo foi realizado durante 15 meses, de dezembro de 2016 a março de 2018, no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen, RS, localizado na latitude 27º23’46” Sul, longitude 53º25’32” Oeste e altitude de 490 m. O clima da região é subtropical úmido com verão quente, tipo Cfa, com máximas iguais ou superiores a 22°C, mínimas entre -3 a 18°C e precipitação média anual entre 1.900 e 2.200 mm (ALVARES et al., 2013).

O solo utilizado no experimento, caracterizado como Latossolo Vermelho aluminoférrico típico (EMBRAPA, 2014), foi coletado na camada de 20-80 cm em uma área de vegetação permanente de gramíneas. Os atributos químicos foram quantificados conforme metodologias de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo, descrita em Silva et al. (2009): 16,4 g dm^{-3} de matéria orgânica; 2,3 mg dm^{-3} de P; 19,9 mg dm^{-3} de K; 0,74 $cmol_c$ dm^{-3} de Ca; 0,37 $cmol_c$ dm^{-3} de Mg; 2,14 $cmol_c$ dm^{-3} de Al trocável; 6,67 $cmol_c$ dm^{-3} de acidez potencial (H + Al); 7,80 $cmol_c$ dm^{-3} de CTC potencial; 14,6% de saturação por bases; 65,2% de saturação por Al; índice SMP de 5,3 e pH de 5,1 . A análise granulométrica do solo foi de 610,4 g dm^{-3} de argila, 270,5 g kg^{-1} de silte e 120,0 g kg^{-1} de areia, determinada conforme EMBRAPA (2011).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com sete repetições, no esquema fatorial 2 x 3, com duas espécies florestais e três níveis de calagem. As espécies florestais foram o cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. australis) e mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.). Os níveis de calagem foram: N1: sem

calagem; N2: calagem para elevar a saturação por bases do solo a 40%; e N3: calagem para elevar a saturação por bases do solo a 80%.

A necessidade de calcário foi de 2,0 Mg ha^{-1} (PRNT de 100%) para elevar a saturação por bases a 40% e de 5,1 Mg ha^{-1} (PRNT de 100%) para elevar a saturação por bases a 80%. O cálculo da necessidade de calcário foi com base na recomendação de calagem para as espécies florestais nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SBCS, 2016), conforme a equação: NC = CTC (V2 – V1)/100, onde: NC é a necessidade de calcário (Mg ha^{-1}); V2 é a percentagem de saturação por bases desejada; V1 é a saturação por bases do solo; e a CTC potencial é a capacidade de troca de cátions determinada a pH 7,0. O calcário utilizado foi o dolomítico com partículas menores que 0,30 mm (reatividade de 100%) e com 80,4% de poder de neutralização.

As unidades experimentais foram vasos de 6,0 litros preenchidos com solo peneirado em malha de 4,0 mm, contendo uma muda por vaso.

As mudas foram produzidas no Viveiro Florestal da UFSM, campus de Frederico Westphalen, com sementes provenientes do Instituto Brasileiro de Florestas. As mudas foram plantadas nos vasos em 15/12/2016, com 10,2 e 11,1 cm de tamanho médio para o cedro australiano e mogno africano, respectivamente. Após o transplante foram colocadas na estufa sob quatro irrigações diárias, equivalente a 7,8 mm dia^{-1}, para atingir umidade a 65% da capacidade de campo.

Juntamente com o calcário foi aplicado no plantio das mudas o equivalente a 2 kg ha^{-1} de N; 80 kg de P_2O_5 e 120 kg ha^{-1} de K_2O, na forma de ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio. Em cobertura, aos três, seis e nove meses do plantio, foram aplicados 175 ml por unidade experimental da solução contendo 1,65 g de ureia L^{-1}; 1,25 g de KCl L^{-1}, equivalente as doses de 40 kg ha^{-1} de N e de K_2O.

Aos 15 meses do plantio foram avaliados os seguintes parâmetros de crescimento: altura das plantas, diâmetro do colo e a massa seca da parte aérea e raízes. A altura da parte aérea foi medida com régua graduada do colo da planta até o ápice caulinar e o diâmetro do colo foi medido com paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm. A massa seca da parte aérea foi avaliada após o corte do caule rente ao solo e das raízes depois de separadas do solo com auxílio de peneira de 2,0 mm e secagem em estufa a 65ºC, até massa constante.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando apresentaram interação significativa, desdobraram-se os efeitos do fator espécie dentro de cada nível do fator calagem. As médias do fator espécie foram comparadas pelo teste de F ($p < 0,05$) e do fator calcário pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Os dados foram analisados no programa estatístico computacional Sisvar (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de crescimento, referente à altura de plantas, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea e raízes, avaliados aos 15 meses do plantio das mudas das espécies florestais, não apresentaram interação significativa entre o fator espécie e o fator nível de calagem (Tabela 1).

Estes resultados indicam que as duas espécies florestais apresentaram a mesma tendência de resposta aos níveis de calagem e podem ser agrupadas no mesmo critério de avaliação da necessidade de calagem.

Tabela 1. Coeficiente de variação e a probabilidade do teste F da análise da variância para os parâmetros de crescimento avaliados aos 15 meses do plantio referente aos fatores espécies e níveis de calagem e a interação entre os dois fatores de variação.

PARÂMETROS AVALIADOS	PROBABILIDADE DO TESTE F			COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
	Espécie	**Calagem**	**Interação**	
	(E)	(C)	(E x C)	(%)
Altura	0,0261*	0,0000*	0,1710^{ns}	10,8
Diâmetro do colo	0,0024*	0,0108*	0,6578^{ns}	12,6
MS parte aérea$^{(1)}$	0,0000*	0,0054*	0,3952^{ns}	29,7
MS raízes	0,0000*	0,0023*	0,4505^{ns}	25,6
MS total	0,0000*	0,001^{5*}	0,4570^{ns}	25,1

[3] MS: massa seca. * e ^{ns}: significativa e não significativa a 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$).

A altura das plantas, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea e das raízes nas duas espécies florestais foi menor no solo que não recebeu calagem em comparação aos tratamentos com calagem (Tabela 2). O incremento em altura de plantas e de massa seca total (parte aérea e raízes) entre o tratamento sem calagem e o tratamento com saturação de bases de 40% foi de 18,4 e 39,9%, respectivamente A baixa saturação por bases e a alta saturação por alumínio trocável no solo no plantio das mudas provavelmente foram os fatores limitaram o crescimento das plantas.

Tabela 2. Altura, diâmetro do colo e massa seca (MS) da parte aérea e raízes das plantas das espécies florestais avaliadas aos 15 meses do plantio em função dos níveis de calagem. Média dos valores das duas espécies florestais

PARÂMETROS AVALIADOS	NÍVEIS DE CALAGEM		
	Sem calagem	**V = 40%**	**V = 80%**
Altura (cm)	65,3 b*	77,3 a	83,5 a
Diâmetro do colo (mm)	17,1 b	19,5 a	19,7 a
MS parte aérea (g planta^{-1})	27,7 b	39,9 a	39,5 a
MS raízes (g planta^{-1})	44,4 b	60,3 a	63,8 a
MS total (g planta^{-1})	72,1 b	100,2 a	103,3 a

*Médias não seguidas pela mesma letra, na linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A resposta à calagem normalmente ocorre quando a acidez do solo está associada à presença de Al trocável acima do limite crítico de crescimento das plantas, acrescido de baixa disponibilidade de nutrientes, principalmente de Ca e Mg que são adicionados com o uso de calcários dolomíticos (SBCS, 2016). OLMOS e CAMARGO (1976) especificaram que o limite crítico de saturação das cargas efetivas do solo por Al trocável é de 15% como não prejudicial para o crescimento da maioria das plantas. Observa-se que este valor foi inferior ao encontrado no solo na implantação das espécies florestais (65,2%) e, provavelmente, foi o fator limitante ao crescimento das plantas. Os dados de massa seca da parte aérea e radicular mostram redução de 26,4 e 30,6%, respectivamente, no tratamento sem calagem

em comparação a adição de calcário para elevar a saturação por bases a 40% (Tabela 2).

O alumínio é um dos principais responsáveis pela redução do crescimento do sistema radicular, conforme observado nos dados de massa seca das raízes das duas espécies florestais (Tabela 2). As plantas ao serem afetadas pelo cátion tóxico apresentam com frequência sintomas de déficit nutricional, uma vez que o elemento interfere no processo de absorção, translocação e transporte de nutrientes (MIGUEL et al., 2010).

Com relação à saturação por bases, estudos mostram que a resposta das plantas no cultivo de cedro australiano é variável, dependendo do tipo de solo, com níveis adequados entre 20 a 75% (CRUZ et al, 200; BRAGA et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015; VARGAS; MARQUES, 2017). No caso do mogno africano as informações são restritas e não tem delimitação da saturação de bases adequada para o cultivo desta espécie florestal.

A recomendação de calagem para espécies florestais nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SBCS, 2016) delimitam valor igual ou menor que 40% de saturação de bases como parâmetro de tomada de decisão para a aplicação de calcário, porém não está incluído o mogno africano. Como houve resposta à calagem nos parâmetros morfológicos avaliados das duas espécies somente até a saturação por bases de 40%, indica que não há necessidade de doses maiores de calcário. Assim, pode ser utilizado o valor de saturação de bases de 40% para tomada de decisão da necessidade de calagem, igual ao utilizado pela SBCS (2016).

4. CONCLUSÕES

As duas espécies florestais apresentam a mesma tendência de resposta aos níveis de calagem e podem ser agrupadas no mesmo parâmetro de avaliação da necessidade de calagem, utilizando 40% de saturação por bases como limite máximo para a recomendação de calagem.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (CNPq/UFSM).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G.. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013

BRAGA, M. M.; NETO, A. E. F.; OLIVEIRA, A. H. Influência da saturação por bases na qualidade e crescimento de mudas de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. australis). **Ciência Florestal,** Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 49-58, 2015.

CORCIOLI, G.; BORGES, J. D.; JESUS, R. P. Deficiência de macro e micronutrientes em mudas maduras de *Khaya ivorensis* estudadas em viveiro. **Cerne**, Lavras, v. 22, n. 1, p. 121-128, 2016.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GOMES, K. C. O.; GUERRERO, C. R. A. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê- roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 66, p.100-107, 2004.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011, 230 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 4. ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2014. 376 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.

FRANÇA, T. S. F. A.; ARANTES, M. D. C.; PAES, J. B.; VIDAURRE, G. B.; OLIVEIRA, J. T. S.; BARAÚNA, E. E, P. Características anatômicas e propriedades físico-mecânicas das madeiras de duas espécies de mogno africano. **Cerne**, Lavras. v. 21, n. 4, p. 633-640, 2015.

MIGUEL, P. S. B.; GOMES, F. T.; ROCHA, W. S. D.; CARVALHO, C. A.; OLIVEIRA, A. V. Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. **CES Revista**, Juiz de Fora, v. 24, p. 11-30, 2010.

OLIVEIRA, C. S. **Efeito do fósforo no desenvolvimento inicial de plantas de mogno-africano**. 2015. 18 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, 2015.

OLMOS, J. I. L.; CAMARGO, M. N. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. **Ciência Cultura**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 171 - 180, 1976.

PINHEIRO, A. L.; COUTO, L.; PINHEIRO, D. T.; BRUNETTA, J. M. F. C. **Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilização dos mognos-africanos** (*Khaya spp*.). Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura, 2011. 102 p.

RIBEIRO, A.; FILHO, A. C. F.; SCOLFORO, J. R. S. O cultivo do mogno africano (*Khaya* spp.) e o crescimento da atividade no Brasil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, p. 1-11, 2017.

ROSA, F. O. **Zoneamento edafoclimático e respostas do mogno africano às condições do cerrado**. 2014. 85 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

SBCS – SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11 ed. Frederico Westphalen: Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016. 376 p.

SILVA, F. C.; ABREU, M. F.; PÉREZ, D. V. Métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. In: SILVA, F. C. (Editor técnico). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológica. 2009. p. 107-189.

VARGAS, G.; MARQUES, R. Crescimento e nutrição de angico e canafístula sob calagem e gessagem. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, p. 1-10, 2017.

VILELA, E. S.; STEHLING, E. C. Recomendações de plantio para cedro australiano. Campo Belo: **Bela Vista Florestal**, Versão 1.2. 2012, 23p.

ZOZ, T.; LANA, M. C.; STEINER, F.; FRANDOLOSO, J. F.; FEY, R. Influência do pH do solo e de fertilizantes fosfatados sobre a adsorção de fósforo em Latossolo vermelho. **Synergismus Scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v. 4, n. 1, p. 1-3, 2009.

Superação de dormência em sementes de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth)

Overcoming of numbness in seeds of sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth)

Álvaro André Alba da Silva [1]
Axel Bruno Mariotto[1]
Adriele Storck[1]
Diéssica Leticia Junges[1]
Fernanda Devens[1]
Edison Bisognin Cantarelli[2]

[1] Universidade Federal de Santa Maria campus Frederico Westphalen, UFSM.
Endereço: Linha 7 de Setembro, s/n, Frederico Westphalen/RS, 98400-000.
E-mail: alvaroalba1@outlook.com

[2] Universidade Federal de Santa Maria campus Frederico Westphalen, UFSM.
Endereço: Linha 7 de Setembro, s/n, Frederico Westphalen/RS, 98400-000.
E-mail: engedison@yahoo.com

Resumo: A sibipiruna é uma espécie ornamental nativa brasileira, muito utilizada no paisagismo para arborização urbana, possui madeira de textura média utilizada para diversas finalidades. A superação de dormência em sementes florestais, pode ser fator limitante para a sobrevivência e disseminação das mais variadas espécies. Desse modo, objetivo deste estudo foi identificar o método mais eficiente para superação da dormência em sementes de sibipiruna, assim como identificar o tipo de germinação com relação aos cotilédones. O experimento foi realizado em casa de vegetação nos meses de abril e junho de 2018, onde foi utilizado três tratamentos para superação da dormência: Tratamento 1 (T1) testemunha, apenas submetida a germinação sem nenhum método para quebra da dormência; T2, utilizou-se o método de escarificação mecânica com lixa 80%; e o T3 sendo as sementes submetidas a imersão em água quente, as avaliações foram realizadas a cada 7 dias, contando a partir da semeadura. Os resultados obtidos, descrevem que a imersão em água quente inibe a germinação desta espécie, o método de escarificação foi eficaz no arranque inicial de germinação, mas apenas a semeadura sem nenhum método de superação de dormência apresentou eficiência na germinação epígea da espécie.
Palavras-chave: nativa, tegumento, germinação, cotilédones.

Abstract: The sibipiruna is a Brazilian native ornamental species, much used in the landscaping for urban arborization, has wood of medium texture used for different purposes. The overcoming of dormancy in forest seeds may be a limiting factor for the survival and dissemination of the most varied species. Thus, the objective of this study was to identify the most efficient method to overcome dormancy in sibipiruna seeds, as well as to identify the type of germination with respect to cotyledons. The experiment was carried out in a greenhouse in April and June 2018, where three treatments were used to overcome dormancy: Treatment 1 (T1) control, only submitted to germination without any method to break dormancy; T2, the mechanical scarification method was used with 80% sandpaper; and the T3 being the seeds submitted to immersion in hot water, the evaluations were carried out every 7 days counting from the sowing. The results obtained describe that the immersion in hot water inhibits the germination of this species, the scarification method was effective at the initial germination start, but only sowing without any dormancy overrun method showed efficiency in the epigene germination of the species.
Key words: native, tegument, germination, cotyledons.

1. INTRODUÇÃO

Conhecida popularmente como sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth), espécie pertencente à Família Leguminosae (Caesalpinaceae), é uma planta semidecídua, heliófita, com altura variando de 8-16 m, com o tronco de 30-40 cm de diâmetro, folhas compostas bipinadas, sua floração ocorre entre agosto e novembro, possui frutos maduros de julho até setembro, produzindo anualmente grande quantidade de sementes. No que se refere a emergência, suas sementes frescas germinam em torno de 60% (Lorenzi, 2002a).

Em relação a madeira, é considerada moderadamente pesada, de textura média, e com boa durabilidade natural. Pode ser empregada para a construção civil, como caibros e ripas, para a estrutura de móveis e caixotaria em geral. A árvore apresenta copa ornamental, sendo atualmente uma das espécies essências nativas mais cultivadas na arborização urbana de ruas e também utilizadas em plantios mistos para recuperação de áreas degradadas pelo seu rápido crescimento e grande poder germinativo (Lorenzi, 2002b; Campos et al., 1986).

A determinação das atividades de coleta, beneficiamento e produção de mudas, está relacionada diretamente com a alta variação nos aspectos morfológicos e fisiológicos, da grande diversidade de sementes que as espécies arbóreas nativas possuem (Carvalho et al., 1980). Entretanto, pouca atenção é dada a esse tipo de espécies, sendo relacionado às dificuldades na obtenção de suas sementes e ao processo de dormência das sementes de algumas dessas espécies, aonde apresenta-se como um fenômeno comum em sementes florestais (Nassif e Perez, 1997).

A dormência pode ser considerada uma distribuição da germinação em diferentes períodos de tempo, aonde esse resultado simboliza a estratégia evolutiva das espécies, para garantir que algumas sementes encontrem condições ambientais favoráveis para germinação e permanência da plântula, protege as sementes da deterioração e sendo superada ao longo do tempo, sob condições naturais de ambiente (Bianchetti, 1989).

A dormência caracteriza-se, pela incapacidade de controlar a germinação de sementes mesmo quando exposta a condições ideais de ambiente, sendo sua ocorrência de forma primária, quando já está presente nas sementes colhidas, e de forma secundária, quando é ocasionada por modificações fisiológicas decorrentes da exposição a condições desfavoráveis de germinação pós colheita (Vieira e Fernandes, 1997).

A superação de dormência exógena possui diversos métodos de utilização, entre eles, os mais utilizados destacam-se em escarificação mecânica (com o uso de superfícies abrasivas), escarificação química (através da imersão em substâncias ácidas) e a imersão em água quente (Popinigis, 1985).

Diante disso, o objetivo deste estudo é identificar qual o método mais eficiente para superação de dormência em sementes de sibipiruna, bem como realizar a identificação do tipo de germinação com relação aos cotilédones.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no viveiro florestal da Universidade Federal de Santa Maria campus de Frederico Westphalen no período

de 42 dias. Neste experimento utilizou-se sementes de *Caesalpinia peltophoroides* coletadas e armazenadas há um ano em câmara fria.

Para identificar a viabilidade germinativa das sementes, as mesmas foram imersas em um Becker contendo água, as que flutuaram foram descartadas e não utilizadas, assim foram separadas 54 sementes para o Tratamento 1 (Testemunha), 54 sementes para o Tratamento 2 (Escarificação mecânica) e 54 sementes para o Tratamento 3 (Imersão em água quente) (Figura 1. Respectivamente C, D e E). A escarificação mecânica realizou-se com lixa 80%, sendo feito então a escarificação do tegumento. A imersão em água quente se deu em uma temperatura de 80ºC onde as sementes foram submersas por 2 minutos.

Figura 1. A- Mistura do substrato comercial com pó de rocha; B- Semeadura das semestes; C- T1 (Testemunha); D- T2 (Escarificação mecânica); E- T3 (Imersão em água quente).

Foram utilizados um total de 162 tubetes de 170 cm^3 dispostos em 3 bandejas, uma para cada tratamento, para seu acondicionamento e suporte, os tubetes foram preenchidos com substrato comercial (Composto por: Vermiculita expandida, casca de pinus/eucalipto, fibra de coco e fibra de papel recuperada) na proporção 3 para 1 em mistura com pó de rocha (Figura1. A). Os tubetes foram distribuídos em bandejas 6 x 9 (54 tubetes) e levados para casa de vegetação com irrigação por aspersão, os tratamentos foram identificados em cada bandeja e depositados sobre as bancadas. Posteriormente, foi semeado cada tratamento, pela mesma pessoa objetivando um padrão no momento da semeadura (Figura 1. B).

Levando em consideração o cotilédone e o hipocótilo, além da análise do tipo de germinação da semente, epígia ou hipógia, foram avaliados também os números de sementes germinadas em um intervalo de tempo de 7 dias após a semeadura (DAS), contados a partir da data de semeadura, até que fosse observada a estabilização do número de sementes germinadas. Com base no resultado final da avalição se obteve a taxa de germinação das sementes. Os dados foram submetidos a análise de variância seguido de regressão, pelo teste de Tukey 5% de

significância, e o gráfico apresentado elaborado com o auxílio do programa SigmaPlot.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A superação da dormência para sementes de *Caesalpinia peltophoroides*, mostrou-se mais eficiente quando submetida à germinação direta, ou seja, sem a utilização de qualquer método de quebra de dormência, apresentando um percentual germinativo positivo de 90,74% aos 21 DAS, sendo aproximadamente 29% mais eficaz na taxa de incremento da germinação, quando comparado ao tratamento 2 com o uso de escarificação, que apresentou 61,11% na taxa de germinação (Tabela 1).

Tabela 1. Taxa de germinação de Caesalpinia peltophoroides a cada 7 dias após a semeadura.

	Taxa de germinação (%)				
Tratamentos	7 DAS	14 DAS	21 DAS	28 DAS	35 DAS
T1	7,40 b	85,18 a	90,74 a	90,74 a	90,74 a
T2	24,07 a	61,11 b	61,11 b	61,11 b	61,11 b
T3	0,00 b	0,00c	0,00 c	0,00 c	0,00 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância

Estes resultados nos levam a pensar que a dormência tegumentar da sibipiruna é pouco resistente, onde acaba facilitando a entrada de água e o processo de embebição da semente.

Os processos de embebição das sementes possui relevante importância, ocorrente em sementes vivas ou mortas, neste processo físico a semente absorve as moléculas de água que passam a ocupar os espaços livres, aumentando o volume, pressionando a casca e rompendo (Sampaio et al., 2001). A embebição é dependente de condições favoráveis de temperatura e água disponível, assim a capacidade de reter a água absorvida, irá determinar o processo de germinação (Perez e Moraes, 1991).

O tratamento 2, método de escarificação mecânica, mostrou-se ineficiente após aos 7 DAS, quando comparado ao tratamento 1, apresentando uma curva linearizada que sofreu aumento apenas entre a primeira e a segunda avaliação, aonde estabilizou a taxa de germinação a partir dos 14 DAS (Figura 2). Em contraponto a isso, estudos realizados com *Tamarindus indica* L. e *Hyphaene thebaica* Mart. Identificaram a escarificação mecânica do tegumento como o método de maior eficiência na superação de dormência das sementes (Roza et al., 1995; Moussa et al., 1998).

O método de quebra de dormência por escarificação, mesmo não apresentando superioridade em germinação aos 14 e aos 21 DAS, mostrou-se eficiente na velocidade de germinação inicial, onde na primeira avaliação aos 7 DAS, obteve 24% de taxa germinativa das sementes, um acréscimo de 16,6%, quando comparado a testemunha. Este resultado vem ao encontro das conclusões obtidas por Lopes et al. (1998), em teste de germinação de sementes não tratadas (intactas), onde o índice inicial de germinação foi maior para sementes de *Samanea saman* Merrill e *Caesalpinea ferrea* Mart., submetidas a escarificação.

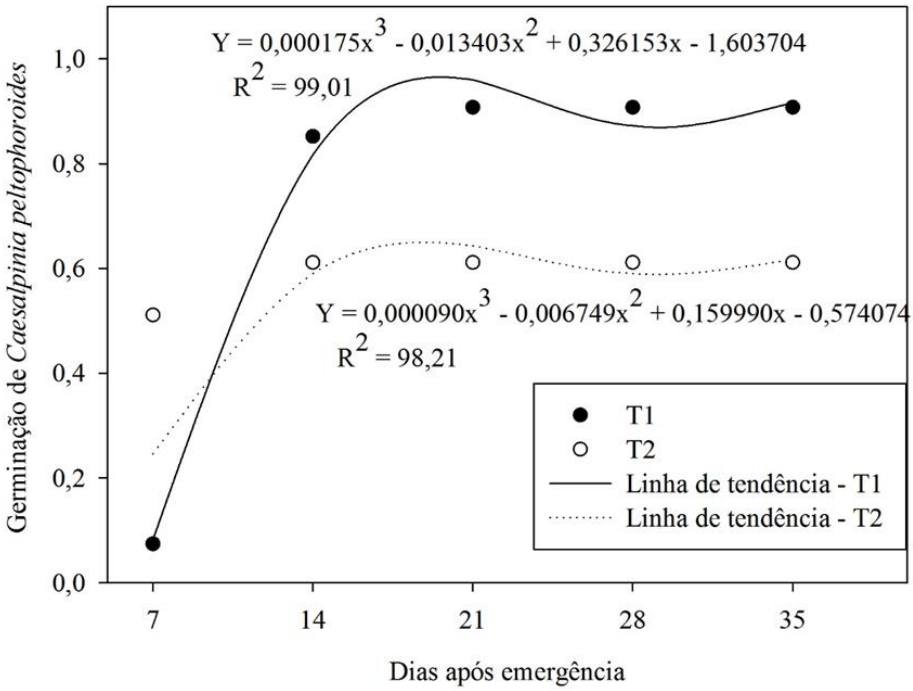


Figura 2. Germinação de Caesalpinia peltophoroides submetida a diferentes tratamentos de superação de dormência, avaliadas dos 7 aos 35 dias após a semeadura.

Esse arranque inicial (Figura 2) pode ser explicado pelo fato das sementes submetidas a escarificação, possuírem um contato direto e mais rápido com a água e condições favoráveis de temperatura do solo, no tratamento 1 o pico de germinação ocorreu somente após a primeira avaliação, ou seja, logo após a superação da dormência tegumentar das sementes.

Os resultados obtidos com o tratamento de imersão em água quente a 80ºC não foram satisfatórios para a semente de *Caesalpinia peltophoroides* a ausência de germinação desse tratamento nos leva a crer, como segundo Grus et al. (1984) relatou para outra espécie do gênero *Caesalpinia*, que esse tipo de tratamento foi prejudicial ás sementes, levando a morte ou danificação do embrião.

Em trabalho com a espécie *Caesalpinia ferrea* do mesmo gênero da sibipiruna, observou-se resultados semelhantes aos desse trabalho em relação a germinação, possivelmente o gênero tem uma semente mais sensível a exposição em água quente tendo um efeito contrário e não beneficiando a germinação das sementes (Gnoatto e Cruz-Silva, 2011).

Assim, de acordo com os resultados apresentados, a imersão em água a 80ºC inibe a germinação, a escarificação com lixa 80% é eficaz no arranque inicial de germinação, e apenas a semeadura sem nenhum método de superação de dormência apresenta eficiência na germinação desta espécie.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que o tipo de germinação é epígea, e não se recomenda fazer quebra de dormência para sementes de *Caesalpinia peltophorides*.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Dr. Eng. Florestal Edison Bisognin Cantarelli, professor da disciplina de Silvicultura Geral, por ter nos instigado e auxiliado a realizar esse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BINCHETTI, A. Tratamentos pré-germinativos para sementes florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, Atibaia. **Anais do...** Atibaia: SEMA-SP/IF, p. 237-246. 1989.

CAMPOS, L. A. A.; SA, J. C. A.; DENATE, M. E. S. P.; VELHO, L. M. L. S.; VICENTE, M. E. A. Influência de profundidades de semeadura e substratos no desenvolvimento inicial de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth). **Científica**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 101-103, 1986.

CARVALHO, N. M.; SOUZA FILHO, J. F.; GRAZIANO, T. T.; AGUIAR, I. B. Maturação fisiológica de sementes de amendoim-do-campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 2, n. 2, p. 23 - 27, 1980.

GNOATTO, F. L. C.; CRUZ-SILVA, C. T. A. Superação da dormência em sementes de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. *ex* Tul. var. *leiostachya* Benth.). **Cultivando o saber**, Cascavel, v. 4, n. 2, p. 81 - 94, 2011.

GRUS, V. M.; DEMATTÊ, M. E. S. P.; GRAZIANO, T. T**.** Germinação de sementes de Pauferro e Cássia-jananesa submetidas a tratamentos para quebra de dormência**. Revista Brasileira de Sementes**, v. 6, n. 2, p.29 - 36, 1984.

LOPES, J. C.; CAPUCHO, M. T.; KROHLING, B.; ZANOTTI, P. Germinação de sementes de espécies florestais de *Caesalpinia ferrea* Mart. *ex*. Tul. var. *leiostachya*., *Cássia grandis* L. e *Samanea saman* Merrill, após tratamentos para superar a dormência. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p. 80 - 86, 1998.

LORENZI, H. *Caesalpinia peltophoroides* Benth. In: LORENZI, H. Árvores Brasileiras. **Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil.** Nova Odessa: Plantarum, 2002a.
LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual Dedicação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil.** Nova Odessa. Ed. Plantarum, v. 1, p. 368, 2002b.

MOUSSA, H. MARGOLIS, H. A. DUBÉ, P. A. ODONGO, J. Factors affecting the germination of doum palm (*Hyphaene thebaica* Mart.) seeds from the semiarid of Niger. **Forest Ecology and Management**, West Africa, v. 104, n. 1, p. 27-34, 1998.

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Emergência de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.): influência dos tratamentos para superar a dormência e profundidade de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 172-179, 1997.

PEREZ, S. C. J. A., MORAES, J. A. P. V. Influência do estresse hídrico e do pH no processo germinativo da algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, p.981-988, 1991
POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 5.ed. Brasília: AGIPLAN, 1985.

ROZA, M. L. A. RAMOS, P. TILLA, R. C. SILVA, F. D. Influência do tratamento pré germinativo e do substrato na germinação de *Tamarindus indica* L. **Informativo ABRATES**, v. 5, n. 2, p. 91, 1995.

SAMPAIO, L. S. de V.; PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. de F. da S. P.; COSTA, J. A.; GARRIDO, M. da S.; MENDES, L. N. Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de sucupira preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth. - Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 184-190, 2001.

VIEIRA, I. G.; FERNADES, G. D. Métodos de Quebra de Dormência de Sementes. Piracicaba: IPEF-LCF/ESALQ/USP, **Informativo Sementes** IPEF, 1997.

Índice de crescimento em altura, diâmetro do coleto e emissão de folíolos em mogno (*Swietenia macrophylla*) em condições de viveiro.

Growth rrate in height, stem diameter and leaflet emission in mahogany (*Swietenia macrophylla*) under nursery conditions

José Fábio Ferreira de Souza[1]
Carlos Adolfo Bantel[2]
Givanildo Pereira Ortega[2]
Rosilene Soares Façanha[3]
Francileia Ferreira de Souza[3]
Antônio Fagner Ferreira De Souza[3]
Jameson Oliveira da Silva[1]
Willian de Souza Cavalcante[1]

[1] Graduando de Engenheira Florestal, Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul - AC, josefabioczs@gmail.com; james.oliveiradasilva@hotmail.com; willian_souzatk@hotmail.com.

[2] Prof° Engenheiro Florestal, Cruzeiro do Sul – AC, carlos.bantel@ifac.edu.br; givaortega@hotmail.com.

[3] Graduando de Tecnologgia em Agroecologia, Instituto Federal do Acre, Cruzeiro do Sul – AC, rosilenesoares26@gmai.com; francileirasouzaczs@gmail.com; fagnerczs@gmail.com.

Resumo: O mogno (*Swietenia macrophylla* King) é uma espécie tropical de potencial silvicultural e comercial para o Acre e especificamente ao Vale do Rio Juruá. Os conhecimentos de produção de mudas em relação ao dimensionamento das plântulas ainda apresentam problemas conforme época de permanência no viveiro e condições fisiológicas. Objetivou-se conhecer as dimensões, relações de coleto e altura além de número de folíolos de 101 mudas de mogno em condição de leve sombreamento, entre oito e 11 meses após a semeadura com quatro medições mensais. A média mensal de diâmetro do coleto variou de 6,08 a 7,07 mm; de altura em 25,38 a 28,37 cm; e número de foliolos de 8,85 a 20,87. Entre o oitavo e decimo primeiro mês houve incremento médio de 0,99 mm no coleto e 2,99 cm de altura, correspondendo ao incremento de diâmetro do coleto de 16,22% e da altura de 11,77% o que significa que a média do incremento do coleto apresentou caracterização de rustificação.
Palavras chave: aguano, incremento, plântulas.

1 INTRODUÇÃO

Na Amazônia podemos encontrar uma grande diversidade de espécies florestais com grande potencial de valor econômico. O mogno (*Swietenia macrophylla* King) é uma espécie tropical de potencial silvicultural e comercial contribuindo com a renda da população local e no desenvolvimento da economia brasileira. É a espécie madeireira mais valiosa do Brasil (Costa *et al*, 2013).

A silvicultura brasileira gera empregos diretos e indiretos, com isso os plantios de espécies florestais fazem-se necessários. Produzir, avaliar e escolher substratos de fácil aquisição e que atenda às exigências das espécies a serem plantadas para

fins de comercialização ou em pesquisas cientifica devem ser disponibilizados aos silvicultores.

Na produção de mudas florestais em viveiros é possível observar e avaliar com exatidão desejada pelo pesquisador o desenvolvimento do colo, crescimento em alturas e emissão de folíolos das espécies em diferentes substratos durante o crescimento das plantas (Cargnelutti Filho *et al.,* 2012). O diâmetro do coleto é um fator importante no que melhor prediz o desempenho no pós-plantio (Ritchie *et al*., 2010). Mudas que obtém altura inferior a 25 cm e diâmetro do coleto menor que 3 mm, por exemplo, podem ser facilmente danificadas por formigas ou por chuvas torrenciais (Davide & Faria, 2008). Davide e Faria (2008) encontraram índice de relação altura de planta/diâmetro de coleto de 8,33 em suas observações.

O mogno (*Swietenia macrophylla)* é uma espécie em risco de extinção devido à falta de multiplicação através do reflorestamento (Santos *et al*., 2008). A exploração da espécie pelo setor madeireiro é proporcionada pela valorização da sua madeira no mercado nacional e internacional. A procura de derivados florestais madeireiros e não-madeireiros aumentou consideravelmente nos últimos anos levando a silvicultura a buscar alternativas que pressupõem altas produtividades (Bolfe *et al*., 2004).

Dessa forma o objetivo neste trabalho foi investigar a relação do número de folíolos, diâmetro do coleto(mm) e altura (cm) em mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King) em condição de viveiro levemente sombreado apresentando índices desta relação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As mudas foram obtidas através da instituição governamental UGAI (Unidade de Gestão Ambiental Integrado) do Juruparí, órgão do estado do Acre, no Município de Cruzeiro do Sul - Acre no mês de fevereiro de 2017. As mudas foram produzidas em recipientes de plástico de polietileno preto flexível com 10 cm de diâmetro e 16 cm de altura contendo substrato comercial. A cobertura viveiro foi com sombrite com 40% de sombreamento. As plântulas ao terceiro mês de germinadas tiveram condições de ausência de água tanto por rega como por chuva. Após cinco meses um lote de 101 mudas foi removido para um viveiro a céu aberto com leve interferência de luz solar na Universidade Federal do Acre *Campus* Floresta nas coordenadas geográficas S 07º 33.593’ e W 72º 42.962’ e 209 m de altitude.

As mudas foram reinstaladas em um canteiro com dimensões de 9,61 m por 9,61 m, totalizando 92,35 m² (Figura 1A).

(A)

(B)

Figura 1A: Visita geral da área do experimento; Figura 1B: aspecto de “encachimbamento” que ocorre comumente no colo da muda de mogno (S. macrophilla King).

Durante a remoção das mudas foi adicionado e completado substrato de esterco bovino e terra vegetal (1:1) nos recipientes. No decimo mês houve uma atividade de "toilette" constituída de eliminação de caules bifurcados, ponteiras mal formadas ou mortas, utilizando-se tesoura de poda. Na coleta dos dados foram utilizadas nas medições trena metálica modelo IRWIN de 5 m e paquímetro eletrônico digital (150 mm) modelo Worker. As mudas se encontravam sadias e em bom estado fitossanitário.

Foi adotado o sistema de senso para avaliar as 101 mudas, ocorrendo mensurações mensais dos três parâmetros avaliados (diâmetro do coleto, altura e número de folíolos) durante quatro meses, iniciando-se ao oitavo meses após início da germinação das sementes.

As medições de altura foram realizadas medindo os caules a partir do nível do substrato ao meristema apical e os diâmetros dos coletos da planta ao nível da superfície do substrato e o número de folíolos contados um a um.

Os dados foram anotados por unidade de muda numeradas de 01 a 101, permitindo a observação individual de cada uma das mudas e lançadas em tabelas *excel* para determinar as médias de altura, diâmetros do coleto e numero de folíolos existentes. Foram elaborados gráficos comparativos entre os três parâmetros permitindo a avaliação referente ao desenvolvimento de cada um dos elementos entre si e em relação aos dois parâmetros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 foram especificados os dias de avaliações após a semeadura, o número médio dos folíolos existentes em cada mensuração, a média do diâmetro do coleto (mm), a média da parte aérea (altura do caule) (mm) e a divisão por 10 desta medida para efeito de facilidade visual os resultados em gráfico. Igualmente foi adotado um índice que é o resultado da divisão da média dos folíolos (F) pela média dos diâmetros dos coletos (D) e pela décima parte da média das partes aéreas (H).

Tabela 1. Especificação dos dias de avaliações após a semeadura, o número médio dos folíolos existentes em cada mensuração (F), a média do diâmetro do coleto (mm) (D), a média da parte aérea (altura do caule) (mm) e a divisão por 10 desta medida (H) e o índice da relação (F/D/H).

Dias após Semeadura	Média nº Foliolos (F)	Media Diâmetro Coleto (mm) (D)	Media p/ Área (mm)	Media p/ Área (mm)*10¹ (H)	Índice F/D/H
0	0	0	0	0	0,00
240	8,85	6,08	25,38	2,54	0,57
270	11,36	6,11	25,65	2,57	0,72
300	15,78	6,24	26,05	2,61	0,97
330	20,87	7,07	28,37	2,84	1,04

Este índice (F/D/H) mostrou que houve um aumento volumétrico da média das mudas durante o período, mês a mês como pode ser verificado na Figura 2.

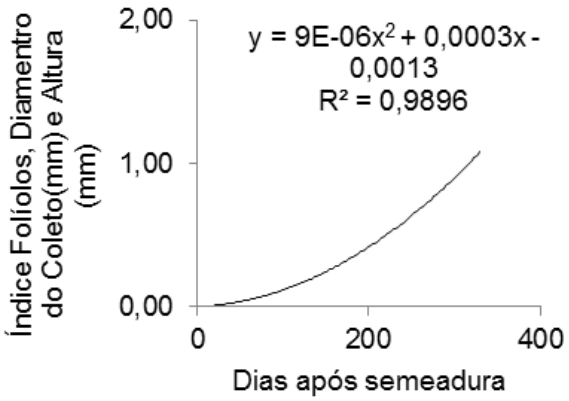


Figura 2. Desenvolvimento do Indice triplo (F/D/H) ao longo do período das medições apresentado pela curva e R².

Na Tabela 2 foram especificados os dias de avaliações após a semeadura, o número médio dos folíolos existentes em cada mensuração e a média do diâmetro do coleto (mm). Igualmente foi adotado um índice que é o resultado da divisão da média dos folíolos (F) pela média dos diâmetros dos coletos (D). Este índice (F/D) mostrou que houve um aumento da relação número médio de folíolos em relação à média do diâmetro do coleto durante o período, mês a mês como pode ser verificado na Figura 3.

Tabela 2. Especificação dos dias de avaliações após a semeadura, o número médio dos folíolos existentes em cada mensuração, a média do diâmetro do coleto (mm) e o índice da relação (F/D).

Dias após Semeadura	Média nº Foliolos (F)	Media diâmetro Coleto (mm) (D)	Índice F/D
0	0	0	0
240	8,85	6,08	1,46
270	11,36	6,11	1,86
300	15,78	6,24	2,53
330	20,87	7,07	2,95

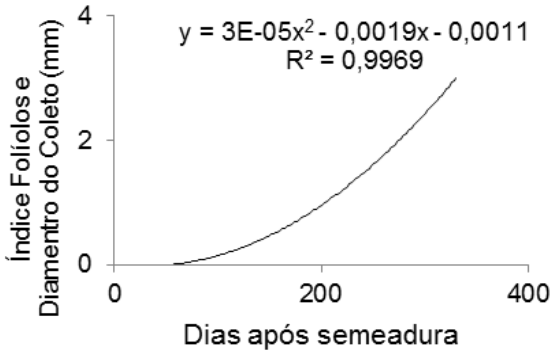


Figura 3. Desenvolvimento do Indice (F/D) ao longo do período das medições apresentado pela curva e R².

Este aumento da média de folíolos em relação à média do diâmetro do coleto indica que houve um aumento de atividade fotossintética das plantas, mês a mês.

Na Tabela 3 foram especificados os dias de avaliações após a semeadura, o número médio dos folíolos existentes em cada mensuração e a média da parte aérea (altura do caule) (mm) e a divisão por 10 desta medida para efeito de facilidade visual os resultados em gráfico. Igualmente foi adotado um índice que é o resultado da divisão da média dos folíolos (F) e pela décima parte da média das partes aéreas (H).

Tabela 3. Especificação dos dias de avaliações após a semeadura, o número médio dos folíolos existentes em cada mensuração, a média da parte aérea (altura do caule) (mm) e a divisão por 10 desta medida (H) e o índice da relação (F/H).

Dias após Semeadura	Média nº Foliolos (F)	Media p/ Aérea (mm)*10¹ (H)	Índice F/H
0	0	0	0
240	8,85	2,54	3,49
270	11,36	2,57	4,43
300	15,78	2,61	6,06
330	20,87	2,84	7,36

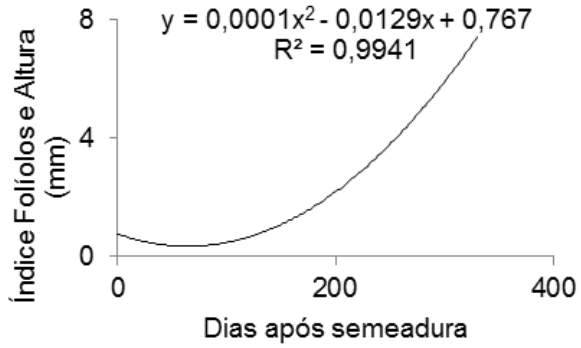


Figura 4. Desenvolvimento do Indice (F/H) ao longo do período das medições apresentado pela curva e R^2

Este índice (F/H) mostrou que houve um aumento da relação do número médio de folíolos em relação à média da parte aérea (altura do caule) durante o período, mês a mês como pode ser verificado na Figura 4. Este aumento da média de folíolos em relação à média da parte aérea (altura do caule) indica que houve igualmente um aumento de atividade fotossintética das plantas, mês a mês semelhante à relação número médio de folíolos em relação à média do diâmetro do coleto.

Tabela 3. Especificação dos dias de avaliações após a semeadura, o número médio dos folíolos existentes em cada mensuração, a média da parte aérea (altura do caule) (mm) e a divisão por 10 desta medida (H) e o índice da relação (F/H).

Dias após Semeadura	Média nº Foliolos (F)	Media p/ Aérea (mm)*10¹ (H)	Índice F/H
0	0	0	0
240	8,85	2,54	3,49
270	11,36	2,57	4,43
300	15,78	2,61	6,06
330	20,87	2,84	7,36

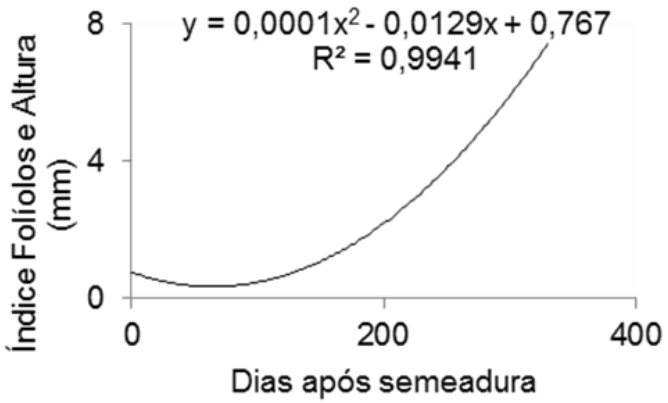


Figura 4. Desenvolvimento do Indice (F/H) ao longo do período das medições apresentado pela curva e R^2.

Na Tabela 4 foram especificados os dias de avaliações após a semeadura a média do diâmetro do coleto (mm), a média da parte aérea (altura do caule) (mm) e a divisão por 10 desta medida para efeito de facilidade visual os resultados em gráfico. Igualmente foi adotado um índice que é o resultado da divisão da média dos diâmetros dos coletos (D) e pela décima parte da média das partes aéreas (H). Este índice (D/H) mostrou que houve *um moderado aumento* da média do diâmetro do coleto e relação à média da parte aérea durante o período. Ao contrario das demais relações, esta apresentou na segunda e terceira medição um índice menor que a primeira medição.

Tabela 4. Especificação dos dias de avaliações após a semeadura, a média do diâmetro do coleto (mm), a média da parte aérea (altura do caule) (mm) e a divisão por 10 desta medida (H) e o índice da relação (F/H).

Dias após Semeadura	Media Diâmetro Coleto (mm) (D)	Media p/ Aérea (mm)*10^1 (H)	Índice D/H
0	0	0	0
240	6,08	2,54	2,4
270	6,11	2,57	2,38
300	6,24	2,61	2,39
330	7,07	2,84	2,49

Contudo a terceira medição apresentou um índice extremamente moderado em relação à segunda medição. A quarta medição apresentou índices maiores do que os demais como pode ser verificado na Figura 5.

A análise dos índices relativos à média do diâmetro do coleto (mm) e a média da parte aérea (altura do caule) (mm) dividida por 10 desta medida mostrou moderado índice maior a favor da média do diâmetro do coleto indicando leve aumento de rusticidade.

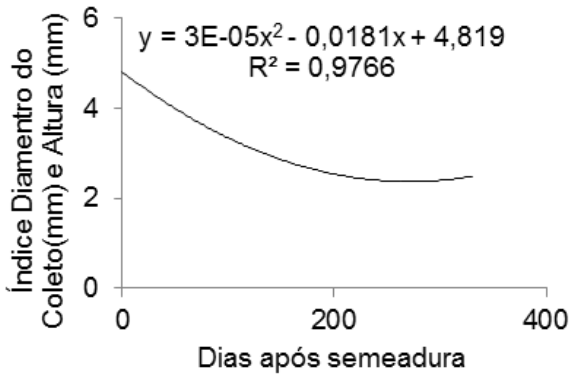


Figura 5. Desenvolvimento do Indice (D/H) ao longo do período das medições apresentado pela curva e R^2

4. CONCLUSÃO

As avaliações dos resultados das medições e índices decorrentes revelaram que nestes períodos houve um aumento mensal crescente de massa do material vegetativo, notadamente das médias dos diâmetros dos coletos em relação aos das medias dos números médios de folíolos e medias das alturas das plântulas. Este resultado permite avaliar que a tendência do grupo de plântulas pesquisadas tem uma tendência continua de rustificação.

A multiplicação da média dos números de folíolos permite avaliar que há um aumento contínuo de atividade de fotossíntese originando perspectivas de crescimento de volume de massa.

O inexpressivo aumento do crescimento das plantas em geral no período observado desde a semeadura permite recomendar a aplicação de nutrientes químicos associados a material orgânico no substrato para acelerar o processo de crescimento de todos os parâmetros mensurados evitando-se demasiado período de mudas em viveiro, bem como apresentar maiores desenvolvimentos notadamente em diâmetro do colo e altura de mudas permitindo apresentar melhor material disponível para plantio definitivo.

Novas pesquisas de índices de número de folíolos, diâmetro de coleto e altura de mudas podem ser atreladas a verificação de material radicial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bolfe, E. L.; Pereira, R. S.; Madruga, P. R. A.; Fonseca, E. L. Avaliação da classificação digital de povoamentos florestais em imagens de satélite através de índices de Acurácia. Revista Árvore, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 85-90, 2004. http://www.scielo.br/pdf/rarv/v28n1/a11v28n1.pdf.

Cargnelutti Filho, A.; Araujo, M. M.; Gasparin, E.; Avila, A. L. de. Dimensionamento amostral para avaliação de altura e diâmetro de mudas de Cabralea Canjerana Ciência Rural, Santa Maria, v.42, n.7, p.1204-1211, jul, 2012 ISSN 0103-8478. http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n7/a19912cr5829.pdf .

Costa, J.R.; de Morais. R.R.; Campos, L.da S. Cultivo e manejo do mogno (*Swietienia macrophylla* King). Manaus:Embrapa Amazônia Ocidental, 2013. 36p. ISSN 1517-3135;114. https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117338/1/Doc-114-A5.pdf.

Davide, A.C.; Faria, J.M.R. Viveiros florestais. In: Davide, A.C.; Silva, E.A.A. (Ed.). Produção de sementes e mudas de espécies florestais. Lavras: UFLA, 2008. Cap.2, p.83-124. http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n7/a19912cr5829.pdf.

Ritchie, G.A. et al. Assessing plant quality. In: LANDIS, T.D. et al. Seedling processing, storage and outplanting. Washington, DC: US Department of Agriculture Forest Service, 2010. V.7, cap.2, p.17-81. (Agriculture. Handbook. 674). http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n7/a19912cr5829.pdf.

Santos, J.Z.L.; Resende, A.V. de; Furtini Neto, A.E.; Corte, E.F. Crescimento, acúmulo de fósforo e frações fosfatadas em mudas de sete espécies arbóreas nativas. R. Árvore, v.32, n.5, p.799-807, 2008. http://www.redalyc.org/pdf/488/48813384003.pdf.

Santos, R.A.; Tucci, C.A.F.; Hara, F.A.S.; Silva, W.G. da. Adubação fosfatada para a produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla King*). Acta Amazônica, v. 38, n. 3, p. 453-458, 2008. http://www.scielo.br/pdf/aa/v38n3/v38n3a09.pdf.

9.8 TRABALHOS DE TECNOLOGIA

Avaliação da qualidade da madeira de *Eucalyptus viminalis* visando a produção de celulose e papel

Evaluation of the quality of *Eucalyptus viminalis* wood for the production of pulp and paper

Caroline Ferreira Ceia Ramos[1]
Gabriela Reche Leiria[1]
Francine Mesquita Leite[1]
Andressa Viater[1]
Magnos Alan Vivian[1]

[1] Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Rodovia Ulysses Gaboardi, km 3, Curitibanos, SC, CEP 89.520-000
carolinebrenner@hotmail.com; gabi_reche@hotmail.com; francine.mesquita7@gmail.com; andressaviater@live.com; magnos.alan@ufsc.br

Resumo: A espécie *Eucalyptus viminalis* apresenta-se como promissora, principalmente no sul do país, devido sua boa resistência ao frio. Assim o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da madeira de *E. viminalis* para produção de celulose analisando os parâmetros morfológicos das fibras. Para condução do estudo a madeira foi submetida ao processo de maceração, visando a individualização das fibras, para que fosse possível analisar os seguintes parâmetros morfológicos: comprimento, largura, diâmetro do lúmen e espessura de parede celular. A partir destes foram calculados os indicadores de qualidade de papel: fração de parede, coeficiente de flexibilidade, índice de Runkel e índice de enfeltramento. Com base nos resultados obtidos observou-se que as dimensões das fibras estão de acordo com a literatura para outras espécies/híbridos de eucalipto. Em relação aos indicadores, observou-se que o índice de Runkel (0,82) sugere boa qualidade para fabricação de papel. A fração parede (44,16%) indica rigidez média. O coeficiente de flexibilidade (55,84%) indica boa superfície de contato e boa união fibra-fibra. O índice de enfeltramento (74,03) demonstra que as fibras terão boa resistência ao rasgo. A partir destes resultados é possível concluir que a espécie *Eucalyptus viminalis* apresenta bom potencial para a produção de celulose e papel.
Palavras-chave: morfologia das fibras, Eucalipto, folhosa, resistência ao rasgo.

Abstract: The species *Eucalyptus viminalis* presents itself as promising, mainly in the south of the country, due to its good resistance to cold. Thus the present study had as objective to evaluate the quality of *E. viminalis* wood for cellulose production by analyzing the morphological parameters of the fibers. In order to conduct the study, the wood was submitted to the maceration process, aiming at the individualization of the fibers, so that it was possible to analyze the following morphological parameters: length, width, lumen diameter and cell wall thickness. From these, the paper quality indicators were calculated: wall fraction, coefficient of flexibility, Runkel index and index of enflementing. Based on the results obtained it was observed that the fiber dimensions are in accordance with the literature for other eucalyptus species / hybrids. Regarding the indicators, it was observed that the Runkel index (0.82) suggests good quality papermaking. The wall fraction (44.16%) indicates mean stiffness. The coefficient of flexibility (55.84%) indicates good contact surface and good fiber-fiber bonding. The gloss index (74.03) shows that the fibers will have good tear strength. From these results it is possible to conclude that the species Eucalyptus viminalis presents good potential for the production of cellulose and paper.
Key-word: fiber morphology, Eucalyptus, hardwood, tear resistance.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o relatório anual da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2017) o Brasil vem sendo referência mundial no setor de florestas plantadas devido aspectos como inovação, competividade e principalmente sustentabilidade, tendo como destaque os segmentos de celulose, papel, painéis de madeira, pisos laminados, carvão vegetal e biomassa.

O gênero *Eucalyptus* é o que apresenta maior destaque para diversas aplicações, advindo de sua ótima adaptação as condições edafoclimáticas do país, bem como ao seu avançado programa de melhoramento genético (CARVALHO et al., 2015).

O crescimento do setor celulósico no Brasil tem sido impulsionado por novas tecnologias e pesquisas, com o intuito de aumentar a eficiência e a produção de celulose, aliado a melhoria da qualidade desta (VIVIAN, 2015).

No ano de 2016, a produção de celulose cresceu 8,1% em relação ao ano de 2015, levando o Brasil a subir duas posições no *ranking* mundial, consolidando-o como 2º maior produtor de celulose (IBÁ, 2017). O Brasil também subiu para o 8º lugar no *ranking* dos maiores produtores de papel no mundo (IBÁ, 2017).

O país de destaca no segmento de fibra curta, que representa 86% da produção brasileira de celulose (IBÁ, 2017). Para suprir esse segmento utilizam-se espécies do gênero *Eucalyptus*, com destaque para os híbridos de *E. grandis* x E*. urophylla*. Tais híbridos se destacam nas regiões sudeste e centro-oeste, em função das condições climáticas. Já na região sul, devido ao frio intenso destaca o gênero *Pinus*, pela maior resistência as condições adversas.

Entretanto existem algumas espécies de *Eucalyptus* que apresentam boa resistência ao frio, entre as quais destaca-se o *Eucalyptus viminalis* Labill. A espécie é promissora, principalmente no sul do país, devido possuir boa resistência a geadas.

Com base nisto, o presente estudo tem por objetivo avaliar a qualidade da madeira de *Eucalyptus viminalis* para produção de celulose, por meio da análise da morfologia de suas fibras.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

A madeira de *Eucalyptus viminalis* utilizada no presente estudo é proveniente de uma serraria localizada no munícipio de Curitibanos, Santa Catarina.

Para realização da análise morfológica das fibras, primeiramente cortou-se a madeira em pequenos palitos no sentido das fibras com auxílio de um facão. Na sequência os mesmos foram submetidos ao processo de maceração em tubos de ensaio contendo os reagentes: ácido acético, ácido nítrico e água, na proporção de 5:2:1, e em seguida colocados em banho maria a 100°C durante o período de aproximadamente 1 hora, para ocorrer a individualização dos elementos.

Após esse período o material macerado foi retirado do banho maria e lavado com auxílio de uma peneira com água destilada, até retirar todos os reagentes. Após isso as fibras maceradas foram mantidas no tubo de ensaio com água destilada (Figura 1).

A partir do material macerado foram montadas lâminas temporárias para aquisição de imagens das fibras. Para a montagem das lâminas, colocou-se um pouco do material macerado em uma lâmina e adicionou-se uma gota de safranina para aumentar o contraste, uma gota de glicerina e uma gota de água, e após isso uma lamínula para evitar a formação de bolhas na imagem.

Figura 1. Procedimentos de maceração das fibras. A) Palitos de madeira após a picagem; B) Preparação da solução macerante; C) Tubo de ensaio com solução e os palitos de madeira; D) Tubos de ensaio em banho maria durante 1 hora; E) Lavagem do macerado para remoção da solução; F e G) Macerado com água destilada; H) Preparação das lâminas temporárias com safranina e glicerina; I) Lâmina preparada para a medição das fibras. **Fonte:** Autores.

Em seguida inciou-se a captura das imagens em microscópio, com câmera digital acoplada, com o aumento de 40x para a medição do comprimento, e 400x para a medição de largura e diâmetro do lúmen.

Após a aquisição das imagens, utilizou-se o software *Image Pro Plus* para realizar as medições de: comprimento da fibra; largura da fibra; diâmetro do lúmen da fibra. Para cada variável, mediu-se 35 fibras, para posterior cálculo da média. Após as medições foi calculado: espessura de parede celular; fração parede/coeficiente de rigidez; coeficiente de flexibilidade; índice de enfeltramento; índice de Runkel, conforme as Equações a seguir.

$$E = \left(\frac{L - DL}{2}\right) \quad \text{(Eq.01)}$$

$$FP = \left(\frac{2.E}{L}\right).100 \quad \text{(Eq.02)}$$

$$CF = \left(\frac{DL}{L}\right).100 \quad \text{(Eq.03)}$$

$$IE = \left(\frac{C}{\frac{L}{1000}}\right) \quad \text{(Eq.04)}$$

$$IR = \left(\frac{2.E}{DL}\right) \quad \text{(Eq.05)}$$

Em que: E – espessura da parede celular, µm; L – largura da fibra, µm; DL – diâmetro do lúmen, µm; C – comprimento da fibra, mm; FP – fração parede (coeficiente de rigidez, %; CF – coeficiente de flexibilidade, %; IE – índice de enfeltramento; IR – índice de Runkel.

Com base nos parâmetros morfológicos analisados avaliou-se o potencial da madeira para produção de celulose e papel conforme indicadores obtidos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a medição das fibras, calcularam-se os valores médios de comprimento, largura, diâmetro do lúmen e espessura da parede celular das fibras, que podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios das dimensões fibras.

Comprimento (mm)	Largura (µm)	Diâmetro do lúmen (µm)	Espessura da parede (µm)
0,96	13,01	7,25	2,88

Para comprimento das fibras de *E. viminalis*, Ferreira (1994) encontrou valor médio de 1,13 mm, sendo um pouco superior ao valor encontrado no presente estudo. Já para largura das fibras o valor médio apresentado pelo autor foi de 16,80

µm, para diâmetro do lúmen foi de 10,10 µm, e para espessura de parede foi 3,40 µm.

Fantuzzi Neto (2012) encontrou valores médios para madeiras de Eucalipto semelhantes aos obtidos neste estudo, sendo para comprimento valores em torno de 0,99 mm, para largura das fibras de 16,55 µm, para diâmetro do lúmen 8,72 µm e espessura da parede 3,01 µm.

Para o híbrido *Eucalyptus urograndis,* com 8 anos de idade, Gonçalez et al., (2014), encontraram valores médios de 0,90 mm de comprimento, 16,91 µm de largura das fibras, 5,59 µm de diâmetro do lúmen e 5,61 µm de espessura de parede.

Os valores médios para fração de parede, coeficiente de flexibilidade, índice de Runkel e índice de enfeltramento calculados a partir das fibras estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios dos indicadores de qualidade das fibras.

Fração parede (%)	Coeficiente de flexibilidade (%)	Índice de Runkel	Índice de enfeltramento
44,16	55,84	0,82	74,03

O índice de Runkel expressa o nível de colapso das fibras quando está ocorrendo a formação do papel, quanto menor, maior será o colapso conferindo às fibras uma maior superfície de contato, possibilitando melhor união das fibras, conferindo ao papel características de maior resistência à tração e ao estouro (VASCONCELOS, 2005).

O valor médio encontrado para espécie em estudo foi de 0,82 ficando classificado no grau III com qualidade boa para papel. Barrichelo e Foelkel (1976) estudando diferentes espécies de eucalipto avaliaram também o índice de Runkel, encontrando para espécie *Eucalyptus viminalis* o valor de 0,673.

A fração de parede foi calculada pela relação entre do dobro da espessura da parede e a largura da fibra. O valor resultante deste índice refere-se a rigidez que a fibra apresenta, possuí relação com flexibilidade e colapso das fibras (BOSCHETTI et al., 2015).

O resultado médio obtido para este índice foi de 44,16%, com esse valor segundo a classificação de Klock (2013), o tipo de parede celular e rigidez são médias. O valor encontrado por Barrichelo e Foelkel (1976) para *E. viminalis* foi de 40%. Em geral, admite-se que quando a fração parede for maior que 40%, as fibras serão mais rígidas (CARDOSO; GONÇALVES, 2016). Segundo Gonçalez et al., (2014), a média de fração de parede entre diferentes posições do tronco foi de 66,69% para o híbrido de *Eucalyptus urograndis*.

O resultado médio de coeficiente de flexibilidade foi de 55,84%, conferindo as seguintes características às fibras: colapso parcial, superfície de contado boa e união fibra-fibra boa. Barrichelo e Foelkel (1976) encontram um valor de 60%, para a espécie estudada no presente trabalho. Quanto maior o valor do coeficiente, maior será a flexibilidade das fibras, consequentemente haverá um aumento de ligações entre elas, tornando o papel mais resistente ao estouro e tração (FOELKEL; BARRICHELO, 1975). Para o híbrido *Eucalyptus urograndis* Gonçalez et al., (2014) analisaram diferentes posições do tronco onde realizando uma média desses valores obtiveram um valor de 33,15%

O valor resultante das analises de fibras de *E. viminalis* para o índice de enfeltramento foi de 74,03, o valor encontrado por Barrichelo e Foelkel (1976) para *E. viminalis* foi de 67. Quanto maior o valor do presente índice maior será a resistência da fibra ao rasgo, também conferindo uma melhor formação da folha. Para se ter boa características do papel o valor mínimo da relação não pode ser menor que 50 (CARDOSO; GONÇALEZ, 2016; NISGOSKI, 2005). Santos e Sansígolo (2007), encontraram um valor de 45,44% para o híbrido de *Eucalyptus urograndis.*

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos para a madeira de *Eucalyptus* viminalis analisada é possível concluir que:

- o comprimento, largura, diâmetro do lúmen e espessura de parede das fibras estão consoantes com as principais espécies/híbridos utilizados no segmento de celulose de fibra curta;
- o valor médio para o índice de Runkel classifica a espécie como de qualidade boa para papel;
- o valor de fração de parede indica fibras de rigidez médias;
- o valor de coeficiente de flexibilidade indica que as fibras terão: colapso parcial, boa superfície de contado e boa união fibra-fibra;
- o valor de índice de enfeltramento indica boa resistência da fibra ao rasgo;

Pode-se concluir a partir dos valores encontrados para cada variável que a espécie *Eucalyptus viminalis* tem bom potencial para produção de celulose e papel.

Referências Bibliográficas

BARRICHELO, L. E. G.; FOELKEL, C. E. B. Estudos para produção de celulose sulfato de seis espécies de eucalipto. **IPEF**, n.12, p.77-95, 1976.

BOSCHETTI, W. T. N.; PAES, J. B.; OLIVEIRA, J. T. S.; DUDECKI, L. Características anatômicas para produção de celulose do lenho de reação de árvores inclinadas de eucalipto**. Pesq. agropec. bras**., Brasília, v.50, n.6, p.459-467, 2015.

CARVALHO, D.M. et al. Estudo da relação entre condições de polpação e propriedades físico-mecânicas do papel. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.3, p.575-584, 2015.

CARDOSO, M. S.; GONÇALEZ, J. C. Aproveitamento da casca do coco-verde (Cocos nucifera l.) para produção de polpa celulósica. **Ciênc. Florest**. Santa Maria v.26, n.1, 2016.

COSTA, J. A. **Qualidade da madeira** *Eucalyptus Urograndis***, plantado no distrito federal, para produção de celulose KRAFT**. Dissertação de mestrado em ciências florestais – Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2011.

FANTUZZI NETO, H. **Qualidade de madeira de eucalipto para produção de celulose kraft.** Tese (PÓS-GRADUAÇÃO) – Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, 2012.

FERREIRA, M**. Características da madeira de espécies/procedências/árvores superiores e clones de** *Eucalyptus*: revisão aplicada ao melhoramento para produção de pasta celulósica. Anais: IPEF, 1994.

FOELKEL, C.E.B. BARRICHELO, L. E. G.; Tecnologia de celulose e papel. Centro Acadêmico “Luiz de Queiroz”, Departamento Editorial, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1975.

GONÇALEZ, J. C.; SANTOS, G. L.; SILVA JUNIOR, F. G.; MARTINS, I. S.; COSTA J. A. Relações entre dimensões de fibras e de densidade da madeira ao longo do tronco de *Eucalyptus urograndis*. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 42, n. 101, p. 81-89, 2014.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. **Relatório 2017**: Indústria Brasileira de Árvores, 2017. São Paulo. 2017. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: Junho, 2018.

KLOCK, U. **Polpa e Papel- Propriedades do Papel**. 2013. Disponível em : <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/polpaepapel/papelpropriedades2013.pdf >. Acesso em Agosto, 2018.

MARTINEZ, I. L. A. & GOMES, P. B. - **Pastas de eucaliptos espanhóis: seu emprego na fabricação de papel**. CONVENÇÃO ANUAL. ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL, 1, São Paulo, 1968. 11 p.

NISGOSKI, S. Espectrocopia no invravermelho próximo no estudo de características da madeira e papel de Pinus Taeda L. Tese (Pós-Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná: Curitiba, 2005.

SANTOS, S. R.; SANSÍGOLO, C. A. Influência da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla* na qualidade da polpa branqueada. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 1, p. 53-63, 2007.

VASCONCELOS, F. S. R. **Avaliação do processo SuperBatch™de polpação de** *Pinus taeda*. 2005. 106 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

VIVIAN, M. A. **Aumento da eficiência do processo kraft de polpação a partir de pré-tratamento de cavacos de madeira de eucalipto**. 2015. 19-20p. Tese (Doutorado em ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

Avaliação das características anatômicas da madeira de *Mimosa scabrella* visando a produção de papel

Evaluation of anatomical characteristics of *Mimosa scabrella* wood aiming the production of paper

Marina Sbardella[1]
Natalia Maria Martinazzo Angelo[1]
Talita Gatner de Souza Schwinden[1]
Matheus Giovanni dos Santos Righez[1]
Magnos Alan Vivian[1]
Karina Soares Modes[1]

[1]Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Agricultura, Biodiversidade e Florestas. Curitibanos, SC, Brasil.
marina.sba@hotmail.com, nmmartinazzo@gmail.com, talita_gatner@hotmail.com, matheusgrighez@gmail.com, magnos.alan@ufsc.br, karina.modes@ufsc.br

Resumo: A grande demanda de produção exigida dentro do setor de celulose e papel requer o desenvolvimento de novas tecnologias e estudos utilizando matérias primas que resultem no aumento da produção e conciliem a isto, o manejo sustentável. O Brasil é um país rico em biodiversidade, esta que é uma das propriedades fundamentais da natureza, sendo capaz de oferecer à sociedade novas opções que suprem a crescente demanda por outras espécies com potencial de uso econômico. O estudo objetivou avaliar as características anatômicas da madeira de *Mimosa scabrella*, visando relacionar as dimensões das suas fibras com os indicadores de qualidade para produção de papel. Foram utilizadas três árvores, das quais retiraram-se discos da altura do DAP, que foram transformados em palitos e submetidos ao processo de maceração. A partir da aquisição de imagens das fibras, foram realizadas 35 medições para cada parâmetro: comprimento, largura e diâmetro do lúmen das fibras. Com estes valores calcularam-se: espessura da parede, fração parede, índice de Runkel, índice de enfeltramento e coeficiente de flexibilidade. Com base nos resultados obtidos observou-se que a madeira de *Mimosa scabrella* apresenta bons indicadores de qualidade da polpa celulósica, sendo favoráveis para o processo de polpação celulósica.
Palavras-chave: bracatinga, polpa celulósica, fibra curta, arbórea nativa.

Abstract: The great demand for production required within the pulp and paper sector requires the development of new technologies and studies using raw materials that result in increased production and reconcile sustainable management. Brazil is a country rich in biodiversity, which is one of the fundamental properties if nature, being able to offer society new options that supply the growing demand for other species with potential economic use. The objective of this study was to evaluate the anatomical characteristics of *Mimosa scabrella* wood, to relate the dimensions of its cellular elements to the theoretical indexes, which indicate the wood quality for paper production. Three trees were used, of which withdrew disks of the heightof the DAP, which were transformed into small sticks and subjected to maceration process. From the acquisition of images of fibres, 35 were held for each parameter measurements: length, width, and diameter of the fibre lumen. With these values, calculate: thickness of the wall, fraction wall, Runkel index, enfeltramento index and coefficient of flexibility. Based on the results obtained showed that *Mimosa scabrella* wood presents good indicators of quality of cellulosic pulp, being favorable for the pulping process cellulosic.
Key words: bracatinga, cellulosic pulp, short fiber, native tree

1. INTRODUÇÃO

Líder mundial na produção de madeira, o setor florestal brasileiro é um dos mais

competitivos e desenvolvidos do mundo. De acordo com o anuário da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2017), em 2016 o país contabilizou 7,84 milhões de hectares de florestas plantadas, sendo que destas, cerca de 34% pertenceram a empresas do setor de celulose e papel (IBÁ, 2017).

A grande demanda de produção exigida dentro do setor de celulose e papel requer o desenvolvimento de novas tecnologias e estudos utilizando matérias primas que resultem no aumento da produção e conciliem a isto, o manejo sustentável (IBÁ, 2017).

Sabe-se que o Brasil é um país rico em biodiversidade e está é uma das propriedades fundamentais da natureza, capaz de oferecer à sociedade novas opções que suprem a crescente demanda por outras espécies com potencial de uso econômico. Pesquisas utilizando espécies nativas, de rápido crescimento e que visem atender as demandas do mercado por novos produtos vem crescendo (CORADIN et al., 2011).

A espécie *Mimosa scabrella* Benth, conhecida popularmente como Bracatinga, pertencente à família Fabaceae. É uma espécie pioneira com ciclo de vida entre 20 a 25 anos, que se distribui naturalmente desde o sul do estado de São Paulo até o norte do estado do Rio Grande do Sul. Possui ocorrência natural em formações secundárias, na Floresta Ombrófila Mista (FOM), destacando-se por ser pouco exigente em relação as características físicas e químicas do solo (CORADIN et al., 2011).

A madeira da bracatinga possui alto poder calorífico, sendo muito utilizada na produção de lenha e carvão. A densidade de sua madeira varia entre 0,51 a 0,81 g.cm³, podendo, segundo Carvalho (1994) ser empregada para fabricação de vigas, escoras para construção civil, embalagens leves, compensados, aglomerados e laminados. Barrichelo e Foelkel (1975), relatam a madeira de bracatinga pode ser utilizada na fabricação de papéis, tanto para escrita como para impressão.

Com base nisto o presente estudo objetivou avaliar as características anatômicas da madeira de *Mimosa scabrella*, visando relacionar as dimensões de suas fibras com os indicadores de qualidade para produção de papel.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

Para a realização do presente estudo foram abatidas três árvores da espécie *Mimosa scabrella* Benth, com aproximadamente 7 anos, provenientes de povoamento de regeneração natural, localizada nas imediações da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, no estado de Santa Catarina.

De cada árvore retirou-se um disco do DAP (diâmetro a altura do peito) o qual foi transformado em pequenos palitos para realização do processo de maceração. Os palitos foram dispostos em tubos de ensaio e submetidos à solução contendo ácido acético, ácido nítrico e água (proporção 5:2:1). A solução permaneceu por aproximadamente uma hora em banho-maria (a 100°C), até individualização das fibras. Após este período, as fibras foram retiradas, lavadas e armazenadas em tubos de ensaio contendo água destilada.

A montagem das lâminas foi realizada utilizando o material macerado em suspensão, sendo adicionada uma gota de safranina, uma de glicerina e uma de água. De cada lâmina foram obtidas imagens em microscópio com câmera digital acoplada e software ToupView para aquisição das mesmas. A captura das imagens de comprimento foi obtida utilizando-se o aumento de 40x e para largura e diâmetro do

lúmen aumento de 400x.

A mensuração das fibras foi realizada utilizando-se o software Image Pro Plus, sendo realizadas 35 medições para comprimento, largura e diâmetro do lúmen. A partir destes foram calculados os parâmetros indicadores de qualidade da polpa, sendo: espessura da parece celular, fração parede, coeficiente de flexibilidade, índice de enfeltramento e Índice de Runkel, conforme as Equações a seguir:

$$EP = \left(\frac{L-DL}{2}\right) \quad \text{(Eq. 01)}$$

$$FP = \left(\frac{2\times E}{L}\right) \times 100 \quad \text{(Eq. 02)}$$

$$CF = \left(\frac{DL}{L}\right) \times 100 \quad \text{(Eq. 03)}$$

$$IE = \left(\frac{C}{1000}\right) \quad \text{(Eq. 04)}$$

$$IR = \left(\frac{2\times E}{2\times DL}\right) \quad \text{(Eq. 05)}$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores encontrados para a morfologia das fibras da madeira de *Mimosa scabrella*, bem como dos índices de qualidade e comparação com a literatura, podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Dimensões das fibras de *Mimosa scabrella*.

ESPÉCIE	C (mm)	L (um)	DL (µm)	EP (µm)	IR	FP (%)	IE	CF
M. scabrella[1]	0,91	27,13	15,31	5,91	0,87	44,39	33,73	55,61
M. scabrella[2]	1,17	25,80	14,30	5,70	0,80	44,19	45,35	55,43
M. scabrella[3]	0,97	23,50	11,00	6,20	1,13	53,00	41,00	47,00

C: comprimento das fibras. L: largura das fibras. DL diâmetro do lúmen das fibras. EP: espessura da parede. IR: índice de Runkel. FP: fração parede. IE: índice de enfeltramento. CF: coeficiente de flexibilidade. Fonte: [1]Presente estudo; [2]Barrichelo e Foelkel (1975); [3]Barricheloe Brito (1982).

Em relação ao comprimento das fibras, o valor médio encontrado para *M. scabrella* apresentou-se próximo das médias encontradas na literatura por Barichello e Foelkel (1975) e Barichello e Brito (1982). Os autores ressaltam que a madeira de Bracatinga pode ser utilizada para a fabricação de papéis para escrita e impressão.

Foelkel (1977) afirma que quanto mais longas forem as fibras de uma madeira, mais irão tender a manterem-se unidas quando submetidas a grandes esforços. Santos (2005) afirma que fibras curtas são, no geral, recomendadas para produção de papéis de melhores características de formação e lisura superficial.

Quanto a largura e diâmetro do lúmen, os valores encontrados foram superiores (Tabela 1), quando comparados aos valores descritos por Barrichelo e Foelkel (1975) e por Barrichelo e Brito (1982) para a mesma espécie.

A largura, juntamente com a espessura da parede das fibras, irá influenciar no diâmetro do lúmen, ou melhor, na quantidade de espaços vazios na madeira, sendoque, quanto mais largo e espesso for o diâmetro, menor será a densidade da

madeira estudada (SILVA, 2002; SILVA et al., 2007).

A espessura da parede celular é uma característica de grande relevância quando se trata de produzir papel de impressão, com características como maciez e opacidade. Polpas produzidas a partir de fibras que apresentem paredes de maior espessura, resultarão em um produto com maior número de fibras por grama e em papéis com maiores volumes específicos aparente (GOMIDE et al. 2005). Conforme a Tabela 1, a espessura média da parede encontrada foi intermediária, ao ser comparada aos valores encontrados pelos autores citados. Fatores ambientais e genéticos, bem como à idade da árvore podem influenciar nas dimensões da espessura da parede. Conforme relata Tomazello Filho (1985), há uma tendência do aumento desta dimensão, no sentido medula-casca.

O Índice de Runkel fornece um diagnóstico sobre o uso das fibras para o papel, tendo relação direta com a resistência à tração e ao arrebentamento (SANTOS, 2005). Barrichelo e Brito (1976) propuseram cinco grupos para o Índice de Runkel onde as fibras classificam-se em grupo I (até 0,25), consideradas excelentes para produção de papel; grupo II (intervalo de 0,25 a 0,50), consideradas muito boas para papel; grupo III (intervalo de 0,50 a 1,00), consideradas boas para papel; grupo IV (intervalo 1,00 a 2,00), consideradas regulares para papel; e grupo V (maiores que 2,00), consideradas ruins para papel.

A média encontrada no presente estudo para o Índice de Runkel foi de 0,87, enquadrando-se no grupo III de Barrichelo e Brito (1976), considerada boa para produção de papel. Barrichelo e Foelkel (1975), encontraram valor para o mesmo índice de 0,80, sendo o valor mais próximo do ideal para a produção de papel. Ao comparar com a Bracatinga, citada na Tabela 1, observa-se que o valor de 1,13 encontrado por Barrichelo e Brito (1982), classifica a fibra como regular na produção de papel. Fibras que gerem índices superiores a 1,5 são impróprias para a indústria de celulose, sendo preferíveis espécies que gerem fibras com valores inferiores a 1 (FOELKEL et al., 1978).

De acordo com a Tabela 1, a porcentagem de parede encontrada nas fibras avaliadas no presente estudo encontra-se entre os valores obtidos pelos autores citados. Ambos os valores se encontram acima do que é recomendado pela literatura. A fração parede indica a rigidez da fibra e influencia diretamente a qualidade da celulose, estando relacionada à resistência ao rasgo. Indica-se para celulose de boa qualidade a utilização de fibras com índice de fração parede inferiores à 40%, visto que acima disso a celulose produzida será de qualidade inferior em virtude da alta rigidez das fibras, baixa flexibilidade e de dificuldades de interligações entres as mesmas (BARRICHELO; FOELKEL, 1975).

Outro índice que possui relação com à flexibilidade da fibra é o índice de enfeltramento. O valor encontrado para este foi de 33,7% sendo inferior aos valores citados na Tabela 1. Não apenas este, mas os outros valores citados encontram-se abaixo dos encontrados em espécies de *Eucalyptus* que são comumente utilizadas na produção de celulose de fibra curta. Maiores valores deste índice caracterizam fibras mais flexíveis. O baixo valor de índice de flexibilidade pode estar relacionado ao pequeno comprimento das fibras associado a sua largura significativa, que refletiu em um índice de enfeltramento baixo.

Em relação ao coeficiente de flexibilidade, observa-se que o presente estudo gerou maior valor para este parâmetro se comparado ao observado nos trabalhos listados na Tabela 1. Resultados de coeficiente de flexibilidade entre 50 a 75% caracterizam fibras com características parciais de colapso, apresentando boa

superfície de contato e boa união fibra-fibra. Quanto maior o valor do coeficiente de flexibilidade, mais fácil será a ligação entre as fibras, conferindo assim melhor resistência ao papel (BARRICHELO; FOELKEL, 1975).

4. CONCLUSÕES

Com base na análise anatômica e morfológica das fibras da madeira de *Mimosa scabrella* é possível afirmar que a mesma apresenta potencial para produção de celulose de fibra curta. Os parâmetros resultaram em bons indicadores de qualidade da polpa celulósica, ou seja, são favoráveis para o processo de polpação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O. Celulose Sulfato Branqueada de Bracatinga. **Brasil Floresta**, n.49, p. 45 - 50, 1982.

BARRICHELO, L. E. G; FOELKEL, C. E. B. Utilização de madeiras de essências florestais nativas na obtenção de celulose: bracatinga (*Mimosa bracatinga*), embaúba (*Cecropia* sp.), caixeta (*Tabebuia cassinoides*) e boleira (*Joannesia princeps*). **IPEF**, n. 10, p. 43 - 56, 1975.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras:** recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.Brasília, DF: EMBRAPA, 1994. p. 344-347.

CORADIN, l; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro, Região Sul. Brasília: MMA, 2011. 2 Ed. 934p.

FOELKEL,C. E. B. **Estrutura da madeira**. 1977.Disponível em: <http://www.celso-foelkel.com.br/artigos>. Acesso em: 04/08/2018.

FOELKEL, C. E. B.; ZVINAKEVICIUS, C.; ANDRADE, J.; MEDEIROS, S. J. Eucaliptos tropicais na produção de celulose kraft. **Cenibra**, Belo Oriente, Cenibra, n. 68, 1978, 31 p.

GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; OLIVEIRA, R. C.; SILVA, C. M. Caracterização tecnológica, para produção de celulose, da nova geração de clones de *Eucalyptus* do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa v.29, p.129-137, 2005.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório anual IBÁ 2017 ano base 2016**. São Paulo: IBÁ, 2017. 80 p.

SANTOS, S. R. **Influência da qualidade de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e do processo Kraft de polpação na qualidade da polpa branqueada**. 178 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2005.

SILVA, J.C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira.** 16f. Tese(Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2002.

SILVA, J.C.; FILHO, M.T.; OLIVEIRA, J.T.S.; CASTRO, V.R. Influência de idade e da posição radial nas dimensões das fibras e dos vasos da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, dez, 2007.

TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus gummifera E. microcorys e E. pilularis.* **IPEF**, v.30, p.45-54, 1985.

Avaliação das propriedades mecânicas da madeira de *Dipteryx alata, Astronium graveolens, Bowdichia virgilioides* e *Eucalyptus grandis*

Evaluation of the mechanical properties of the wood of D*ipteryx alata*, *Astronium graveolens*, *Bowdichia virgilioides* and *Eucalyptus grandis*

Augusto Jorge Latreille[1]
Joel Telles de Souza[1]
Maiara Talgatti[2]
Amanda Grassmann da Silveira[2]
Laura Hoffmann de Oliveira[2]
Guilherme Valcorte[2]
Danrlei Gabriel Wünsch[2]

[1] Universidade do Oeste de Santa Catarina-UNOESC, Rua Dirceu Giordani, Bairro Jardim Universitário, CEP 89820-000, Xanxerê – SC, augustolatreille@hotmail.com, joeltelles@hotmail.com

[2] Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências, Av. Roraima 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, , maiara.talgatti@hotmail.com, amandagrassmann@gmail.com, laura-hoff@hotmail.com, gvalcorte@yahoo.com.br, danrlei.wunsch@hotmail.com.

Resumo: O conhecimento das propriedades mecânicas da madeira é essencial para sua utilização industrial, tanto na construção civil como na confecção de móveis. Entre as propriedades mecânicas, destacam-se a resistência à ação de forças externas, tais como flexão, compressão e dureza. Desse modo, realizou-se um estudo objetivando determinar as propriedades mecânicas de três espécies nativas do Brasil, *Dipteryx alata* (Baru)*, Astronium graveolens* (Guaritá)*, Bowdichia virgilioides (Sucupira preta)*e uma exótica, *Eucalyptus grandis* . Foram empregados testes de flexão estática, compressão paralela às fibras e dureza janka. A análise estatística dos dados apresentou variações significativas para a maioria das propriedades mecânicas. Em geral, a madeira de *Astronium graveolens* (Guaritá) apresentou maior resistência mecânica em todos os testes, exceto no teste de compressão paralela. A análise dos dados permitiu classificar as madeiras em estudo e sugerir algumas finalidades específicas como usos na construção civil e indústria moveleira.
Palavras chave: Dureza, flexão, compressão paralela.

Abstract: Knowledge of the mechanical properties of wood is essential for its industrial use, both in construction and in the manufacture of furniture. In the case of external changes, such as bending, compression and hardness, Thus, a study was carried out to determine the mechanical properties of three native Brazilian species, *Dipteryx alata* (Baru), *Astronium graveolens* (Guaritá), *Bowdichia virgilioides* (Sucupira preta) and an exotic *Eucalyptus grandis*. Static flexion tests, parallel fiber compression and janka hardness were used. Data analysis was done for most of the mechanical properties. In general, the wood of *Astronium graveolens* (Guaritá) is used in all testicles, except in the parallel compression test. Data analysis is done in the form of a questionnaire and suggests some specific activities such as construction and the furniture industry.
Keywords: Hardness, bending, reducing parallel.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui um grande número de espécies florestais nativas, com madeira densa, alta durabilidade, utilizada em móveis de luxo, acabamentos internos, construções, dormentes e pontes, entre outros usos. As espécies nativas e a exótica utilizada para estudo apresentam uma madeira de boa qualidade com características peculiares, muito uteis para construção civil, indústria moveleira.

No entanto, devem ser estudadas visando melhor compreensão de suas características, para que haja melhor aproveitamento das mesmas. Segundo Carvalho (2008),a madeira de *Bowdichia virgilioides* é densa, com cerne pardo escuro, utilizada para móveis de luxos, acabamentos internos e construções, o que também ocorre com as madeiras de *Dipteryx alata* e *Astronium graveolen.*

O gênero *Eucalyptus*, devido à boa adaptação às condições edafoclimáticas do Brasil, apresenta altas taxas de crescimento e potencial para diversos usos, incluindo a produção madeireira (BERGER, 2000; GONÇALVES, 2006).

A madeira é um material heterogêneo, orgânico, que sofre diversas alterações de suas propriedades físicas e mecânicas quando exposta ao ambiente. Torna-se, de extrema importância os estudos das variações dimensionais, para que se possa obter uma melhor qualidade na industrialização da madeira.

Entre as propriedades mecânicas, destacam-se a resistência à ação de forças externas, tais como flexão, compressão e dureza. Tais propriedades avaliam a capacidade da madeira em suportar solicitações externas (FRANÇA, 2014). A resistência se refere à capacidade em suportar solicitações mecânicas propriamente ditas e a rigidez reporta à proporcionalidade existente entre tensões e respectivas deformações específicas na fase de comportamento elástico-linear da madeira (BENJAMIN, 2006).

A qualidade final de um produto de madeira é um fator importante para que este seja aceito no mercado, sendo necessário o conhecimento das suas propriedades tecnológicas para alcançar o melhor aproveitamento de um produto que satisfaça o mercado consumidor (FRANÇA, 2014).

O presente estudo teve como objetivo geral, avaliar as propriedades mecânicas das madeira de *Dipteryx alata, Astronium graveolens, Bowdichia virgilioides* (espécies nativas do Brasil), e *Eucalyptus grandis* (exótica).

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

As espécies nativas *Dipteryx alata* Vogel (baru), *Astronium graveolens* Jacq (guaritá), *Bowdichia virgilioides* Kunth (sucupira preta) estavam localizadas no município de Nova Alvorada do Sul – MS, situada a latitude 21º27'57" sul e longitude 54º23'02" oeste, localizada ao sul da região Centro-Oeste do Brasil, no sudoeste de Mato Grosso do Sul. Já o *Eucalyptus grandis* foi retirado no município de Faxinal dos Guedes – SC a latitude 26º51'10" sul e a longitude 52º15'37" oeste.

As árvores foram abatidas e seccionadas em toras, sendo que as toras utilizadas no trabalho foram retiradas a partir de 10 centímetros do solo. Estas toras foram desdobradas em pranchões centrais de oito centímetros de espessura e posteriormente divididas em corpos de provas separadamente para cada teste mecânico (Figura 1).

Foram realizados testes mecânicos de flexão estática, compressão paralela e dureza janka, de acordo com a norma ASTM D143-94 (1995). Para cada teste mecânico, utilizou-se 30 corpos de prova para cada espécie e foram realizados em

máquina universal de ensaios, modelo EMIC, na Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC).

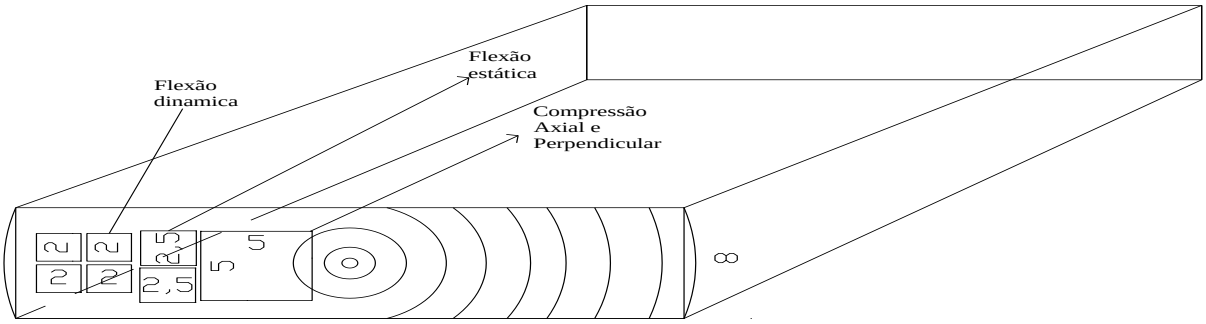


Figura 1. Pranchão retirado das árvores, mostrando as dimensões em cm dos corpos de provas. **Fonte:** Machado (2010).

2.1 **Ensaio de flexão estática**

Para o teste de flexão estática (Figura 2), foram utilizados 30 corpos de provas com dimensões de 2,5 x 2,5 x 41,0 cm (radial, tangencial e longitudinal).

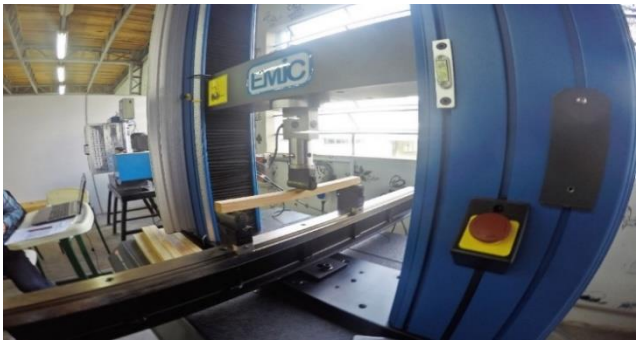


Figura 2. Máquina universal de ensaios de materiais em teste de flexão estática
Fonte: Autores (2016).

Os corpos de prova foram alocados em vão de 36 cm a uma velocidade controlada de 1,3 mm/min, conforme as normas para madeiras maciças (ASTM D143-94, 1995). Para avaliar as propriedades dos corpos de prova, determinaram-se os módulos de elasticidade (MOE) e de ruptura (MOR) à flexão estática.

2.2 **Ensaio de Compressão Paralela**

Para o ensaio de compressão paralela foram testados 30 corpos de prova para cada espécie (Figura 3) com dimensões de 5,0 x 5,0 x 20,0 cm (radial, tangencial e longitudinal).

O teste foi realizado com uma velocidade de 0,6 mm/min conforme a norma já citada, utilizando a escala de 10 toneladas na máquina de ensaios. Como a referida máquina de ensaios possui célula de carga com capacidade de 10 toneladas, foi possível a coleta somente do MOE, não sendo possível a obtenção do MOR, já que não ocorreu a ruptura dos corpos de prova.

O computador acoplado a máquina universal de ensaios, por meio de um software, calculou automaticamente os valores de MOE.

Figura 3. Corpo de prova em ensaio de compressão paralela. **Fonte:** Autores.

2.3 **Dureza Janka**

Para o teste, foram utilizados 30 corpos de prova para cada espécie, com dimensões de 5,0 x 5,0 x 15,0 cm (radial, tangencial e longitudinal). Foram realizadas duas penetrações na face tangencial, duas na face radial e uma em cada extremidade conforme Figura 4.

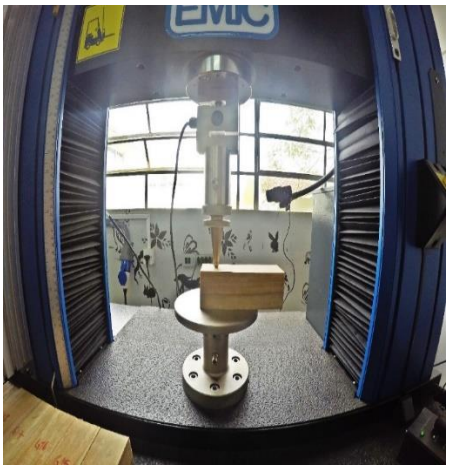


Figura 4. Corpo de prova em ensaio de dureza Janka no sentido radial. **Fonte:** Autores.

Posteriormente, realizado uma média para as seis penetrações. O esforço é medido em quilogramas devido a área da esfera ser de 1 cm². Sendo assim, obtém-se diretamente o valor do teste em kgf/cm².

2.4 **Análise estatística**

Para o estudo das propriedades mecânicas das 4 espécies, foram realizadas análises de variância com posterior comparação de médias por teste LSD – Fischer, P > 0,05. Utilizou-se também como auxilio nas análises e principalmente na tabulação dos dados o software Excel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 **Flexão Estática**

Os resultados encontrados na análise de variância para o teste de flexão estática evidenciaram diferença significativa em nível de 5% de probabilidade de erro entre as quatro espécies estudadas.

Tiveram respectivamente para MOE e MOR, Prob>F=0,0000 e F calculado de 21,58; Prob>F=0,0000 e F calculado de 23,45. De posse desta informação, realizou-se teste de médias para verificação da diferença entre as espécies, conforme Tabela1.

Tabela 1. Comparação das médias da variável MOE e MOR para o ensaio de flexão estática.

Espécie	**MOE (Kgf/cm²)***	**MOR (Kgf/cm²)***
Baru	89138,8 a	793,9 b
Sucupira Preta	105192,0 b	752,9 b
Guaritá	123528,0 c	1034,6 c
Eucalipto	95809,1 a	567,7 a

*Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro; teste das médias (LSD = Least Significant Difference).
Fonte: Autores.

De acordo com a Tabela 1, para o MOE, observa-se uma diferença significativa entre as espécies em estudo. A maior média encontrada foi para o guaritá, com 123528,0 kgf/cm² e menor para o baru com 89138,8 Kgf/cm². As espécies que não apresentaram diferenças significativas entre si foram o Baru e eucalipto, sendo que, a sucupira preta e o guaritá não se assemelham estatisticamente com as demais espécies.

Segundo Mainieri e Chimelo (1989), para a espécie *Dipteryx odorata* pertencente ao mesmo gênero do baru, para o MOE, obteve um valor de 185470 Kgf/cm². Já Nahuz (2013), para a mesma espécie, encontrou 189100 kgf/cm². Para Vale *et al.* (2011), analisando o faveiro (*Pterodon pubescens*) espécie pertencente à mesma família botânica do baru, observou um valor médio para o MOE de 110980 Kgf/cm², evidenciando assim a inferioridade do baru para as referidas espécies em comparação.

Para o eucalipto, os valores observados no estudo estão em conformidade com os apresentados por Zenid (2009), em que, para o MOE, obteve-se 96890 Kgf/cm² Haselein *et al*. (2002), encontraram um resultado semelhante em seus estudos com *Eucalyptus saligna*, apresentando MOE de 94500 Kgf/cm².

Conforme Nahuz (2013) para a espécie *Astronium lecointei*, pertencente ao mesmo gênero do guaritá, o valor encontrado para o MOE foi de 123000 kgf/cm², sendo semelhante ao encontrado por Remade (2016), com 135500 kgf/cm² para o cuchi (*Astronium urundeuva*). O valor encontrado para este teste mecânico está em conformidade ao da literatura.

Para a sucupira preta, de acordo com Zenid (2009), analisando o gênero *Bowdichia* sp, observou um MOE de 160600 Kgf/cm². Já Remade (2016), cita a sucupira – parda (*Bowdichía virgilioides* H.B.K.) com 144200 Kgf/cm². Sendo assim, todas as espécies utilizadas para a comparação dos resultados, apresentaram-se mais resistentes do que a sucupira preta.

Na avaliação do MOR, o baru e sucupira preta conforme o teste das médias, não apresentaram diferenças significativas entre si. O guaritá obteve a maior média, com 1034,6 kgf/cm², enquanto o eucalipto apresentou a menor, com 567,7 Kgf/cm².

De acordo com Silva (2002), em seus estudos com *Eucalyptus grandis*, encontrou 854 Kgf/cm², sendo superior ao encontrado pelo autor neste estudo.

Haselein *et al.* (2002), encontraram para a espécie *Eucalyptus saligna* Smith o valor de 525,2 Kgf/cm², assemelhando-se ao MOR encontrado para o eucalipto.

Segundo IBAMA (1997), para a espécie *Astronium lecointei*, conhecida popularmente como muiracatiara-rajada, observou-se um valor de MOR de 1042 Kgf/cm² assemelhando-se ao guaritá. De acordo com o mesmo autor, para o cumaru (*Dipteryx odorata*) obteve para o MOR, um valor de 1448 Kgf/cm², superior ao encontrado para o baru no presente estudo, sendo ambos do mesmo gênero.

Para Vale *et al.* (2011), analisando a sucupira branca (*Pterodon pubescens*), da mesma família da sucupira preta, observou-se um valor médio para o MOR de 1290 Kgf/cm², evidenciando a superioridade da espécie sobre a sucupira preta.

3.2 **Compressão Paralela as Fibras**

Os resultados encontrados na análise de variância para o teste de compressão paralela as fibras, evidenciaram diferença significativa em nível de 5% de probabilidade de erro entre as quatro espécies estudadas. Obtiveram para o MOE, Prob.>F=0,0009 e F calculado de 5,89. De posse desta informação, partiu-se para o teste de médias para a visualização das diferenças entre as espécies (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação das médias do MOE para o teste de compressão paralela.

Espécie	**MOE (Kgf/cm²)***
Baru	99722,4 a
Sucupira Preta	135226,0 ab
Guaritá	176331,0 bc
Eucalipto	206301,0 d

*Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro; teste das médias (LSD = Least Significant Difference).
Fonte: Autores.

Conforme a Tabela 2, ocorreu diferença significativa entre as espécies em estudo. O eucalipto obteve a maior média para o MOE com 206301,0 kgf/cm², já o baru apresentou a menor, com 99722,4 Kgf/cm². As espécies que não apresentaram diferenças significativas foram o baru e sucupira preta e sucupira preta e guaritá, sendo que o baru e o guaritá não se assemelharam estatisticamente. Além disso, o eucalipto diferenciou de todas as outras espécies.

De acordo com Mainieri e Chimelo (1989), o valor encontrado para o MOE da espécie *Dipteryx odorata* Willd, popularmente conhecida como cumbaru e pertencente ao mesmo gênero do baru, foi de 196921 Kgf/cm², superior ao encontrado para a o baru nesse estudo.

Já, Nahuz (2013), para a madeira de jatobá (*Hymenaea courbaril*), o valor encontrado para o MOE foi de 180400 kgf/cm², superior aos resultados encontrados para a sucupira preta e baru, pertencentes à mesma família. Segundo Zenid (2009), para a grápia (*Apuleia leiocarpa*), também pertencente à mesma família, apresentou 147492 Kgf/cm², semelhante ao observado para a sucupira preta.

Conforme Lobão *et al.* (2004), estudando as propriedades físico-mecânicas do eucalipto, obtiveram para o MOE em compressão paralela, o valor de 187088 Kgf/cm². Já Zenid (2009), cita para o *Eucalyptus grandis*, 118034 Kgf/cm². Assim, o

eucalipto do presente estudo mostrou-se superior aos resultados encontrados na literatura.

3.3 **Dureza Janka**

Os resultados encontrados na análise de variância para o teste de dureza Janka, evidenciou diferença significativa em nível de 5% de probabilidade de erro entre as quatro espécies estudadas com Prob.>F=0,0000 e F calculado de 108,66. De posse desta informação, partiu-se para o teste de médias para a verificação das diferenças entre as espécies (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação das médias para dureza Janka.

Espécie	**Dureza (Kgf/cm²)***
Baru	958,4 b
Sucupira Preta	902,9 b
Guaritá	1402,5 c
Eucalipto	309,8 a

*Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro; teste das médias (LSD = Least Significant Difference).
Fonte: Autores.

Por meio da Tabela 3, pode-se observar uma diferença significativa entre as espécies em estudo. A maior média para a dureza Janka foi observada para o guaritá, com 1402,5 kgf/cm² e menor para o eucalipto, com 309,8 Kgf/cm². As espécies que não apresentaram diferenças significativas entre si foram o Baru e a sucupira preta, sendo que, a sucupira preta, guaritá e eucalipto não se assemelham estatisticamente.

De acordo com Mainieri e Chimelo (1989), o valor encontrado para a espécie *Dipteryx odorata* Willd, popularmente conhecida como cumbaru e pertencente ao mesmo gênero do baru, foi de 997,9 Kgf/cm², já, Nahuz (2013) para *Dipteryx odorata* (Aublet.) Willd observou um valor de 998 kgf/cm², sendo semelhantes ao baru.

Segundo Nahuz (2013), para a madeira de jatobá (*Hymenaea courbaril*), o valor encontrado para a dureza Janka foi de 1140 kgf/cm², superior aos resultados encontrados para a sucupira preta e baru pertencentes à mesma família.

Já Remade (2016), observou para a espécie *Bowdichia nítida*, pertencente ao mesmo gênero que a sucupira preta, o valor de 852,9 Kgf/cm², sendo semelhante a espécie estudada.

Conforme Zenid (2009), para a espécie *Eucalyptus grandis*, no teste para determinação da dureza Janka, encontrou o valor de 273,9 Kgf/cm². Semelhante ao encontrado por Xavier (2008), para a mesma espécie, com 253,2 Kgf/cm², sendo assim, em conformidade com o encontrado para o eucalipto neste estudo com 309,8 Kgf/cm².

De acordo com Nahuz (2013), para espécie *Astronium lecointei* Ducke, conhecida popularmente por muiracatiara e pertencente ao mesmo gênero que o guaritá, obteve para a dureza Janka o valor de 789 kgf/cm², sendo semelhante ao encontrado por Rocha *et al*. (2014), estudando a espécie *Astronium macrocalyx* Engl, (933 Kgf/cm²). Estes autores, também observaram para a espécie *Astronium urundeuva*, o valor de 1126 Kgf/cm², sendo a espécie que mais se assemelhou ao

guaritá. As espécies utilizadas na comparação dos resultados do guaritá, mostraram-se todas abaixo da referida espécie.

4. CONCLUSÃO

O guaritá obteve os melhores resultados para os testes de dureza Janka e flexão estática, apresentando a maior média entre as espécies. Portanto sugere-se a aplicação da referida espécie na formação de pisos de residências, estabelecimentos comerciais e até ginásios de esporte.

Na compressão paralela as fibras, o eucalipto foi a espécie que obteve a maior média para o MOE, proporcionando maior elasticidade que as demais, quando submetida a aplicação de uma força no sentido de suas fibras. Sendo assim, confirma-se por meio do presente estudo a importância da espécie na construção de tesouras em cobertos de residência, onde já possui grande utilização.

O eucalipto obteve a menor média para dureza Janka, ficando clara a rejeição da espécie para formação de pisos de residências e comércios.

O Baru se mostrou inferior a todas as espécies no teste de compressão paralela, evidenciando a sua baixa resistência à aplicação de uma carga no sentido das fibras, sendo inapta para uso em estruturas de suporte na construção civil. Portanto, sugere-se a aplicação da referida espécie para a indústria moveleira.

A Sucupira Preta em todos os testes mecânicos, esteve na média, não sendo superior em nenhum teste realizado. A aplicação da referida espécie é para os mais diversos fins, desde a construção civil até a produção de móveis, desde que não esteja em contato direto com a água, devido a sua grande trabalhabilidade em contato com a mesma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM (American Society for Testing and Materials). **Standard methods of testing small clear specimens of timber, D 143-94**. Philadelphia, 1995.

BENJAMIN, C. A. **Estudo da estrutura anatômica e das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Corymbia* (*Eucalyptus*) *citriodora* e *Eucalyptus grandis***. 2006. 158 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

BERGER, R. **Crescimento e qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* smith sob o efeito do espaçamento e da fertilização**. 2000. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2008. v. 3. 593 p.

FRANÇA, T. S. F. A. **Caracterização tecnológica das madeiras de duas espécies de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev. E *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss.).** 2014. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2014.

HASELEIN, C. R.; BERGER, R.; STHAL, M. G. J.; TREVISAN, R.; SANTINI, E.J.; LOPES, M.C. Propriedades de flexão estática da madeira úmida e a 12% de umidade de um clone de Eucalyptus saligna Smith sob o efeito do espaçamento e da adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 147-152, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Madeiras Tropicais Brasileiras**. Brasília: IBAMA-LPF, 1997, 152 p.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2Ed. São Paulo: IPT, 1989. 432p.

NAHUZ, Marcio Augusto Rabelo (Coord.). **Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil.** São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2013. 103 p. (publicação IPT, 4371).

REMADE (Revista da Madeira). **Madeiras brasileiras e exóticas.** 2016. Disponível em: <http://www.remade.com.br/madeiras-exoticas/236/madeiras-brasileiras-e-exoticas/sucupira-parda>. Acesso em: 18 jun. 2016.

REMADE (Revista da Madeira). **Madeiras brasileiras e exóticas.** 2016. Disponível em: < http://www.remade.com.br/madeiras-exoticas/445/madeiras-brasileiras-e-exoticas/sucupira>. Acesso em: 19 jun. 2016.

SILVA, J. C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira**. 2002. 160f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

VALE, A. T.; PIMENTEL, J. W.; MENEZZI, C. H. S.; DANTAS, V. F. S. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de sucupira branca [Pterodon pubescens (BENTH.) BENTH.)]. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Re.C.E.F. .C.E.F. .C.E.F. ISSN: 1678-3867 Ano IX - Volume 18 – Número 1 – Agosto 2011 - Garça, SP Re.C.E.F., v.18, n.1, ago, 2011. 118.

XAVIER, R. B. L.; **Avaliação da dureza janka, densidade e estabilidade de quatro espécies de Eucalyptus implantadas no estado do Rio de Janeiro.** 2008. 21f. Monografia) Graduação em Engenharia Florestal), Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

ZENID, Geraldo José. **Madeira**: uso sustentável na construção civil. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - SVMA, 102p. 2009.

Avaliação dos parâmetros colorimétricos de quatro espécies florestais após processo de tratamento térmico

Evaluation of the colorimetric parameters of four forest species after thermal treatment process

Laíse Guerreiro[1]
Nidria Dias Cruz[1]
Ezequiel Gallio[1]
Andrey Pereira Acosta[1]
Darci Alberto Gatto[1]

[1]Universidade Federal de Pelotas, Rua Conde de Porto Alegre, 793 - Centro, Pelotas, laiseguerreiro.efl@gmail.com; nidria_cruz@hotmail.com; egeng.florestal@gmail.com; andreysvp@gmail.com; darcigatto@yahoo.com.

Resumo: Tratamento térmico quando aplicado na madeira ou em seus derivados, visa à obtenção de um material com características superiores, dentre essas propriedades citadas, a alteração das propriedades colorimétricas originais pode agregar maior valor comercial ao produto final. O objetivo desse estudo foi avaliar as alterações nos parâmetros colorimétricos das madeiras de *Eucalyptus grandis, Eucalyptus dunnii, Eucalyptus saligna* e *Corymbia maculata*, após processo de tratamento térmico. A partir do desdobro da primeira tora foram confeccionados corpos de prova para cada espécie, com dimensões de 1,5 x 1,5 x 25cm (radial x tangencial x longitudinal). O tratamento térmico foi realizado em estufa nas temperaturas de 0°C, 180°C, 200°C e 220°C, e tempo fixo de 2 horas. As medições colorimétricas foram realizadas utilizando um colorímetro, em três pontos distintos da amostra na face tangencial. Sendo os parâmetros colorimétricos determinados: (L*), (a*) (b*) e (ΔE*).O processo térmico teve influência diretamente na coloração das madeiras estudas, uma vez que na temperatura 220°C, ocorreu os maiores valores de variação total da cor, os valores médios de L*, coordenada a* e b* apresentaram comportamento inversamente proporcional à temperatura de exposição.
Palavras-chave: *Eucalyptus grandis, Eucalyptus dunnii, Eucalyptus saligna* e *Corymbia maculata*

Abstract: Thermal treatment when applied to wood or wood products, aims to obtain a material with superior characteristics, among these properties, altering the original colorimetric properties may add more commercial value to the final product. The objective of this study was to evaluate the changes in the colorimetric parameters of *Eucalyptus grandis, Eucalyptus dunnii, Eucalyptus saligna* and *Corymbia maculata*, after heat treatment. From the first log sawing specimens were prepared for each species, measuring 1.5 x 1.5 x 25 cm (Tg x Rd x Lg). The heat treatment was performed in an oven at temperatures of 0 ° C to 180 ° C, 200 ° C and 220 ° C and fixed time of 2 hours. Colorimetric measurements were performed using a calorimeter at three distinct points on the tangential face. As the colorimetric parameters are determined: (L *), (a *) (b *) and (ΔE *). The thermal process had a direct influence on the color of the wood studied, since at the temperature 220 ° C, the highest values of total color variation occurred, the average values of L *, coordinated to a * and b * presented a behavior inversely proportional to the temperature of exhibition.
Key words: *Eucalyptus grandis, Eucalyptus dunnii, Eucalyptus saligna* e *Corymbia maculata*

1. INTRODUÇÃO

A madeira é material construtivo renovável e tem seu uso diversificado na indústria, quando comparada com outros materiais se destaca por apresentar uma série de características superiores, tais como: alta relação peso / força, baixo uso de energia no seu processamento e facilidade no seu desdobro. Porém, a exploração

de espécies trópicas com caracteristicas superiores, resultou na escassez destas. Paralelamente, com o aumento da consciência ecológica, surge a necessidade de preservar as florestas nativas.

Deste modo, o setor madeireiro introduziu espécies exóticas de rápido crescimento, como as do gênero *Eucalyptus* ssp. Porém a utilização da mesma apresenta limitações técnicas, o que dificulta a substituição das madeiras tropicais normalmente utilizadas na indústria. Essas limitações referem-se principalmente a defeitos como rachaduras, cores pouco atrativas, menor durabilidade natural (TRUGILHO et al., 2004).

O tratamento térmico quando aplicado na madeira ou em seus derivados, visa à obtenção de um material com características superiores, referentes principalmente a estabilidade dimensional e durabilidade natural. Entretanto, outras propriedades podem ser agregadas, tais como alteração no teor de extrativos, maior isolamento térmico, diminuição da resistência mecânica, menor resistência ao desgaste e à abrasão, menor rigidez, menor resistência à dureza, odor persistente e alteração nas propriedades colorimétricas (GARCIA et al., 2012; KAMDEM et al., 2002).

Em síntese, a termorretificação pode ser caracterizada como um processo em que a madeira é submetida a aplicação de calor, a certa temperatura, por determinado período de tempo (BRITO et al., 2006). Para Hill (2006), o processo de tratamento térmico ocorre em temperaturas entre 180 e 260°C, visto que em temperaturas inferiores a 140°C as mudanças são insignificantes na estrutura do material, enquanto em temperaturas superiores a 260°C resultam em degradação indesejável.

Dentre essas características citadas, a alteração das propriedades colorimétricas originais pode agregar maior valor comercial ao produto final. Uma vez que, em países da Europa e América do Norte, o tratamento térmico, tem sido utilizado em madeiras de cores claras, pouco atrativas e de menor valor comercial tais como *Pinus* spp e *Picea* spp visando à obtenção de produtos com características distintas e de maior valor agregado (GARCIA et al., 2014).

De acordo com Bekhta e Niemz (2003), Mitsui et al. (2001) o processo de termorretificação apresenta como vantagem a modificação das caracteristicas estéticas do material, já que a mesma adquire uma cor similar a madeiras tropicais, sendo apreciada para inúmeras aplicações. O tratamento térmico proporciona o escurecimento da madeira, o qual tende a aumentar em função da temperatura e do tempo de tratamento (AKYILDIZ et al., 2009; AYADI et al., 2003; MILITZ, 2002; SUNDQVIST, 2004).

Colorimetria permite registrar de forma quantitativa as cores e de traduzi-las em dados numéricos (LAVISCI et al., 1989). Sendo que, o CIELAB é um dos sistemas mais utilizados no mundo para mensuração de cor em diferentes materiais, uma vez que o mesmo consegue emitir a cor mediante os cálculos feitos através de três variáveis, onde o L* se refere à luminosidade, o a* à coordenada verde-vermelho e b* à coordenada azul-amarelo (JANIN et al., 2001). Esse sistema é de extrema importância, tendo em vista que a determinação da cor se destaca como um fator adicional de extrema importância para a caracterização da qualidade da madeira, pois influencia diretamente no aspecto visual e consequentemente, na sua comercialização (MOYA; MARIN, 2011).

Frente ao exposto, o objetivo desse estudo foi avaliar as alterações nos parâmetros colorimétricos das madeiras de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden,

Eucalyptus dunnii Maiden, *Eucalyptus saligna* Sm e *Corymbia maculata* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson, após processo de tratamento térmico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira, nas instalações pertencentes ao curso de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal de Pelotas. As espécies estudadas estão descritas na Tabela 1, sendo estas provenientes de povoamentos homogêneos, pertencentes a empresa CMPC Celulose Rio-Grandense.

Tabela 1. Descrição das espécies florestais estudadas e suas respectivas idades.

Espécie	Idade
Eucalyputs grandis,	22 anos
Eucalyptus saligna	22 anos
Corymbia maculata	22 anos
Eucalyptus dunnii	28 anos

Fonte: Autores.

A partir do desdobro da primeira tora foram confeccionados e orientados, 20 corpos de prova para cada espécie, com dimensões de 1,5 x 1,5 x 25cm (radial x tangencial x longitudinal). Anteriormente à modificação térmica os corpos de prova foram acondicionados em câmara climatizada (20 ± 2°C e 65 ± 5% de UR), até equilíbrio higroscópico (12%).

2.1. **Tratamento térmico**

Após a estabilização dos corpos de prova, os mesmos passaram pelo processo tratamento térmico, para a realização deste foi utilizado uma estufa com capacidade de 100 litros e temperatura máxima de 300°C. Os tratamentos realizados estão apresentados na Tabela 2, estes com variação de temperatura e com tempo fixo de 2 horas (sem levar em conta as rampas de aquecimento e resfriamento), no total foram 4 temperaturas com cinco repetições para cada espécie florestal estudada.

Tabela 2. Temperaturas utilizados para o tratamento térmico das espécies de *Eucalyputs grandis, Eucalyptus saligna Corymbia maculata* e *Eucalyptus dunnii.*

Tratamento	Temperatura	Tempo
1	-	-
2	180	2 horas
3	200	2 horas
4	220	2 horas

Fonte: Autores.

O tratamento 1 (controle), permaneceu em câmera climatizada durante todo o processo de termorrerificação. Subsequentemente, após o processo de tratamento térmico as amostras foram novamente acondicionadas na câmara climatizada até atingirem teor de umidade de equilíbrio.

2.2. **Colorimetria CIEL*a*b***

Para determinara a modificação dos parâmetros colorimétricos das espécies após tratamento térmico com diferentes temperaturas, foi utilizando um colorímetro portátil Konica Minolta, modelo CR-400 com abertura de sensor de 8 mm, adaptado para utilização de fonte iluminante D65 e ângulo de observação de 2º.

As medições colorimétricas foram realizas em três pontos distintos da amostra na face tangencial. Sendo os parâmetros colorimétricos determinados: luminosidade (L*), as coordenadas cromáticas verde-vermelho (a*) e azul-amarelo (b*), obtidos diretamente do aparelho e a mudança total de cor (ΔE*), calculados pelas Equação 1, respectivamente.

$$\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{0,5} \quad \text{(Eq.01)}$$

Em que: ΔE= Variação total da coloração;
ΔL*= Variação da luminosidade;
ΔA* e ΔB*= Variação das coordenadas cromáticas.

2.3. **Análise dos resultados**

O experimento foi instalado seguindo esquema multifatorial 4x4, onde o Fator A (qualitativo) quatro espécies florestais e o Fator D (quantitativo) as quatro temperaturas da termorretificação.

Os dados foram analisados através do *software* estatístico *Statgraphics* XVIII da Centurion, sendo submetidos à Análise de Variância Multifatorial a fim de verificar a existência de interação entre os fatores espécie e temperatura, para cada parâmetro colorimétrico.

A comparação das médias dos tratamentos foi determinada pela diferença mínima significativo (LSD) de *Fisher*, com um nível de probabilidade de erro de 5%, e um intervalo de confiança de 95% para a análise da variância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Levando em consideração as características visuais expressas na Figura 1, observa-se que o escurecimento dos corpos de prova para as espécies de *Eucalyptus dunnii, Corymbia maculata, Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna,* ocorreu de maneira gradual em função da temperatura do tratamento, constatando a eficiência a termorretificação para modificar a colocação natural da madeira.

Através da análise de variância multifatorial para os parâmetros L*, a* b* e ΔE, foi comprovada a interação entre os tratamentos (espécie e temperatura). Portanto um fator é influenciado pelos níveis do outro, dessa maneira os mesmos foram analisados em conjunto.

A Tabela 3, apresenta as médias dos parâmetros colorimétricos para as espécies de *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus grandis, Corymbia maculata* e *Eucalyptus saligna,* em diferentes temperaturas.

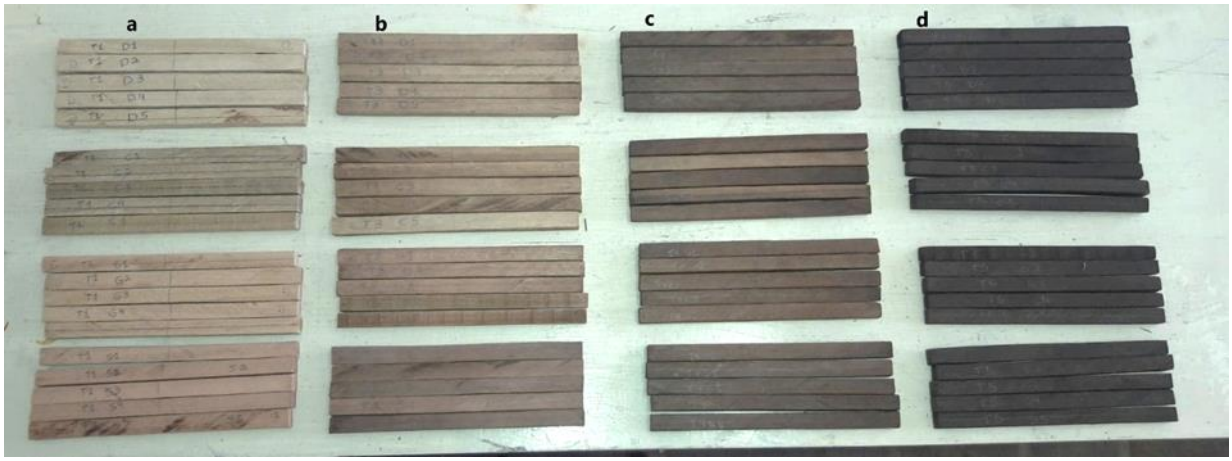


Figura 1. Espécies de *Eucalyptus dunnii. Corymbia maculata* e *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em que: (a) Testemunha, (b) 180ºC, (c) 220ºC, (d) 220ºC. **Fonte:** Autores.

Tabela 3. Médias dos parâmetros colorimétricos para as espécies estudadas.

Espécie	Parâmetros colorimétricos			
	L*	a*	b*	ΔE
Eucalyptus dunnii,	48,615 **c**	6,09967 **a**	13,4463 **b**	25,8053 **c**
Eucalyputs grandis	46,963 **b**	8,72233 **b**	14,4832 **c**	22,6581 **b**
Eucalyptus saligna	44,907 **a**	6,377 **b**	12,5893 **a**	21,2317 **ab**
Corymbia maculata	45,775 **ab**	9,06866 **a**	13,6533 **b**	20,4972 **a**

*Em que: Médias nas colunas seguidas pela mesma letra, não diferem entre si conforme a diferença mínima significativa (LSD) de *Fisher,* em uma probabilidade de erro de 5%. **Fonte:** Autores.

Dentre as espécies estudas, a madeira de *Eucalyptus dunnii* apresentou o maior valor médio de L* (48,615), em que as madeiras de *Eucalyptus saligna* e *Corymbia maculata* não apresentaram diferença significativa (44,907 e 45,775), assim como *Eucalyputs grandis* e *Corymbia maculata* não diferiram estatisticamente (46,963 e 45,775).

Esses valores diferem dos encontrados por Cademartori, (2012) que em seu estudo sobre índices de claridade (L*) da madeira não tratada e termorretificada de *Eucalyptus grandis, Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus cloeziana.* Encontrou como resultado o maior valor médio de L* (42,60 no plano tangencial) *Eucalyptus grandis.*

A análise de variância multifatorial mostrou que os fatores espécie, tratamento e a interação entre eles tiveram influência significativa para o parâmetro claridade (L*) conforme a Figura 2, a diminuição do L* está diretamente ligado com o aumento da temperatura de termorretificação em que o menor valor L* é referente a espécie *Corymbia maculatana* sob temperatura de 220°C (28,1687).

A redução do valor dos índices de claridade (L*) após os tratamentos de termorretificação está diretamente ligado ao escurecimento da madeira, comportamento também observado por diversos autores para diferentes espécies (ESTEVES et al., 2008; DUBEY et al., 2011; NUNES, 2012).

Ao analisar amostras de *Cryptomeria japonica*, Mitsui et al. (2004) relacionaram a diminuição do índice de claridade com a quantidade de extrativos e compostos de baixo peso molecular.

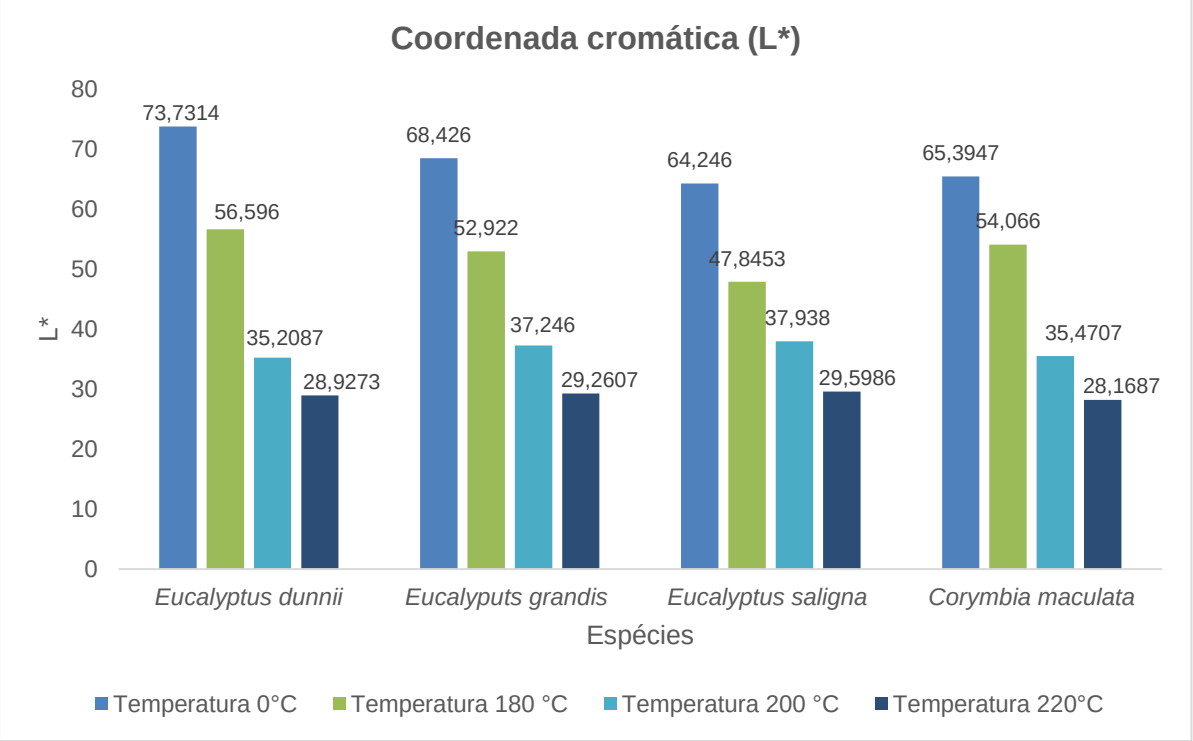


Figura 2. Valores médios de L* para cada um dos níveis dos fatores. **Fonte:** Autores.

Neste contexto, com o aumento da temperatura ocorre a degradação desses constituintes da madeira principalmente hemicelulose e consequentemente a diminuição do L*.

O escurecimento da madeira após o processo térmico, atribui ao material uma gama de possíveis utilizações, uma vez que a mesma apresentará características estéticas semelhante as madeiras tropicais mundialmente utilizadas (TUONG; LI, 2010).

A análise de variância multifatorial mostrou que os fatores espécie, tratamento e a interação entre eles tiveram influência significativa na coordenada cromática vermelho-verde (a*) conforme a Figura 3.

Para a coordenada cromática vermelho-verde (a*), o tratamento térmico resultou um acréscimo nos seus valores, principalmente na faixa de temperatura de 180°C para as espécies de *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus grandis, Corymbia maculata*. Entretanto o tratamento controle da espécie e *Eucalyptus saligna* apresentou um valor de 13,4853, enquanto que os tratamentos a 180°C apresentaram valores de 11,2447, correspondendo um decréscimo na tonalidade vermelha natural da própria espécie.

O comportamento de acréscimo no parâmetro colorimétrico a* até 180°C e posterior decréscimo foi relatado por Cademartori et al. (2014) para madeira de *E. grandis e E. saligna.* Para Chen et al. (2012) a condensação, degradação ou oxidação de produtos durante o tratamento térmico é responsável pelo aumento na coordenada cromática vermelha, sendo que a lignina e alguns extrativos específicos, após o processo de condensação passam a e absorver luz complementar de cor avermelhada, contribuindo assim para o aumento da coloração vermelha da madeira.

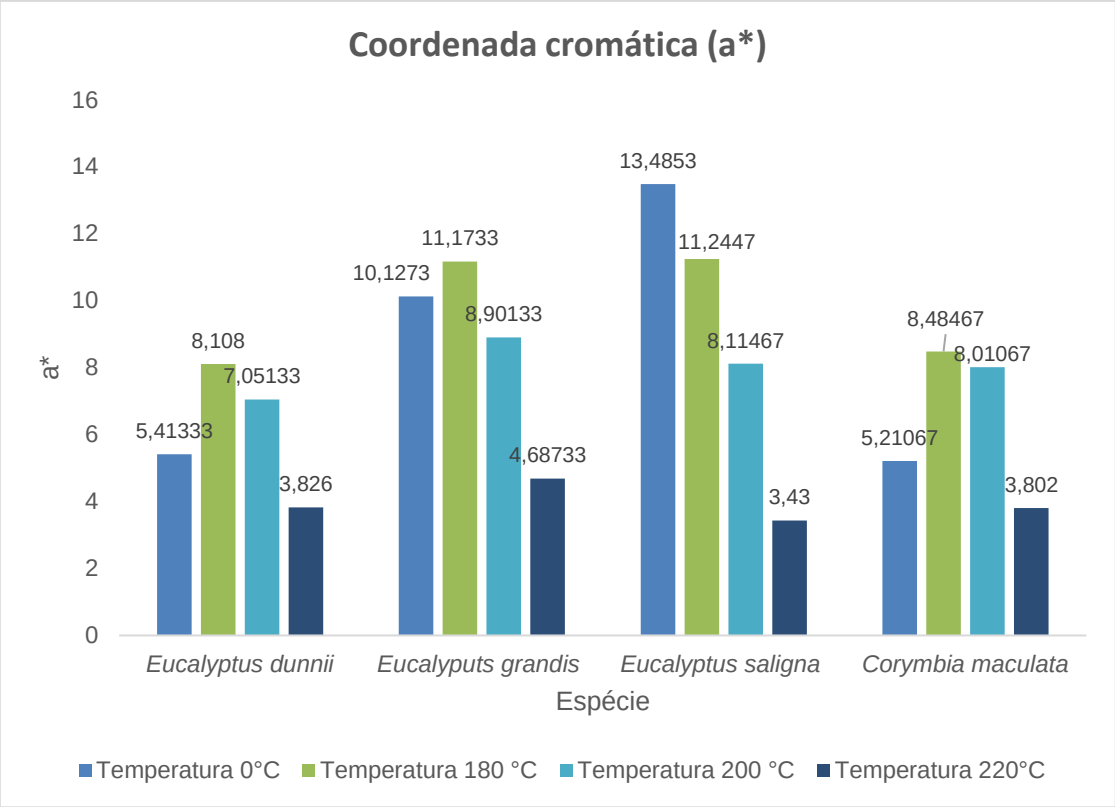


Figura 3. Valores médios de a* para cada um dos níveis dos fatores. **Fonte:** Autores.

A análise de variância multifatorial mostrou que os fatores espécie, tratamento e a interação entre eles tiveram influência significativa para a coordenada cromática amarelo-azul (b*), conforme a Figura 4.

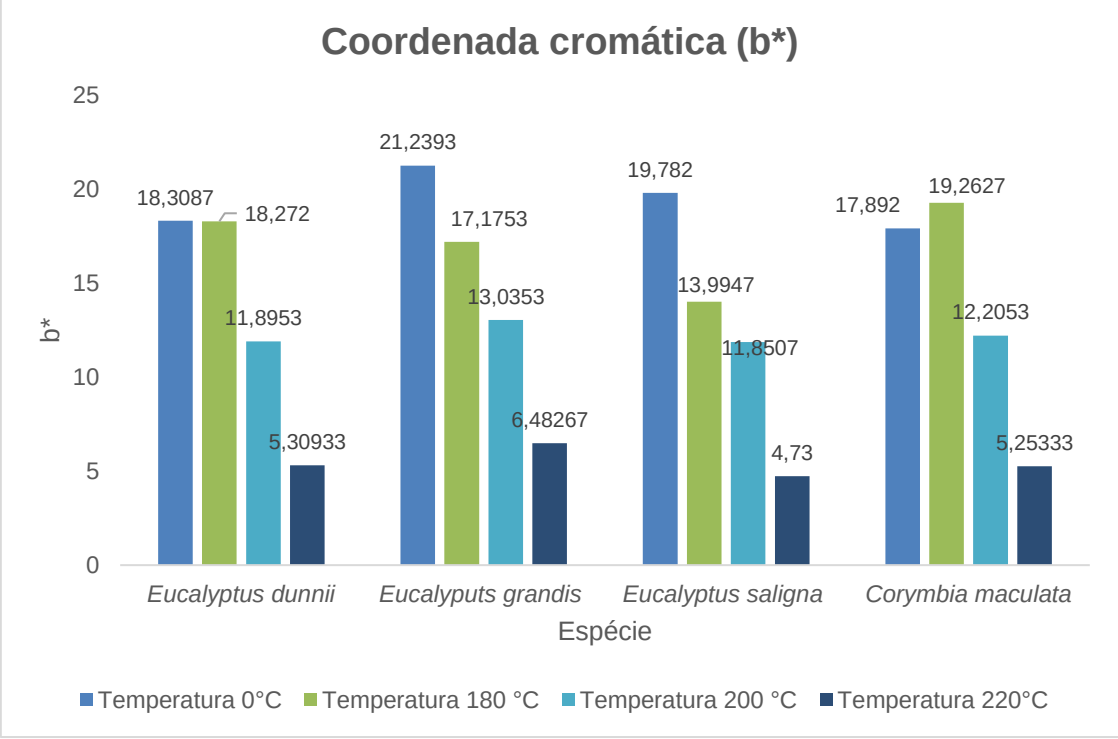


Figura 4. Valores médios de b* para cada um dos níveis dos fatores. **Fonte:** Autores.

O tratamento de termorretificação causou um decréscimo nos valores do b*, como podemos observar no tratamento controle *Eucalyptus grandis* apresentou o maior índice de b* um valor de 21,2393, e após tratamento térmico o mesmo apresentou um valor de 6,48267. Portanto podemos afirmar que, o aumento do tratamento térmico reduziu significativamente os tons de amarelo.

Resultados semelhantes referentes ao decréscimo do pigmento amarelo-azul em temperaturas maiores que 180°C, foram encontrados por (BRISCHKE et al., 2007; GONZÁLEZ-PEÑA; HALE, 2009; PINCELLI et al., 2012; SRINIVAS; PANDEY, 2012). De acordo com Mori et al. (2004) a lignina, polifenóis e o comprimento de fibras, são os responsável coloração amarela no material.

Para Cademartori et al. (2013) afirma que a redução combinada das coordenadas cromáticas a* e b*, que confirmam o aspecto de perda da tonalidade amarela e aumento da tonalidade vermelha, são características de madeiras que passaram pelo processo de tratamento térmico.

A análise de variância multifatorial mostrou que os fatores espécie, tratamento e a interação entre eles tiveram influência significativa no parâmetro variação total de cor (ΔE), conforme a Figura 5.

Uma vez que, para todas as espécies estudadas quanto maior a temperatura do tratamento térmico, maior os valores de variação total da cor, resultado fica evidente nas Figura 1 e Figura 5. Esse resultado também foi encontrado por diferentes autores (GONZÁLEZ-PEÑA; HALE, 2009; CHEN et al., 2012; SRINIVAS; PANDEY, 2012).

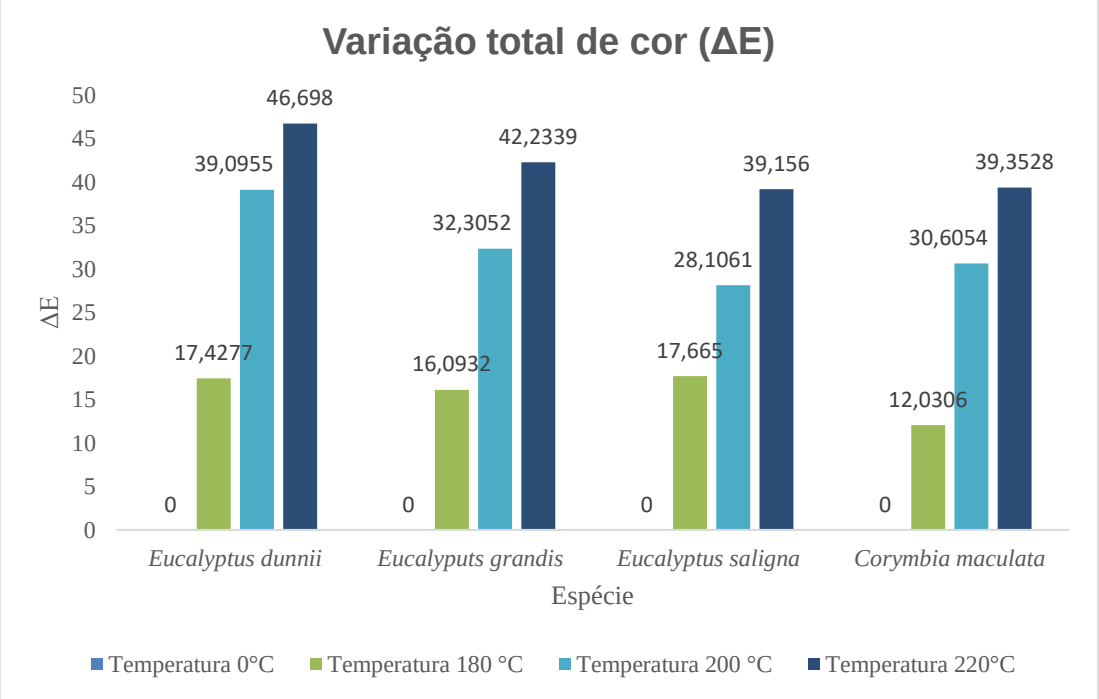


Figura 5. Valores médios de **ΔE** para cada um dos níveis dos fatores. **Fonte:** Autores.

4. CONCLUSÕES

O processo térmico teve influência diretamente na coloração das madeiras de *Eucalyptus grandis, Eucalyptus dunnii, Eucalyptus saligna* e *Corymbia maculata*,

uma vez que na temperatura 220°C, ocorreu os maiores valores de variação total da cor.

Os valores médios de Luminosidade, coordenada cromática vermelho-verde e amarelo-azul apresentaram comportamento inversamente proporcional à temperatura de exposição. quanto maior a temperatura menor valores encontrados.

Ao realizar o tratamento térmico na temperatura 180ºC e 200°C as madeiras adquiriram cores de espécies tropicas, porém em um próximo estudo devemos analisar o efeito do tratamento térmico nas propriedades mecânicas das madeiras estudadas. Para asseguras que o tratamento térmico não afetara a resistência da madeira.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CMPC Celulose Rio-Grandense, a Capes pelo apoio financeiro ao grupo de pesquisa ciência da madeira e ao laboratório de propriedades da madeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKYILDIZ, M. H.; ATES, S.; ÖZDEMIR, H. Technological and chemical properties of heat-treated Anatolian black pine wood. African Journal of Biotechnology, Nairobi, v. 8, n. 11, p. 2565-2572, 2009.
AYADI, N.; LEJEUNE, F.; CHARRIER, F.; CHARRIER, B.; MERLIN, A. Color stability of heat-treated wood during artificial weathering. **Holz als Roh-und Werkstoff**, Berlin, v. 61, p. 221-226, 2003.

BEKHTA, P.; NIEMS, P. Effect of high temperature on the change in colour, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood. **Holzforschung**, Berlin, v. 57, p. 539-546, 2003.

BRISCHKE, C. et al. Quality control of thermally modified timber: Interrelationship between heat treatment intensities and CIE L*a*b* color data on homogenized wood samples. **Holzforschung**, v. 61, n. 1, p. 19, 2007.

BRITO, J. O. et al. Densidade básica e retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis*, submetida a diferentes temperaturas de termorretificação. **Cerne**, n. 002, p. 182-188, 2006.

CADEMARTORI, P. H. G. et al. Physical and mechanical properties and colour changes of fast-growing Gympie messmate wood subjected to two-step steam-heat treatments. **Wood Material Science & Engineering**, p. 1-9, 2013.

CADEMARTORI, P. H. G. et al. Thermal modification of Eucalyptus grandis wood: Variation of colorimetric parameters. **Maderas. Ciencia y tecnología**, v. 15, n. 1, p. 57-64, 2013.

CADEMARTORI, P. H. G. et al. Colour responses of two fast-growing hardwoods to twostep steam-heat treatments. **Material Research**, v. Aceito para publicação, 2014.

CADEMARTORI, P. H. G. **Propriedades tecnológicas da madeira termorretificada de três espécies de *Eucalyptus*.** 2012. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de materiais) - Universidade Federal do Pelotas, Pelotas,2012.

CHEN, Y. et al. The effect of heat treatment on the chemical and color change of black locust (Robinia pseudocacia) wood flour. *BioResources*, v. 7, n. 1, p. 1157-1170, 2012.

DUBEY, M. K.; PANG, S.; WALKER, J. Effect of oil heating age on colour and dimensional stability of heat treated Pinus radiata. **European Journal of Wood and Wood Products**, v. 69, p. 255-262, 2011.

ESTEVES, B.; VELEZ, M. A.; DOMINGOS, I.; PEREIRA, H. Heat induced colour changes of pine (*Pinus pinaster*) and eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) wood. **Wood Science and Technology**, v. 42, n. 5, p. 369-384, 2008.

GARCIA, R. A.; CARVALHO, A. M.; LATORRACA, J. V. F.; MATOS, J. L. M.; SANTOS, W. A.; SILVA, R. F. M. Nondestructive evaluation of heat-treated Eucalyptus grandis Hill ex. Maiden wood using stress wave method. **Wood Science and Technology**, New York, v. 46, p. 41- 52, 2012.

GONZÁLEZ-PEÑA, M. M.; HALE, M. D. C. Colour in thermally modified wood of beech, Norway spruce and Scots pine. Part 2: Property predictions from colour changes. **Holzforschung**, v. 63, n. 4, p. 394-401, 2009.

HILL, C. A. S. **Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes**. 1st. Chichester: John Wiley & Sons, 2006. 260 p.

KAMDEM, D. P.; PIZZI, A.; JERMANNAUD, A. Durability of heat-treated wood. **Holz als Roh-und Werkstoff**, Berlin, v. 60, p. 1-6, 2002.

JANIN, G.; GONÇALEZ, J. C.; ANANIAS, R.; CHARRIER, B.; SILVA, G. F.; DILEM, A. Aesthetics appreciation of wood colour and patterns by colorimetry: part 1, colorimetry theory for the CIELAB system. **Maderas: Ciencia y Tecnología**, San José, v. 3, n. 1/2, p. 3-13, 2001.

LAVISCI, P.; JANIN, G.; UZIELLI, L. **Qualité du bois de six essences du maquis méditerranéen. Foret Mediterraneenne**, Marseille, t. XI, n°1, julho 1989.

MILITZ, R. Heat treatment technologies in Europe: scientific background and technological state-of-art. In: CONFERENCE ON ENHANCING THE DURABILITY OF LUMBER AND ENGINEERED WOOD PRODUCTS, 1., 2002, Kissimmee. Proceeding. **Madison**: **Forest Products Society**, 2002. 1 CD-ROM.

MISSIO, A. L. **Propriedades tecnológicas da madeira de *eucalyptus* submetida a tratamentos de congelamento e termorretificação**. 152 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Produtos Florestais) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, 2014.

MITSUI, K.; TAKADA, H.; SUGIYAMA, M.; HASEGAWA, R. Changes in the properties of light-irradiated wood with heat treatment: part 1, effect of treatment conditions on the change in color. **Holzforschung**, Berlin, v. 55, p. 601-605, 2001.

MITSUI, K.; TAKADA, H.; SUGIYAMA, M.; HASEGAWA, R. Changes in the Properties of Light-Irradiated Wood with Heat Treatment: Part 1. Effect of Treatment Conditions on the Change in Color. **Holzforschung**, v. 55, n. 6, p. 601-605, 2004

MORI, C. L. S. D. O.; MORI, F. A.; LIMA, J. T.; TRUGILHO, P. F.; OLIVEIRA, A. C. Influência das características tecnológicas na cor da madeira de eucaliptos. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 123-132, 2004.

MOYA, R.; MARIN, J. D. Grouping of *Tectona grandis* (L.f.) clones using wood color and stiffness. **New Forests**, Dordrecht, v. 42, p. 329-345, 2011.

NUNES, Cintia Silva. **Propriedades tecnológicas e qualidade de adesão de madeiras de *Corymbia citriodora e Eucalyptus pellita termorretificadas***. 2012. 56p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

PINCELLI, A. L. P. S. M. et al. Effect of thermal rectification on colors of Eucalyptus saligna and Pinus caribaea woods. **Maderas. Ciencia y tecnología**, v. 14, n. 2, p. 239-248, 2012.

SANTOS, P. V. **Avaliação da qualidade tecnológica da madeira de *Corymbia citriodora* (Hook.) K. D. Hill & L.A.S. Johnson após o processo de termorretificação**. 28 f. Monografia (Engenharia

Florestal) - Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ Janeiro – 2014.

SUNDQVST, B. **Colour changes and acid formation in wood during heating.** 2004. 154 f. Thesis (Doctor in Wood Material Science) - Luleå University of Technology, Skelleftå, 2004.

SRINIVAS, K.; PANDEY, K. K. Effect of heat treatment on color changes, dimensional stability, and mechanical properties of wood. **Journal of Wood Chemistry and Technology**, v. 32, n. 4, p. 304-316, 2012.

TUONG, V. M.; LI, J. Effect of heat treatment on the change in color and dimensional stability of *acacia hybrid* Wood. **BioResources,** v. 5, n. 2, p. 1257-1267, 2010.

TRUGILHO, P. F. et al. Efeitos da idade e classe diamétrica na deformação residual longitudinal em árvores de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Revista Árvore**, v. 28, n. 5, p. 725- 731

Caracterização física da madeira de *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D. Don aos 13 anos

Physical characterization of *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D. Don at age 13

Évelyn Janaina Grosskopf[1]
Karina Soares Modes[1]
Gláucia Cota Nunes[1]
Magnos Alan Vivian[1]
Gustavo Faggiani Tomio[1]

[1]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Rod. Ulysses Gaboardi, Km 3 Curitibanos – Santa Catarina. evellyngrosskopf@gmail.com, karina.modes@ufsc.br, glauciacota@gmail.com, magnos.alan@ufsc.br, gustavoftomio@gmail.com

Resumo: Atualmente, as madeiras de florestas plantadas abastecem a cadeia florestal brasileira, em maior proporção o plantio de espécies do gênero *Pinus* e *Eucalyptus,* porém com a crescente demanda por matéria prima, a busca por espécies alternativas torna-se imprescindível. Uma das espécies promissoras bastante evidenciada na literatura é a *Cryptomeria japonica*, conífera de rápido crescimento. O presente estudo teve como objetivo determinar a massa específica e estabilidade dimensional da madeira de *C. japonica* aos 13 anos de idade, proveniente de Campo Belo do Sul – SC. A confecção dos corpos de prova foi conduzida de acordo com a norma NBR 7190 (1997). A espécie apresentou valores médios de 0,28 g/cm³, 0,31 g/cm³, 0,34 g/cm³ e 0,99 g/cm³ para a massa especifica básica, da madeira anidra, a 12% de umidade e da madeira verde, respectivamente. Quanto à contração total tangencial, radial, longitudinal e volumétrica foram encontrados, respectivamente, valores médios de 5,48, 2,09, 0,31 e 7,57% e coeficientes de retratibilidade de 0,18, 0,08, 0,02 e 0,24 para os mesmos parâmetros. Já o coeficiente de anisotropia foi de 2,72. De maneira geral a madeira na idade avaliada pode ser considerada de baixa massa específica. O coeficiente de anisotropia indica uma propensão da espécie a defeitos de secagem.
Palavras-chave: massa específica, instabilidade dimensional, anisotropia.

Abstract. Nowadays, planted forest woods supply the Brazilian forest chain, in greater proportion the planting of species of the genus *Pinus* and *Eucalyptus*, but with the increasing demand for raw material, the search for alternative species becomes essential. One of the promising species well evidenced in the literature is the rapidly growing conifer *Cryptomeria japonica*. The objective of this study was to determine the specific gravity and dimensional stability of *C. japonica* at 13 years of age, from Campo Belo do Sul - SC. The preparation of the specimens was conducted according to the norm NBR 7190 (1997). The species presented average values of 0.28 g/cm³, 0.31 g/cm³, 0.34 g/cm³ and 0.99 g/cm³ for the basic specific gravity, anhydrous wood, 12% humidity and green wood, respectively. As for total tangential, radial, longitudinal and volumetric contractions, mean values of 5.48, 2.09, 0.31 and 7.57% were found, respectively, and coefficients of retratibility of 0.18, 0.08, 0, 02 and 0.24 for the same parameters. The anisotropy coefficient was 2.72. In general the wood at the evaluated age can be considered low specific gravity. The anisotropy coefficient indicates a tendency of the species to drying defects.
Key words: specific gravity, dimensional instability, anisotropy

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a cadeia florestal brasileira é abastecida por madeiras proveniente de florestas plantadas graças aos incentivos fiscais governamentais impostos nas décadas de 60 e 70. Segundo o relatório anual da Indústria Brasileira de Árvores

(IBÁ, 2017), as madeiras do gênero *Pinus e Eucalyptus* são as principais matérias primas cultivadas no Brasil, assegurando o abastecimento da cadeia produtiva do setor industrial de base florestal nacional.

O setor de base florestal cresce gradativamente ano após ano, necessitando, portanto do desenvolvimento de estudos com espécies promissoras que possam vir a contribuir futuramente para o aumento do estoque de matéria prima para uso industrial, além daquelas já conhecidas.

Uma madeira de qualidade é aquela que atende os requisitos necessários para sua utilização em determinado emprego, através da combinação das características físico-mecânicas e anatômicas da madeira (GONÇALEZ et al., 2006).

Dentro deste contexto, Alves et al. (2017), julgam as propriedades físicas e mecânicas como as de maior relevância quando comparado com outras características da madeira. Latorraca e Albuquerque (2000) consideram a massa específica como a de maior importância, pois apresenta relação direta com as demais propriedades da madeira e também auxilia na destinação de uso final. Além disso, os mesmos autores mencionam também que a massa específica irá variar de acordo com as características da espécie e fatores externos como, por exemplo, tratos silviculturas e variações ambientais.

De acordo com Alves et al. (2017), outra característica de grande importância é o coeficiente de anisotropia, pois determina o uso da madeira por meio das contrações que a peça apresenta nos diferentes sentidos anatômicos (radial, tangencial e longitudinal). Elevados coeficientes de anisotropia são indesejáveis dentro do setor industrial, uma vez que a utilização da madeira torna-se limitada e exige técnicas de processamento mais apropriadas (TRIANOSKI, 2012).

Juntamente com a massa específica e o coeficiente de anisotropia, a retratibilidade é um dos principais parâmetros de avaliação da qualidade da madeira. Segundo Oliveira et al. (2010), uma peça de madeira irá apresentar variação dimensional quando ocorrer alteração no seu teor de umidade abaixo do ponto de saturação das fibras, fazendo com que ocorra uma coesão das microfibrilas quando o teor de umidade diminuir (contração) e, em contrapartida, aumento da adesão quando a madeira apresentar teores de umidades mais elevados (inchamento).

A *Cryptomeria japonica* ((Thunb. ex L.f.) D. Don) é uma espécie pertencente a ordem Coniferae, nativa da região temperada do Japão, local onde é conhecida popularmente como “sugi”. Sua região de ocorrência natural apresenta altitude que varia entre 600 a 1800m, e clima que se caracteriza por invernos frios muitas vezes com ocorrência de neve, e verões moderadamente quentes (CARPANEZZI et al. 1988; SANTOS et al. 2000). Alves et al. (1984), comentam que a *C. japonica* apresenta ótimo crescimento em locais em que a temperatura varia entre 12 e 14°C. Diante do exposto, Santos et al. (2000), evidenciam a viabilidade para os plantios na região Sul do Brasil, apresentando crescimento rápido e excelente adaptabilidade ao clima.

A madeira de *C. japonica* é apontada como de boa qualidade, apresentando densidade que varia entre 0,25 a 0,40 g/cm³, logo, é consideravelmente leve e de boa trabalhabilidade (SANTOS et al. 2000; CARNEIRO et al. 2009).

Conforme Pereira et al. (2003) a madeira de *C. japonica* apresenta grande potencial para cultivo no Brasil, entretanto, ainda há uma carência de estudos relacionados a qualidade de sua madeira. Diante desta perspectiva, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da madeira de *C. japonica* por meio

de sua massa específica em diferentes condições, bem como sua estabilidade dimensional e coeficiente de anisotropia.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O material utilizado é proveniente de um povoamento experimental de *C. japonica* com 13 anos e espaçamento comercial de 2,5 x 2,5 m, sem a realização de intervenção para desbastes de propriedade da empresa Florestal Gateados LTDA, localizada no município de Campo Belo do Sul – SC.

Foram selecionadas 3 árvores e destas retirado um disco a 1,30m de altura com aproximadamente 3,0 cm de espessura dos quais se confeccionaram os corpos de prova. Os discos foram mantidos submersos em água até saturação completa.

Para a determinação das propriedades físicas da madeira foram confeccionados corpos de prova medindo 2,0 x 3,0 x 5,0 cm (R, L, T), de acordo com recomendações da norma brasileira NBR 7190 (1997). Os ensaios de massa específica, anisotropia e contração foram realizados utilizando os mesmos corpos de prova.

Após saturação completa, os corpos de prova foram pesados e realizada a delimitação e mensuração de suas dimensões nos sentidos radial, tangencial e longitudinal.

Depois de saturado, o material foi acondicionado em câmara climática com temperatura de 20°C e umidade relativa de 65% até atingir massa constante nessa condição, convencionada como umidade de equilíbrio de aproximadamente 12%.

O material já climatizado passou pelas mesmas mensurações realizadas na condição de saturação completa. Em seguida, os corpos de prova foram submetidos à secagem em estufa à temperatura de 103±2°C até que não ocorressem mais variações em seu peso. De posse das informações obtidas foram determinadas as propriedades de massa específica e estabilidade dimensional.

Na avaliação da estabilidade dimensional, foram calculadas as contrações máximas da madeira nos sentidos lineares (longitudinal, radial, tangencial) e também volumétrico, de acordo com a equação 1.

$$\beta(\%) = \frac{D;Vv - D;Vs}{D;Vv} * 100 \qquad \text{(Eq. 01)}$$

Onde: β = contração linear ou volumétrica máxima; %; $D;Vv$= dimensão linear ou volume da madeira saturada (verde), cm; $D;Vs$ = dimensão linear ou volume da madeira anidra (seca), cm.

A anisotropia de contração foi calculada a partir da relação entre os valores de contração linear total nos sentidos tangencial e radial.

O coeficiente de retratibilidade para os sentidos longitudinal, radial e tangencial foi calculado utilizando os valores de dimensão em cada sentido anatômico obtidos a 12% de umidade (climatização a 20ºC e 65% de umidade relativa) e na condição anidra (após secagem em estufa a 103ºC) e a massa do corpo de prova em cada condição. Para o coeficiente de retratibilidade volumétrico foram calculadas também as mesmas relações (Equação 02).

$$Q\beta L, R, T, V = \frac{(D;V12\% - D;V0\%) * M0\%}{(M12\% - M\%) * D;V12\%} \quad \text{(Eq. 02)}$$

Onde: $Q\beta L, R, T, V$ = coeficiente de retratibilidade em uma dada direção linear ou volumétrico; D; $V12\%$ = dimensão linear ou volume da madeira climatizada (12% de umidade), cm; D; $V0\%$= dimensão linear ou volume da madeira anidra (0% de umidade), cm; $M12\%$= massa da madeira climatizada (12% de umidade), g; ; $M0\%$= massa da madeira anidra (0% de umidade), g.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de massa específica da madeira nas diferentes condições de avaliação para a espécie *Cryptomeria japonica* estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Massa específica verde, massa específica aparente a 12% de umidade, massa específica da madeira seca (0% de umidade) e massa específica básica.

	Massa específica (g/cm³)			
	Verde	**Aparente$_{12\%}$**	**Anidra$_{0\%}$**	**Básica**
Média	0,99	0,34	0,31	0,28
DP	0,12	0,03	0,02	0,02
Mínimo	0,76	0,29	0,27	0,25
Máximo	1,27	0,38	0,35	0,34

DP = desvio padrão.
Fonte: Autores.

A massa específica básica média encontrada neste estudo (0,28 g/cm³), é superior à registrada por Carneiro et al. (2009) para madeira de *C. japonica* com 14 anos (0,25 g/cm³). Já Pereira et al. (2003), estudando a mesma espécie, na idade de 23 anos, encontraram valores de massa específica básica superior (0,36 g/cm³). Portanto uma justificativa para essa diferença de valores está relacionada diretamente com a idade da árvore em questão, uma vez que, para a madeira de coníferas de maneira geral quanto maior a idade mais elevada será a densidade da madeira e vice-versa.

Levando em consideração o valor de massa específica básica registrada a madeira de *C. japonica* na idade de 13 anos é classificada como excepcionalmente leve, de acordo com a classificação proposta por Durlo (1991).

Ainda com base na tabela 1, observa-se que o valor de massa especifica verde foi de 0,99 g/cm³. Fonte (2016) avaliou árvores de *C. japonica* com 35 anos e observou valores de massa especifica verde de 0,76 g/cm³, mesmo valor observado por Fonte et al. (2017), ao estudarem a madeira de *C. japonica* com 37 anos de idade. Com o aumento da idade reduz-se os espaços vazios que podem ser ocupados com água, que levam ao aumento de massa e consequentemente do valor de massa específica verde.

Em contrapartida com relação à massa específica anidra, o valor médio registrado (0,31 g/cm³) é inferior ao encontrado por Gonçalves (2013), para a mesma espécie com 43 anos (0,28 g/cm³) e por Fonte et al. (2016) e Fonte (2017) que encontraram valor de 0,48 g/cm³ para árvores com 35 e 37 anos, respectivamente.

Em relação ao valor médio de massa específica aparente a 12% de umidade, observa-se que o valor encontrado (0,34g/cm³) foi equivalente ao registrado por Nunes (2018), para madeira de *C. japonica* de 16 anos. Outros autores observaram valores inferiores para massa especifica aparente a 12% de umidade desta espécie, sendo eles Gonçalves (2013) (0,302g/cm³) e Carneiro et al. (2009) (0,307g/cm³).

Os valores médios referentes à contração total e coeficiente de retratibilidade linear, volumétrico e coeficiente de anisotropia estão apresentados na tabela 2, juntamente com os valores mínimos, máximos e desvio padrão.

Tabela 2. Contração linear e volumétrica total, coeficiente de retratibilidade linear e volumétrico e coeficiente de anisotropia de contração da madeira de *C. japonica.*

	Contração (%)				C. de Retratibilidade				CA
	R	T	L	V	R	T	L	V	
Média	2,09	5,48	0,31	7,57	0,08	0,18	0,02	0,24	2,72
DP	0,62	1,11	0,21	1,34	0,03	0,04	0,01	0,07	0,61
Mín.	1,08	2,96	0,08	5,75	0,04	0,10	0,01	0,18	1,42
Máx.	3,54	7,39	0,80	10,48	0,17	0,27	0,03	0,40	3,88

R = radial; T = tangencial; L = longitudinal; V = volumétrico; CA= coeficiente de anisotropia; DP = desvio padrão; Mín. = mínimo; Máx. = máximo.
Fonte: Autores.

Com base nos resultados, observa-se que a contração linear total foi maior no sentido tangencial (5,48%), seguido do radial (2,09%) e do longitudinal (0,31%). Moreira (1999), afirma que a alteração dimensional da madeira irá ser maior no sentido tangencial e pouco significante no sentido longitudinal da madeira. Oliveira et al. (2010), enfatizam que para a seção longitudinal os valores, normalmente, não ultrapassam 1%. Logo, os valores encontrados neste estudo estão coerentes com o que indica a literatura. Neste contexto, Trianoski (2012) menciona que a pequena alteração no sentido longitudinal é decorrente da organização vertical dos constituintes estruturais da madeira, logo, o número de paredes celulares neste sentido é menor.

Com relação ao índice de contração total volumétrica, obteve-se o valor médio de 7,57%, inferior ao observado por Carneiro et al. (2009), Fonte et al. (2017) e Gonçalves (2013), com porcentagens de 9,96, 10,63% e 8,78%, respectivamente para a mesma espécie.

Comparando os resultados de contração total da madeira de *C. japonica* com espécies do gênero *Pinus,* Santini et al. (2000) observaram valores médios de contração tangencial de 5,8%, contração radial 3,9% e contração volumétrica de 9,8% para espécie de *Pinus elliotti* com 13 anos. Os mesmos autores também estudaram a espécie de *Pinus taeda* com a mesma idade e encontraram valor médio de 6,5% para contração tangencial, 4,4% para contração radial e 10,9% para contração volumétrica, portanto resultados superiores ao registrado no presente estudo para a madeira de *C. japonica* avaliada.

Pereira et al. (2003), estudando as propriedades da madeira de *C. japonica* com 23 anos de idade verificou valores médios de retratibilidade superior aos obtidos no presente estudo, sendo 7,1% no sentido tangencial, 3% no radial e 0,9% no longitudinal. Por outro lado, o coeficiente de anisotropia observado por esses mesmos autores foi igual ao do presente estudo (2,6).

Conforme evidenciado da tabela 2, o coeficiente de anisotropia foi de 2,7, superior ao observado por Carneiro et al. (2009) e Fonte et al. (2017), respectivamente, 2,54 e 1,87. Com base na classificação de Durlo e Marchiori (1992), a madeira de *C. japonica* empregada neste estudo é considerada de alta instabilidade, o que torna necessário o emprego de um programa de secagem de baixa agressividade a fim de evitar a incidência de defeitos de secagem nas peças.

De acordo com Muniz (1993), as divergências existentes entre resultados de estudos disponíveis na literatura é um fato bastante comum, uma vez que esses valores são alterados juntamente com a porcentagem de lenho juvenil e adulto e também os constituintes anatômicos da madeira, que são resultado das influências climáticas e silviculturais.

4. CONCLUSÕES

A madeira de *C. japonica* apresentou massa específica básica de 0,28 g/cm³, permitindo classifica-la como excepcionalmente leve.

A contração total foi superior no sentido tangencial (5,48%), seguido do radial (2,09%) e do longitudinal (0,31%).

Embora a contração linear e volumétrica possa ser considerada baixa o coeficiente de anisotropia foi de 2,72, indicando a susceptibilidade dessa espécie frente aos defeitos de secagem.

Levando em consideração a densidade compatível com espécies de coníferas já utilizadas industrialmente e o aspecto de rápido crescimento, a espécie *C. japonica* vem demonstrando potencial para cultivo no Brasil, visando futuramente suprir a demanda de matéria prima do setor industrial.

AGRADECIMENTOS

À empresa Florestal Gateados LTDA pelo fornecimento da matéria prima, possibilitando o desenvolvimento do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ALVES, R. C.; OLIVEIRA, A. L. C.; CARRASCO, E. V. M. Propriedades físicas da madeira de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 24, p. 2-7, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.

CARNEIRO, M. E.; BITTENCOURT, E.; MUNIZ, G. I. B. Qualidade da madeira de *Cryptomeria japonica* D. Don. **Floresta**, Curitiba, v.39, n.4, p.913-920, 2009.

CARPANEZZI, A. A. et al. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina.** Curitiba – PR: Embrapa-CNPF, 1988. 113 p.

DURLO, M. A. Tecnologia da madeira: peso específico. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1991. 29 p. (Série Técnica, n. 8.)

DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. **Tecnologia da madeira:** retratibilidade. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992. 33 p.

FONTE A. P. N. **Utilização da madeira de** *Cryptomeria japonica* **para a produção de painéis colados lateralmente e aplicação de acabamento superficial.** 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2016.

FONTE, A. P. N. et al. Propriedades físicas e químicas da madeira de cerne e alburno de *Cryptomeria japonica*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 16, n. 3, p.277-285, 2017.

GONÇALEZ J. C.; BREDA, L. C.; BARROS, J. F. M.; MACEDO, D. G.; JANIN, G.; COSTA, A. F. C. Características tecnológicas das madeiras de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden e *Eucalyptus cloeziana* F. Muell visando ao seu aproveitamento na indústria moveleira. **Ciência Florestal,** Santa Maria, v.16, n.3, p. 329-341, 2006.

GONÇALVES, C. J. C. **Caracterização da madeira de *Cryptomeria japonica* D. Don produzida nos açores.** 2013. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro, Vila Real, 2013.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ**). Relatório anual IBÁ 2017 ano base 2016**. São Paulo: IBÁ: 2017. 80p.

LATORRACA, J. V. F.; ALBUQUERQUE, C. E. C. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. **Floresta Ambiente,** Rio de Janeiro, v. 7, n. único, p. 279-291, 2000.

MOREIRA, W. S. **Relações entre propriedades físico-mecânicas e características anatômicas e químicas da madeira.** 1999. 107 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 1999.

MUNIZ, G. I. B. **Caracterização e desenvolvimento de modelos para estimar as propriedades e o comportamento na secagem da madeira de** *Pinus elliottii* **Engelm. e** *Pinus taeda* **L.** 1993. 235f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

NUNES, G. C. durabilidade natural das madeiras de *Cupressus lusitanica*, *Cryptomeria japonica* e *Pinus taeda* em ensaio de deteriorização a campo. 2018. 55f. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2018.

OLIVEIRA, J.T. S.; TOMAZELLO FILHO, M.; FIEDLER, N. C. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 929-936, 2010.

PEREIRA, J. C. D.; HIGA, R. C. V.; SHIMIZU, J. Y. **Propriedades da Madeira do Cedrinho Japonês.** Colombo: Embrapa, 2003. 4 p.

SANTOS, C. B. et al. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p.1-15, 2000.

SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R.; GATTO, D. A. Análise comparativa das propriedades físicas e mecânicas da madeira de três coníferas de florestas plantadas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p.85-93, 2000.

TRIANOSKI, R. **Avaliação da qualidade da madeira de espécies de Pinus tropicais por meio de métodos convencionais e não destrutivos.** 2012. 554 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

TRABALHO CIENTÍFICO MENÇÃO HONROSA

Caracterização morfológica fibras da madeira de *Ocotea puberula* (Rich.) Nees visando a produção de polpa celulósica

Morphological characterization of wood fibers of *Ocotea puberula* (Rich.) Nees Aiming the production of cellulosic pulp

Débora Caline de Mello[1]
Ari William Pires[1]
Joelson Lima Ferreira[2]
Rafael Rodrigues Fernandes[1]
Magnos Alan Vivian[1]

[1] Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, Rodovia Ulysses Gaboardi, 3000 - Km 3, Curitibanos - SC, 89520-000, debbora.kalynne1@gmail.com; a.williampires@gmail.com; fernandes.rafa16@yahoo.com.br; magnos.alan@ufsc.br

[2] Universidade do Estado de Santa Catarina UDESC, Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro, Lages – SC, 88523-000, joelsonlimaf@hotmail.com

Resumo: O experimento teve como principal objetivo avaliar as características morfológicas das fibras da madeira da nativa *Ocotea puberula* (Rich.) Nees tendo em vista a produção de polpa celulósica, através de indicadores de qualidade. Foram utilizadas três árvores, provenientes de remanescente nativo localizado no município de Curitibanos -SC. De cada árvore realizou-se cortes na altura do peito (DAP), que foram redimensionados em pequenos palitos para o processo de maceração e montagem de lâminas temporárias com intuito de obter informações de comprimento (mm), largura (µm) e diâmetro do lúmen (µm) das fibras. A partir dos dados calculou-se a espessura da parede (µm), além dos indicadores de qualidade da polpa: fração da parede (%), coeficiente de flexibilidade (%), índice de Runkel e índice de enfeltramento. As dimensões das fibras observadas foram de (0,75-1,25 mm) de comprimento; (26,09 - 41,20 µm) de largura; (17,20-33,30 µm) de diâmetro do lúmen e (2,86 – 5,41 µm) de espessura de parede. Através dos índices de qualidade associados a morfologia das fibras de *Ocotea puberula* (Rich.) Nees foi possível observar potencial de utilização dessa espécie para o seguimento de celulose e papel.
*Palavras-chave***:** nativa, anatomia da madeira, índice de qualidade.

Abstract. The objective of the experiment was to evaluate the morphological characteristics of Ocotea puberula (Rich.) Nees wood fibers in order to produce cellulose pulp through quality indicators. Three trees were used, originating from native remnant located in the municipality of Curitibanos-SC. From each tree, chest cuts were performed (DAP), which were resized in small sticks for the maceration and assembly of temporary slides in order to obtain information of length (mm), width (µm) and diameter of the lumen (µm) of the fibers. From the data, the wall thickness (µm) was calculated, in addition to the pulp quality indicators: wall fraction (%), flexibility coefficient (%), Runkel index and inflow index. The observed fiber dimensions were (0.75-1.25 mm) in length; (26.09 - 41.20 µm) in width; (17.20-33.30 µm) of lumen diameter and (2.86-5.41 µm) wall thickness. Through the quality indexes associated with the fiber morphology of Ocotea puberula (Rich.) Nees, it was possible to observe the potential of this species for cellulose and paper.
Keywords: native, anatomy of wood, quality index.

1. INTRODUÇÃO

O setor de celulose se destaca com grande representatividade não apenas para a economia nacional como também no cenário mundial, tendo apresentado

resultados cada vez mais significativos na balança comercial. No ano de 2017, a produção de celulose chegou a 19,49 milhões de toneladas apresentando um crescimento de 3,8% em relação ao ano anterior (IBÁ, 2017).

O segmento de celulose e papel é abastecido por espécies dos gêneros *Eucalyptus e Pinus*. O gênero *Eucalyptus* são espécies folhosas de fibras curtas, ideais para a produção de papeis branqueados, de baixa resistência. Já o gênero *Pinus* é coníferas de fibra longa indicadas para a produção de papeis de alta resistência, como caixas para embalagens, papel cartão e papel jornal (IBA, 2017).

Dentro deste cenário de poucas espécies cultivadas em larga escala vemos a necessidade de fomentar cada vez mais a pesquisa para que se possa aumentar a diversidade de espécies para o setor madeireiro.

A espécie *Ocotea puberula* (Rich.) Nees é uma folhosa pertencente à família Lauraceae conhecida vulgarmente por amansa-besta, louro-pimenta; canela-amarela; canela-babosa, canela branca, guaicazeiro e canela-parda. É uma árvore de pequeno a médio porte de 10 a 15 m de altura e 20 a 60 cm de DAP, podendo atingir até 25 m de altura e 90 cm de DAP, na idade adulta. Trata-se de uma espécie secundária inicial mais comuns no Planalto Sul-brasileiro (CARVALHO,2002).

A madeira pode ser utilizada de forma serrada e roliça. No entanto por apresentar baixa resistência mecânica, a madeira da canela-guaicá é indicada principalmente para construções interna e construção civil leve; também é usada em marcenaria e carpintaria, caixas, móveis populares, portas e painéis (MAINIERI, 1973).

Há diversos fatores que influenciam na ideal escolha da madeira para o segmento de celulose e papel. De certa forma, um das principais fatores determinantes é as características anatômicas das fibras onde é possível associar a Índices de qualidade como o Índice de Runkel, Índice de Enfeltramento, Coeficiente de Flexibilidade e Fração Parede que nos permitem classificar a viabilidade do uso das fibras da espécie desejada para a produção de papel (NISGOSKI et al., 2012).

Isso posto, o objetivo do presente estudo é avaliar as características morfológicas das fibras da madeira de *Ocotea puberula* (Rich.) Nees visando a produção de polpa celulósica.

2. METODOLOGIA DO TRABALHO

O experimento foi realizado no laboratório de Anatomia da Madeira localizado na Universidade Federal de Santa Carina (UFSC), Campus de Curitibanos, em Santa Catarina.

Foi utilizado a espécie *Ocotea puberula* (Rich.) Nees, proveniente de uma área de supressão vegetal nativa para instalação de uma rodovia no município de Curitibanos-SC sob as coordenadas S-6959744.00 m e O-538408.00. Das 3 árvores processadas desta espécie, amostrou-se um disco do diâmetro a altura do peito (DAP), que foram transformados em pequenos palitos (Figura 1A) para serem submetidos a maceração.

Para a maceração seguiu-se a metodologia descrita por Sarto (2012), onde os cavacos foram colocados em tubos de ensaio contendo a solução dos reagentes químicos previamente preparados de ácido acético, ácido nítrico e água na proporção de 5:2:1 respectivamente. Em seguida, esse material foi colocado em banho Maria a 100 ºC em um período de tempo de aproximadamente 1h até a

individualização dos elementos, após isso, foi retirado os reagentes e feita a lavagem do macerado com água destilada (Figura 1B).

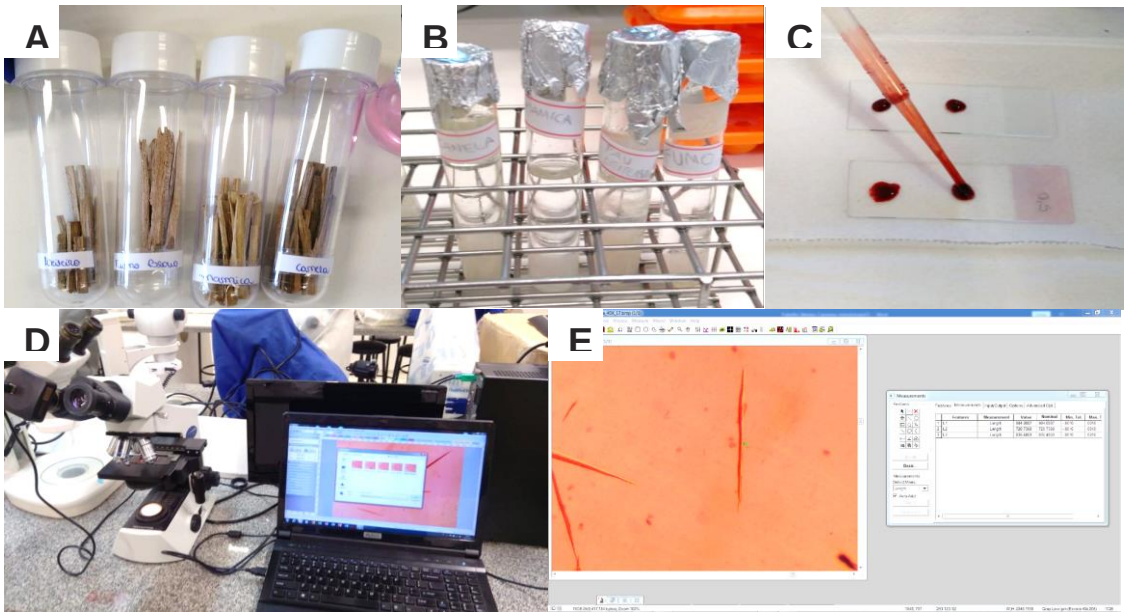


Figura 1. Procedimento de preparação de lâminas temporárias do macerado. (A) Confecção dos palitos. (B) Massa de fibras após maceração. (C) Montagem das lâminas temporárias. (D) Obtenção das imagens. (E) Mensuração das fibras. **Fonte**: Autores.

Os tubos de ensaios contendo o material macerado foram agitados para evitar a aglomeração do mesmo, posteriormente, montaram-se as lâminas temporárias com as amostras, adicionando-se uma gota de safranina (com concentração de 1%) e uma gota de glicerina para melhor visualização dos elementos celulares (Figura 1C), e na sequência foram capturadas as imagens das fibras.

Para captura das imagens utilizou-se um microscópio com câmera digital acoplada e software *ToupView* para aquisição das mesmas (Figura 1D). Para as imagens de comprimento utilizou-se o aumento de 40x, e para largura e diâmetro do lúmen o aumento de 400x). Com o auxílio do software *Image Pro Plus* (Figura 1E) mediu-se as dimensões das fibras, para isso: 35 comprimentos e 25 larguras e diâmetros de lúmen, baseando-se nas normas da IAWA (IAWA COMMITTEE, 1989).

Desta forma foi possível obter valores de comprimento (mm), largura (µm) e diâmetro do lúmen (µm) das fibras. Após obtenção das informações das dimensões, calculou-se a espessura da parede celular (µm) (Equação 1), fração da parede (%) (Equação 2), (coeficiente de flexibilidade (%) (Equação 3), e índice de enfeltramento (Equação 4) e o índice de Runkel (Equação 5).

$$EP = \left(\frac{L-DL}{2}\right) \quad \text{(Eq. 01)}$$

$$FP = \left(\frac{2\times E}{L}\right) \quad \text{(Eq. 02)}$$

$$CF = \left(\frac{DL}{L}\right) \times 100 \quad \text{(Eq. 03)}$$

$$IE = \left(\frac{C}{\frac{L}{1000}}\right) \quad \text{(Eq. 04)}$$

$$IR = \left(\frac{2 \times E}{DL}\right) \quad \text{(Eq. 05)}$$

Em que: EP = Espessura da parede, em µm; L = Largura dos traqueídeos, em µm; DL = Diâmetro do lúmen, em µm; FP = Fração Parede;CF = Coeficiente de Flexibilidade; IE= Índice de enfeltramento; C = Comprimento dos traqueídeos, em mm; IR = Índice de Runkel.

Com base nos resultados das equações foi possível realizar a comparação com os índices de qualidade que irão nos permitir classificar as fibras da espécie *Ocotea puberula* (Rich.) Nees quanto a sua viabilidade na produção de papel. Os dados referentes ao presente estudo foram armazenados e analisados com o auxílio de planilhas eletrônicas, utilizando-se o programa *Microsoft Excel*® 2016.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos na caracterização anatômica da madeira de *Ocotea puberula* (Rich.) Nees podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores morfológicos das fibras de *Ocotea puberula* (Rich.) Nees.

DADOS MORFOLÓGICOS	MIN.	MÁX.	MÉDIA	DP	CV (%)
C (mm)	0,75	1,25	0,95	0,10	10,58
L (µm)	26,09	41,38	32,15	4,52	14,05
DL (µm)	17,20	33,30	24,24	4,54	18,73
EP (µm)	2,86	5,41	3,95	0,72	18,22

C = comprimento, L = Largura, DL = diâmetro de Lume, EP = espessura de parede da fibra, DP = desvio padrão e CV Coeficiente de variância. **Fonte**: Autores.

De acordo com os dados obtidos a partir da mensuração nas fibras de *Ocotea puberula* (Rich.) Nees foi possível encontrar valores de comprimento variando entre (0,75-1,25 mm), largura de (26,09 - 41,38 µm), diâmetro do lúmen de (17,20 -33,30 µm) e espessura de parede de (2,86 - 5,41 µm) (Tabela 1). Dados estes que são próximos aos dados de comprimento e próximos aos dados de espessura de parede encontrados por (VIEIRA et al., 2015) para a mesma espécie, sendo estes (0,60 -1,3 mm), e (0,89- 6,81 µm) respectivamente.

Comparando os dados das dimensões das fibras de *Ocotea puberula* (Rich.) Nees com o híbrido de *Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis*, matéria prima mais utilizada para celulose atualmente, nota-se que as dimensões são superiores que as obtidas por (MOTTA, 2014), para largura e diâmetro do lúmen (13,93 -21,60 µm) e (3,85-13,19) respetivamente, mas inferiores para comprimento (0,90 - 1,3 mm) e espessura da parede (0,89-6,61µm).

Segundo Alves et al. (2011), fibras mais longas favorecem a resistência ao rasgo, já as mais curtas possibilitam melhor formação da folha de papel. Gomide et al. (2005) relatam que fibras com parede celular mais espessa caracterizam maior opacidade e melhor maciez aos papéis para impressão e escrita e papéis *"tissue"*, respectivamente.

A fração parede está relacionada a facilidade de rompimento e flexibilidade das fibras, os valores de FP acima de 60% não são indicados pois as fibras são classificadas como muito rígidas, dificultando a ligação fibra-fibra (Foelkel, 1978). Segundo os dados de fração parede obtidas no estudo, encontrou-se valores médios de 24,97%, valor este inferior ao que foi encontrado por Baldin et al., (2017) para a espécie Eucalyptus *grandis* que foi de 41,99%, espécie essa, muito empregada no seguimento de papel e celulose. (Tabela 2).

Tabela 2. Índices de qualidade em relação à morfologia das fibras.

ÍNDICES	MÉDIA	DP	CV(%)
FP(%)	24,97	5,42	21,69
CF(%)	75,03	5,42	7,22
IR	0,34	0,10	30,25
IE	29,55*	-	-

FP = Fração parede, CF = Coeficiente de flexibilidade, IR = índice da Runkel, IE = Índice de enfeltramento DP = desvio padrão, CV = coeficiente de variância e IE* foi calculado com base nos dados de médios de comprimento e altura. **Fonte**: Autores.

Segundo (WATSON; DASDWEL, 1961, Apud NISGOSKI, 2005) valores de FP inferiores como é o caso da espécie estudada, são ideais para papéis de imprimir e escrever, pois as fibras serão mais flexíveis e se interligarão com mais facilidade.

Com relação ao índice de Runkel (foi observado o valor de 0,34, enquadrando a madeira como de grau II segundo classificação proposta por Barrichelo; Brito (1976), considerada boa pra papel, principalmente de imprimir e escrever, uma vez que com estes valores consegue-se através da flexibilidade uma maior união das fibras e uma maior acomodação na formação da folha de papel. Baldin et al.,(2017), encontrou o valor de 0,76 para o IR da madeira de *Eucalyptus grandis*. Valores muito altos próximos ou maiores que 1 são mais indicados para produção de papéis absorventes, pois a medida que este valor aumenta, o diâmetro do lúmen diminui e as paredes se tornam espessas, o que aumenta a capacidade de absorção de líquidos do papel.

Já com relação ao índice enfeltramento encontrado no estudo 29,55% este foi inferior quando comparado ao *Eucalyptus grandis* 59,28% (RODRIGUES, 2010). Segundo Baldi *(*2001, Apud NISGOSKI, 2012) quanto mais elevado o valor, melhor será a formação da folha, havendo grande relação com resistência ao rasgo e formação de dobras. Valores mais altos indicam maior flexibilidade, pois no geral serão fibras mais compridas.

4. CONCLUSÕES

A madeira de *Ocotea puberula* (Rich.) Nees boas características morfológicas para o seguimento de celulose e papel. Seus indicadores demonstraram excelente fração parede (24,97%); índice de Runkel muito bom (0,34); e bons valores de coeficiente de flexibilidade (75,03%) e índice de enfeltramento (29,55) sendo este abaixo do ideal ocasionando baixa resistência ao rasgo e formação de dobras.

De forma geral, a madeira de *Ocotea puberula* apresenta potencial, porém são necessários estudos mais aprofundados quanto a sua composição química e comportamento frente ao processo de polpação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, I. C. N.; GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; SILVA, H. D. Caracterização tecnológica da madeira de *eucalyptus benthamii* para produção de celulose kraft. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, p. 167-174, 2011.

BALDIN, T.; MARCHIORI, J. N. C., NISGOSK, S. I.; TALGATTI, M. Denardi, L. Anatomia da madeira e potencial de produção de celulose e papel de quatro espécies jovens de Eucalyptus L'Hér. **Ciência da Madeira**, v.8, p.114-126, 2017.

BARRICHELO, L. E. G.; FOELKEL, C. E. B**. Utilização De Madeiras De Essências Florestais Nativas Na Obtenção De Celulose: Bracatinga (*Mimosa bracatinga*), EMBAÚBA (*Cecropia* SP), CAIXETA (Tabebuia cassinoides)E BOLEIRA (*Joannesia princeps*)** IPEF n.10, p.43-56, 1976.

CARVALHO, P. E. R.**Canela Guaicá**. Disponível em:<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/307285/1/CT0062.pdf> Acesso em 03/05/2018.

FOELKEL, C.E.B. Madeira do eucalipto: da floresta ao digestor. **Boletim Informativo IPEF**, v.6, p.72-87, 1978.

GOMIDE, J. L. et al. Caracterização tecnológica, para produção de celulose, da nova geração de clones de Eucalyptusdo Brasil**. Revista Árvore**,Viçosa, v. 29, n. 1, p. 129-137, 2005.

IAWA COMMITTEE. International Association of Wood Anatomists. List of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin 1989.

IBÁ. **Indústria brasileira de Árvores**. Relatório 2017. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf > Acesso em 25 jun. 2018.
MAINIERI, C. **Madeiras do litoral Sul: São Paulo, Paraná e Santa Catarina**. Instituto Florestal; São Paulo,1973. 86p.

MOTTA, J. P.; OLIVEIRA, J. T. S.; BRAZ, R. L.; DUARTE, A. P. C.; ALVES, R. C. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais.**Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, p.2186-2192, 2014.

NISGOSKI, S. **Espectroscopia no infravermelho próximo no estudo de características da madeira e papel de Pinus taeda**.173f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

NISGOSKI, S.; MUÑIZ, G. I. B.; TRIANOSKI, R.; MATOS, J. L. M.; VENSON, I.Características anatômicas da madeira e índices de resistência do papel de Schizolobium parahyba(Vell.) Blake proveniente de plantio experimental **Sci. For**., Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 203-211, 2012.

RODRIGUES, B. P. **Utilização De Parâmetros Anatômicos Da Madeira De Dois Clones De Híbridos Naturais De *Eucalyptus grandis* Como Índices De Qualidade Para A Produção De Papel** 45f.Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade federal de espírito santo, Jerônimo Monteiro ES, 2010.

SARTO, C. **Avaliação do processo SuperBatch para produção de polpa celulósica a partir de *Bambusa vulgaris*.** 2012. 68 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Curso de Engenharia Florestal, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2012.

VIEIRA, H. C.; FILHO, V. P.; IESS, D. D. C.; RIBEIRO, A. O.; AMPESSAN, C. M.; MORI, F. A.; BRAND, M. A.; RIOS, P.D**. Descrição Microscópica Da Anatomia Da Madeira De Quatro Espécies Do Gênero** *Ocotea Aubl.*II Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira.Belo Horizonte, 2015.

Caracterização morfológica fibras da madeira de *Sapium glandulosum* (L.) Morong visando a produção de polpa celulósica

Morphological characterization of wood fibers of *Sapium glandulosum* (L.) Morong Aiming the production of cellulosic pulp

Débora Caline de Mello[1]
Ari William Pires[1]
Joelson Lima Ferreira[2]
Magnos Alan Vivian[1]

[1]Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, Rodovia Ulysses Gaboardi, 3000 - Km 3, Curitibanos - SC, 89520-000, debbora.kalynne1@gmail.com; a.williampires@gmail.com; magnos.alan@ufsc.br.

[2]Universidade do Estado de Santa Catarina UDESC, Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro, Lages – SC, 88523-000, joelsonlimaf@hotmail.com.

Resumo O principal objetivo deste estudo foi avaliar as características morfológicas das fibras da nativa *Sapium glandulosum* (L.) Morong visando a produção de polpa celulósica relacionando com indicadores de qualidade. Foram abatidas três árvores provenientes de remanescente nativo localizado no município de Curitibanos -SC. Para cada árvore, realizou-se cortes na altura do peito (DAP), que foram cortados em pequenos palitos para o processo de maceração e montagem de lâminas temporárias com intuito de obter informações de comprimento (mm), largura (µm) e diâmetro do lúmen (µm) das fibras. A partir dos dados calculou-se a espessura da parede (µm), além dos indicadores de qualidade da polpa: fração da parede (%), coeficiente de flexibilidade (%), índice de Runkel e índice de enfeltramento. As dimensões observadas foram de (0,82-1,77 mm) de comprimento; (19,03-46,30 µm) de largura (14,91-39,99 µm) de diâmetro do lúmen e (1,94-5,53 µm) de espessura de parede, as quais, foram superiores quando comparadas dimensões das fibras do híbrido de *Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis,* espécie mais utilizada para polpação no Brasil. Sendo assim madeira de *Sapium glandulosum (L.) Morong* apresenta boas características tecnológicas para produção de celulose e papel.
*Palavras-chave***:** celulose, fibra curta, índice de qualidade.

Abstract. The main objective of this study was to evaluate the morphological characteristics of Sapium glandulosum (L.) Morong wood fibers aiming at the production of cellulosic pulp related to quality indicators. Three trees from native remnant located in the municipality of Curitibanos-SC were slaughtered. For each tree, chest cuts were performed (DAP), which were cut into small sticks for the maceration and assembly of temporary slides in order to obtain information of length (mm), width (µm) and diameter of the lumen (µm) of the fibers. From the data, the wall thickness (µm) was calculated, in addition to the pulp quality indicators: wall fraction (%), flexibility coefficient (%), Runkel index and inflow index. The minimum dimensions observed were (0.82-1.77 mm) in length; (19.03-46.30 µm) in width (14.91-39.99 µm) of lumen diameter and (1.94-5.53 µm) wall thickness, which, with the exception of the length, were higher when compared to fiber sizes of the *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* hybrid, the most used species for pulping in Brazil. *Sapium glandulosum* (L.) Morong wood presents good technological characteristics for the production of pulp and paper.
Key words: cellulose, short fiber, quality index.

1. INTRODUÇÃO

A produção brasileira de celulose vem crescendo rapidamente ao longo dos anos, segundo o relatório do IBÁ, em 2016, a produção da *commodity* cresceu em

torno de 8,1% em relação ao ano anterior, levando o Brasil a alcançar a segunda posição no ranking de maiores produtores de celulose do mundo.

No que diz a respeito à matéria prima mais utilizada no segmento de celulose e papel, espécies do gênero *Eucalyptus L'Hér*. se destacam no mercado por serem de curta rotação, alto rendimento em celulose de fibra curta e excelentes propriedades físicas e químicas e anatômicas da madeira (GOMIDE et al., 2005). Mesmo que tradicionalmente no Brasil é comum o uso *de Eucalyptus grandis, E. saligna* e do *hibrido E. grandis x urophylla* para a produção de celulose de mercado, torna-se necessário o estudo de novas espécies (SILVA et al., 2012).

A espécie *Sapium glandulosum* (L.) Morong é uma folhosa pertencente à família da Euphorbiaceae, é conhecida como mofumbo do rio ou burra, pau leiteiro, leiteira, murupita e Benedita (CORDEIRO et al., 2010). Está presente nos domínios fitogeográficos Amazônia, caatinga, cerrado e mata atlântica, ou seja, em quatro dos cinco principais biomas do país (CORDEIRO et al., 2010). A madeira é utilizada para lenha e carvão, enquanto que do látex da planta pode ser fabricada borracha de boa qualidade (SMITH et al.,1988).

A qualidade do papel é diretamente influenciada pelas características morfológicas das fibras e pela fração das mesmas na polpa (GOMIDE et al., 2005). Esses aspectos podem ser determinados e associados a índices de qualidade como o Índice de Runkel, Índice de Enfeltramento, Coeficiente de Flexibilidade e Fração Parede, que permitem determinar a viabilidade do uso para o segmento de celulose e papel.

O índice de Runkel está relacionado a fração parede que remete a firmeza da fibra, quanto maior o seu valor, mais rígida será, afetando as propriedades de resistência do papel (GONÇALEZ et al., 2014). O coeficiente de flexibilidade, trata-se da capacidade da união entre as fibras, sendo que quanto menor seu valor, as fibras serão mais flexíveis, ou seja, entrelaçam-se com maior facilidade.

Nesse sentido, a pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade tecnológica da madeira *Sapium glandulosum* (L.) Morong, por meio da caracterização morfológica das fibras, visando obter maiores informações sobre o seu potencial para esse segmento de celulose e papel.

2. METODOLOGIA DO TRABALHO

O presente estudo foi realizado no laboratório de Anatomia da Madeira localizado na Universidade Federal de Santa Carina (UFSC), Campus de Curitibanos, em Santa Catarina.

A madeira da espécie *Sapium glandulosum* (L.) Morong foi coletada de 3 árvores em uma área de supressão vegetal nativa para instalação de uma rodovia no município de Curitibanos-SC sob as coordenadas S-6959744.00 m e O-538408.00. Retirou-se discos do diâmetro a altura do peito (DAP), que foram transformados em pequenos palitos (Figura 1A) para serem submetidos a maceração.

Para a maceração seguiu-se a metodologia descrita por Sarto (2012), onde os cavacos foram colocados em tubos de ensaio contendo a solução dos reagentes químicos previamente preparados de ácido acético, ácido nítrico e água na proporção de 5:2:1 respectivamente. Posteriormente, esse material foi colocado em banho Maria a 100 ºC em um período de tempo de aproximadamente 1h até a individualização dos elementos, após isso, foi retirado os reagentes e feita a lavagem do macerado com água destilada (Figura 1B).

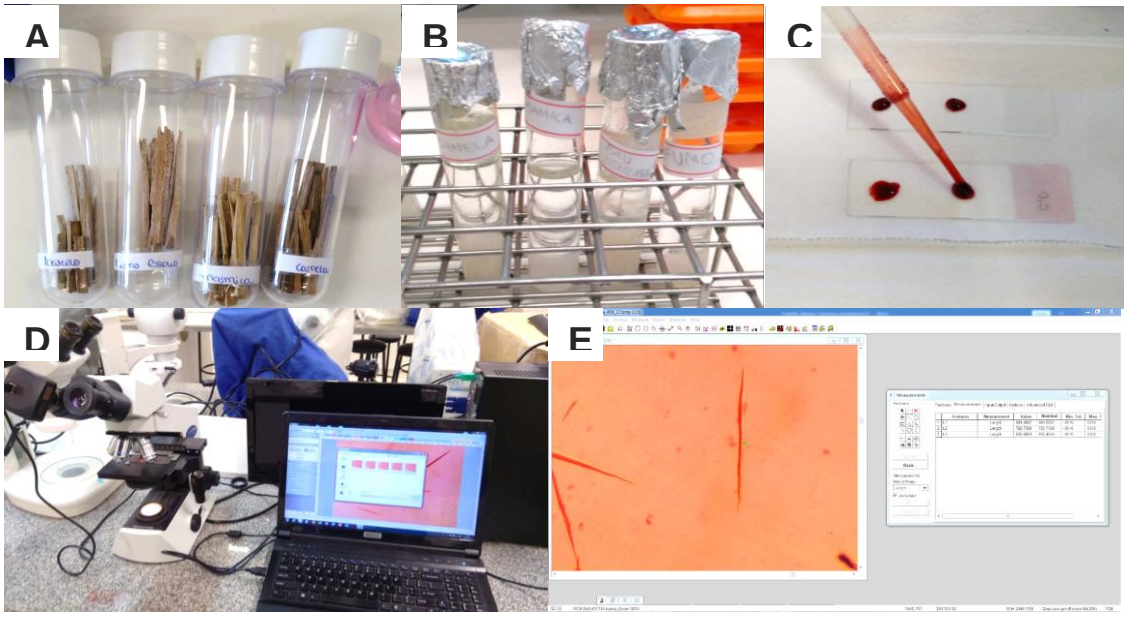


Figura 1. Procedimento de preparação de lâminas temporárias do macerado. (A) Confecção dos palitos. (B) Massa de fibras após maceração. (C) Montagem das lâminas temporárias. (D) Obtenção das imagens. (E) Mensuração das fibras. **Fonte:** Autores.

O material macerado foi agitado para evitar a aglomeração do mesmo, as lâminas temporárias foram montadas com as amostras, adicionando-se uma gota de safranina (com concentração de 1%) e uma gota de glicerina para melhor visualização dos elementos celulares (Figura 1C), e na sequência foram capturadas as imagens das fibras.

Para captura das imagens utilizou-se um microscópio com câmera digital acoplada e o software *ToupView* para aquisição das mesmas (Figura 1D). Para as imagens de comprimento utilizou-se o aumento de 40x, e para largura e diâmetro do lúmen o aumento de 400x). Com o auxílio do software *Image Pro Plus* (Figura 1E) mediu-se as dimensões das fibras, para isso: 35 comprimentos e 25 larguras e diâmetros de lúmen, baseando-se nas normas da IAWA (IAWA COMMITTEE, 1989).

Sendo assim foi possível obter valores de comprimento (mm), largura (µm) e diâmetro do lúmen (µm) das fibras. Com base nessas informações, calculou-se a espessura da parede celular (µm) (Equação 1), fração da parede (%) (Equação 2), (coeficiente de flexibilidade (%) (Equação 3), e índice de enfeltramento (Equação 4) e o índice de Runkel (Equação 5).

$$EP = \left(\frac{L - DL}{2}\right) \quad \text{(Eq. 01)}$$

$$FP = \left(\frac{2 \times E}{L}\right) \quad \text{(Eq. 02)}$$

$$CF = \left(\frac{DL}{L}\right) \times 100 \quad \text{(Eq. 03)}$$

$$IE = \left(\frac{C}{\frac{L}{1000}} \right) \quad \text{(Eq. 04)}$$

$$IR = \left(\frac{2 \times E}{DL} \right) \quad \text{(Eq. 05)}$$

Em que: EP = Espessura da parede, em µm;
L = Largura dos traqueídeos, em µm;
DL = Diâmetro do lúmen, em µm
FP = Fração Parede;
CF = Coeficiente de Flexibilidade;
IE= Índice de enfeltramento;
C = Comprimento dos traqueídeos, em mm;
IR = Índice de Runkel.

Com base nos resultados das equações foi possível realizar a comparação com os índices de qualidade que irão nos permitir classificar as fibras da espécie *Sapium glandulosum* (L.) Morong quanto a sua viabilidade na produção de papel.

Os dados referentes ao presente estudo foram armazenados e analisados com o auxílio de planilhas eletrônicas, utilizando-se o programa *Microsoft Excel*® 2016.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos na morfologia das fibras da madeira de *Sapium glandulosum* (L.) Morong podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores morfológicos das fibras de *Sapium glanulosum.*

DADOS MORFOLÓGICOS	MIN.	MÁX.	MÉDIA	DP	CV (%)
C (mm)	0,82	1,77	1,25	0,18	14,68
L (µm)	19,03	46,30	31,95	5,82	18,21
DL (µm)	14,91	39,99	24,84	5,13	20,67
EP (µm)	1,94	5,53	3,56	0,94	26,51

C = comprimento, L = Largura, DL = diâmetro de Lume, EP = espessura de parede da fibra, DP = desvio padrão e CV Coeficiente de variância. **Fonte:** Autores.

A partir da mensuração morfológica das fibras de *Sapium glandulosum* (L.) Morong obteve se os seguintes valores mínimos e máximos de comprimento (0,82-1,77 mm), largura de (19,03-46,30 µm), diâmetro do lume de (14,91-39,99µm) e espessura de parede de (1,94- 5,53µm), (Tabela 1). Os dados mensurados são superiores aos dados encontrados por SIEGLOCH et al., 2013, para a mesma espécie, onde o comprimento das fibras encontrado foi de (0,90-1,60 mm), isso pode ser decorrente da diferença de idade entre as árvores.

Os dados encontrados por SIEGLOCH, et al., 2012 para a espécie *Sapium haematospermum* foram superiores a espécie estudada, com valores de diâmetro lúmen, (17 – 35 µm) e espessura da parede 3,5 µm isso pode ser decorrente da diferença de espécie e ou idade das mesmas.

Comparando os dados das dimensões dos fibras de *Sapium glandulosum* (L.)

Morong com o híbrido de *Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis*, matéria prima mais utilizada para celulose atualmente, nota-se que as dimensões são superiores que as obtidas por (MOTTA, 2014), onde a largura (13,93 -21,60 µm), diâmetro do lúmen (3,85-13,19), e comprimento (0,90- 1,3 mm) e espessura da parede (0,89-6,61µm)

Segundo Alves et al. (2011), quando mais longas as fibras melhores será a resistência ao rasgo. Quando mais espessas a parede celular confere maior opacidade e melhor maciez aos papéis para impressão e escrita e papéis *"tissue"*, respectivamente (Gomide et al., 2005).

Segundo Foelkel, (1978), a fração parede está afeta diretamente na facilidade de rompimento e flexibilidade das fibras, os valores de FP acima de 60% conferem fibras muito rígidas sendo esta não indicadas para papel, pois dificulta a ligação fibra-fibra. Segundo os dados de fração parede obtidas no estudo, encontrou-se valores médios de 22,40%, (Tabela 2) valor este inferior ao que foi encontrado por Baldin et al.,(2017) para a espécie *Eucalyptus grandis* que foi de 41,99%, espécie essa, muito empregada no seguimento de papel e celulose. Segundo (WATSON; DASDWEL, 1961, Apud NISGOSKI, 2005) valores de FP inferiores são indicados para papéis de imprimir e escrever, devido ao fato das fibras serão mais flexíveis e se interligarão com mais facilidade.

Tabela 2. Índices de qualidade em relação à morfologia das fibras.

ÍNDICES	MÉDIA	DP	CV (%)
FP(%)	22,40	4,73	21,10
CF(%)	77,60	4,73	6,09
IR	0,29	0,08	26,48
IE	39,01*	-	-

FP = Fração parede, CF = Coeficiente de flexibilidade, IR = índice da Runkel, IE = Índice de enfeltramento DP = desvio padrão, CV = coeficiente de variância e IE* foi calculado com base nos dados de médios de comprimento e altura. **Fonte:** Autores.

Com relação ao Índice de Runkel (foi observado o valor de 0,29, enquadrando a madeira como de grau II segundo classificação proposta por Barrichelo; Brito (1976), considerada boa pra papel, principalmente de imprimir e escrever, uma vez que com estes valores consegue-se através da flexibilidade uma maior união das fibras e uma maior acomodação na formação da folha de papel. Baldin et al.,(2017), encontrou o valor de 0,76 para o IR da madeira de *Eucalyptus grandis*. Valores muito altos próximos ou maiores que 1 são mais indicados para produção de papéis absorventes, pois a medida que este valor aumenta, o diâmetro do lúmen diminui e as paredes se tornam espessas, o que aumenta a capacidade de absorção de líquidos do papel.

Já com relação ao índice enfeltramento encontrado no estudo 39,01% este foi inferior quando comparado ao *Eucalyptus grandis* 59,28% (RODRIGUES, 2010). Segundo Baldi *(*2001, Apud NISGOSKI, 2012) quanto mais elevado o valor, melhor será a formação da folha, havendo grande relação com resistência ao rasgo e formação de dobras. Valores mais altos indicam maior flexibilidade, pois no geral serão fibras mais compridas.

4. CONCLUSÕES

A madeira de *S Sapium glandulosum (L.) Morong* apresenta boas caraterísticas morfológicas das fibras sendo esta interessantes para produção de polpa celulósica. Seus indicadores demonstraram excelente fração parede (22,40); índice de Runkel muito bom (0,29); e bons valores de coeficiente de flexibilidade (77,60%) e índice de enfeltramento (39,01);

De forma geral, a madeira de *Sapium glandulosum* (L.) Morong apresenta potencial, porém são necessários estudos mais aprofundados quanto a sua composição química e comportamento frente ao processo de polpação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, I. C. N. ; GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; SILVA, H. D. Caracterização tecnológica da madeira de *eucalyptus benthamii* para produção de celulose kraft . **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, p. 167-174, 2011.

BALDIN, T.; MARCHIORI, J. N. C. , NISGOSK, S. I.; TALGATTI, M. Denardi, L. Anatomia da madeira e potencial de produção de celulose e papelde quatro espécies jovens de Eucalyptus L'Hér. **Ciência da Madeira**, v.8, p.114-126, 2017.

BARRICHELO, L. E. G.; FOELKEL, C. E. B. Utilização De Madeiras De Essências Florestais Nativas Na Obtenção De Celulose: Bracatinga (*Mimosa bracatinga*), EMBAÚBA (*Cecropia* SP), CAIXETA (**Tabebuia cassinoides**)E BOLEIRA (*Joannesia princeps*) IPEF, p.43-56, 1976.

CORDEIRO, I.; SECCO, R.; PSCHEIDT, A.C. 2010. *Sapium in* **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB017664> Acesso em 01 mai 2017.

FOELKEL, C.E.B. Madeira do eucalipto: da floresta ao digestor. **Boletim Informativo IPEF**, v.6, p.72-87, 1978.

GOMIDE, J. L. et al. Caracterização tecnológica, para produção de celulose, da nova geração de clones de Eucalyptusdo Brasil. Revista Árvore,Viçosa, v. 29, n. 1, p. 129-137, 2005.

GONÇALEZ, J. C.; SANTOS, G. L.; SILVA JUNIOR, F. G.;MARTINS, I. S.; COSTA, J. A. Relações entre dimensões de fibras e de densidade da madeira ao longo do tronco de *Eucalyptus urograndis*., **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, p. 81-89, 2014.

IAWA COMMITTEE. International Association of Wood Anatomists. List of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin 1989.

IBÁ. **Indústria brasileira de Árvores. Relatório 2017**. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf > Acesso em 25 jun. 2018
MOTTA, J. P.; OLIVEIRA, J. T. S.; BRAZ, R. L.; DUARTE, A. P. C.; ALVES, R. C. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais.**Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, p.2186-2192, 2014.

NISGOSKI, S. **Espectroscopia no infravermelho próximo no estudo de características da madeira e papel de Pinus taeda**.173f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

NISGOSKI, S.; MUÑIZ, G. I. B.; TRIANOSKI, R.; MATOS, J. L. M.; VENSON, I.Características anatômicas da madeira e índices de resistência do papel de Schizolobium parahyba(Vell.) Blake proveniente de plantio experimental **Sci. For**., Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 203-211, 2012.

RODRIGUES, B. P. **Utilização De Parâmetros Anatômicos Da Madeira De Dois Clones De Híbridos Naturais De *Eucalyptus grandis* Como Índices De Qualidade Para A Produção De Papel** 45f.Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade federal de espírito santo, Jerônimo Monteiro ES, 2010.

SARTO, C. **Avaliação do processo SuperBatch para produção de polpa celulósica a partir de *Bambusa vulgaris*.** 2012. 68 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Curso de Engenharia Florestal, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2012.

SIEGLOCH, A. M,; MARCHIOR, J. N. C.; SANTOS, S. R. ESTUDO Anatômico Do Lenho De *Sapium Haematospermum* Müll. Arg (Euphorbiaceae). **Balduinia**,Santa Maria, v.30, p. 27-31, 2012.

SIEGLOCH, A. M.; MARCHIORI, J. N. C.; SANTOS, S. R. **Anatomia Da Madeira De Dezesseis** Espécies De Euphorbiaceae Lato Sensu, Com Base Na Análise De Agrupamento De Caracteres. Anatômicosl **Balduinia**.Santa Maria, v.15, n. p. 09-17, -2013.

SILVA, L. D.; HIGA, A. R.; SANTOS, G. A. Silvicultura e melhoramento genético de Eucalyptus benthamii.:FUPEF, Curitiba, 150 p. 2012.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J.; KLEIN, R. M. Euforbiaceas. Itajai, 1988. 408p.

Caracterização morfológica de fibras da madeira de *Solanum mauritianum* Scop. visando a produção de polpa celulósica

Morphological characterization of wood fibers of *Solanum mauritianum* Scop. aiming the production of cellulosic pulp

Débora Caline de Mello[1]
Ari William Pires[1]
Joelson Lima Ferreira[2]
Magnos Alan Vivian[1]

[1]Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, Rodovia Ulysses Gaboardi, 3000 - Km 3, Curitibanos - SC, 89520-000, debbora.kalynne1@gmail.com; a.williampires@gmail.com; magnos.alan@ufsc.br.

[2]Universidade do Estado de Santa Catarina UDESC, Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro, Lages – SC, 88523-000, joelsonlimaf@hotmail.com.

Resumo: O objetivo do presente estudo foi caracterizar morfologicamente as fibras da madeira *Solanum Mauritianum* Scop visando a produção de polpa celulósica por meio parâmetros que indiquem a qualidade. Foram utilizadas 3 árvores provenientes de remanescente nativo, localizado no município Curitibanos-SC. Para cada árvore retirou-se cortes na altura do peito (DAP) e redimensionados a palitos finos para realização do processo de maceração e montagem de lâminas temporárias afim de se obter informações de comprimento, largura, e diâmetro do lúmen das fibras. Após a obtenção dos dados referentes as dimensões, calculou-se a espessura de parede, além dos indicadores de qualidade da polpa: fração de parede, coeficiente de flexibilidade, índice de Runkel e índice de enfeltramento. As dimensões mínimas e máximas observadas foram de (0,62-1,21 mm) de comprimento; (21,68-44,93 µm) de largura (14,76-37,56 µm) de diâmetro do lúmen e (2,75-4,97µm) de espessura de parede. Associando os dados morfológicos com os índices de qualidade a madeira de *Solanum Mauritianum* Scop apresenta boas características tecnológicas para produção de celulose e papel.
Palavras-chave: Papel, polpa celulósica, anatômica, lúmen.

Abstract. The objective of the present study was to characterize morphologically the fibers of the wood Solanum Mauritianum Scop aiming the production of cellulosic pulp by means of parameters that indicate the quality. Three trees from native remnants were used, located in Curitibanos-SC municipality. For each tree, chest cuts were removed and resized to fine sticks for the maceration and assembly of temporary slides in order to obtain information on length, width, and lumen diameter of the fibers. After obtaining the dimensions data, the wall thickness was calculated, in addition to the pulp quality indicators: wall fraction, coefficient of flexibility, Runkel index, and inflow index. The minimum and maximum dimensions observed were (0.62-1.21 mm) in length; (21.68-44.93 µm) in width (14.76-37.56 µm) of lumen diameter and (2.75-4.97µm) wall thickness. Combining the morphological data with the quality indexes the wood of Solanum Mauritianum Scop presents good technological characteristics for pulp and paper production.
Key words: Paper, pulp cellulosic, anatomical, lumen.

1 INTRODUÇÃO

Objetivando a destinação adequada da madeira, é notável a intensificação nos estudos que revelam a sua caracterização anatômica e, consequentemente, as suas propriedades tecnológicas. Sendo assim, informações com estas influenciarão

diretamente na qualidade do produto a ser fabricado, como por exemplo, o papel (GALLIO et. al., 2016).

Diante do domínio soberano de espécies exóticas na produção de papel, faz-se necessário estudos tecnológicos com espécies nativas que venham fornecer informações da qualidade desse material, comprovando ou não a viabilidade da produção de papel, tendo em vista a escassez de estudos com tais espécies (GALLIO et. al., 2016).

A espécie *Solanum mauritianum* Scop é vulgarmente conhecida como fumo brabo no estado de Santa Catarina, pertence à família Solanaceae e possui ocorrência natural no norte da Argentina, Uruguai, Paraguai e sul do Brasil, neste último apresenta desenvolvimento corriqueiro em áreas de clareira, em virtude da abundância de luz direta.

Caracterizada como arbusto ou arvoreta, a sua altura varia normalmente entre dois e cinco metros, no entanto, muitas vezes, essa altura pode ultrapassar os 10 metros (RUSCHEL; NODARI, 2011). O estudo anatômico objetiva revelar características das fibras de suma importância, como o seu comprimento, largura, espessura de parede, diâmetro do lume, assim como a sua dinâmica de entrelaçamento.

Com base nesses parâmetros anatômicos das fibras e suas relações, torna-se possível a utilização de alguns índices que são primordiais na classificação da qualidade da madeira visando a produção de celulose e papel. Sendo os mais utilizados, o índice de enfeltramento, coeficiente de flexibilidade, índice de Runkel e fração de parede (MIRANDA; CASTELO, 2012).

Segundo Boschetti et al., (2015) a fração de parede pode ser definida como um valor que é atribuído ao grau de rigidez das fibras, levando-se em consideração a relação entre a espessura da parede celular e a largura da fibra. Esse valor permite inferir sobre a facilidade de colapso e a flexibilidade para ligação das fibras. O índice de Runkel é indicado pela relação existente entre a espessura da parede celular e o diâmetro do lume, podendo este valor expressar o quão flexível a fibra possa ser, possibilitando assim, presumir a capacidade de união das fibras (RODRIGUES, 2010).

O índice de enfeltramento caracteriza-se pela relação entre o comprimento e largura da fibra e também associa-se ao seu grau de flexibilidade, sendo que, quanto maior o índice, maior o grau de flexibilidade e, consequentemente, mais indicado para produção de papel (MIRANDA; CASTELO, 2012). O coeficiente de flexibilidade está diretamente ligado a resistência das fibras à ruptura, ou seja, quanto maior esse número, significa que maior será o número de ligações entre as fibras e, por isso, maior a resistência das fibras ao arrebentamento (BENITES et. Al, 2015).

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi caracterizar morfologicamente as fibras da madeira *Solanum Mauritianum* Scop visando a produção de polpa celulósica por meio parâmetros de qualidade.

2. METODOLOGIA DO TRABALHO

As análises anatômicas deste trabalho foram desenvolvidas no Laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade Federal de Santa Catarina, campus Curitibanos. O material utilizado nas análises foi oriundo de três árvores da espécie *Solanum mauritianum* Scop em uma área de vegetação nativa, no munícipio de

Curitibanos-SC sob as coordenadas S-6959744.00 m e O-538408.00. As árvores foram obtidas a partir da supressão da vegetação, que objetivou a instauração de uma rodovia no munícipio. Foi amostrado das três árvores, cortes na altura de 1,30 metros de comprimento e redimensionados a pequenos palitos.

Para a maceração seguiu-se a metodologia descrita por Sarto (2012), onde os palitos foram colocados em tubos de ensaio contendo a solução dos reagentes químicos previamente preparados de ácido acético, ácido nítrico e água na proporção de 5:2:1 respectivamente. Posteriormente, esse material foi colocado em banho Maria a 100 ºC em um período de tempo de aproximadamente 1h até a individualização dos elementos, após isso, foi retirado os reagentes e feita a lavagem do macerado com água destilada (Figura 1B).

O material macerado foi agitado para evitar a aglomeração do mesmo, as lâminas temporárias foram montadas com as amostras, adicionando-se uma gota de safranina (com concentração de 1%) e uma gota de glicerina para melhor visualização dos elementos celulares (Figura 1C), e na sequência foram capturadas as imagens das fibras.

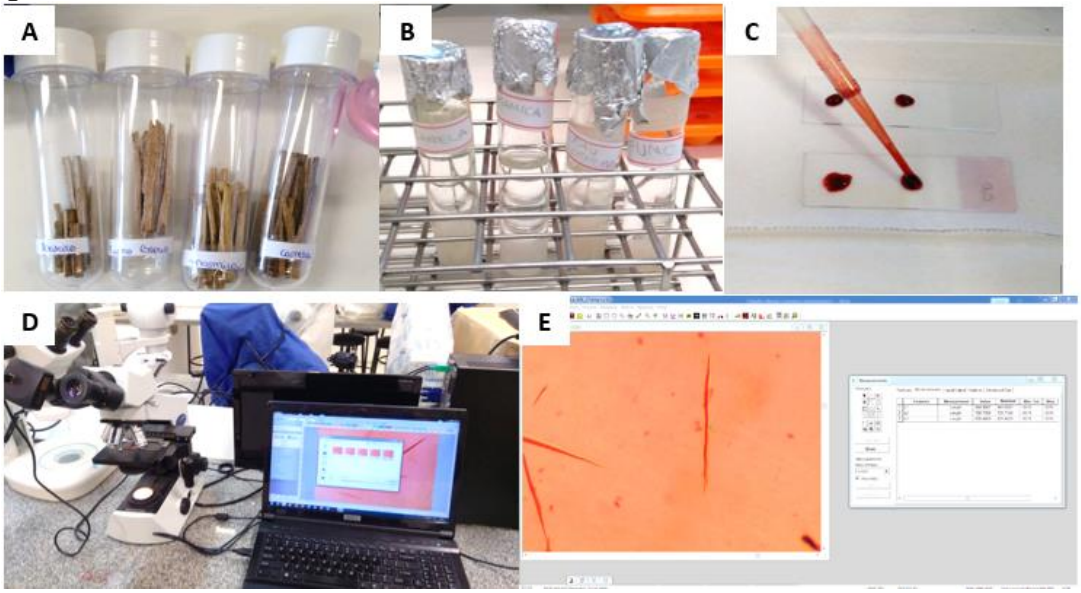


Figura 1. Procedimento de preparação de lâminas temporárias do macerado. (A) Confecção dos palitos. (B) Massa de fibras após maceração. (C) Montagem das lâminas temporárias. (D) Obtenção das imagens. (E) Mensuração das fibras. **Fonte**: Autores.

Para captura das imagens utilizou-se um microscópio com câmera digital acoplada e o software *ToupView* para aquisição das mesmas (Figura 1D). Para as imagens de comprimento utilizou-se o aumento de 40x, e para largura e diâmetro do lúmen o aumento de 400x). Com o auxílio do software *Image Pro Plus* (Figura 1E) mediu-se as dimensões das fibras, para isso: 35 comprimentos e 25 larguras e diâmetros de lúmen, baseando-se nas normas da IAWA (IAWA COMMITTEE, 1989).

Desta forma foi possível medir o comprimento e largura da fibra e o diâmetro do lúmen. A partir dos dados obtidos, foi possível realizar os cálculos da espessura de parede celular (Equação 1), fração parede (Equação 2), coeficiente de flexibilidade (Equação 3), índice de enfeltramento (Equação 4) e o índice de Runkel (Equação 5).

$$E = \left(\frac{L - DL}{2}\right) \quad \text{(Eq. 01)}$$

$$FP = \left(\frac{2 \times E}{L}\right) \quad \text{(Eq. 02)}$$

$$CF = \left(\frac{DL}{L}\right) \times 100 \quad \text{(Eq. 03)}$$

$$IE = \left(\frac{\frac{C}{L}}{1000}\right) \quad \text{(Eq. 04)}$$

$$IR = \left(\frac{2 \times E}{DL}\right) \quad \text{(Eq. 05)}$$

Em que: E - espessura da parede celular, µm; L - largura da fibra, µm; DL - diâmetro do lúmen, µm; C - comprimento da fibra, mm; FP - fração parede (coeficiente de rigidez, %; CF - coeficiente de flexibilidade, %; IE - índice de enfeltramento; IR - índice de Runkel

Com base nos resultados das equações foi possível realizar a comparação com os índices de qualidade que irão nos permitir classificar as fibras da espécie *Solanum mauritianum* Scop quanto a sua viabilidade na produção de papel.

Os dados referentes ao presente estudo foram armazenados e analisados com o auxílio de planilhas eletrônicas, utilizando-se o programa *Microsoft Excel*® 2016.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos na morfologia das fibras da madeira de *Solanum maurutianum* Scop. podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores morfológicos das fibras de *Solanum mauritianum* Scop.

DADOS MORFOLÓGICOS	MIN.	MÁX.	MÉDIA	DP	CV (%)
C (mm)	0,61	1,20	0,91	0,13	14,50
L (µm)	21,68	44,93	30,88	5,85	18,96
DL (µm)	14,76	37,56	23,72	5,66	23,84
EP (µm)	2,75	4,97	3,58	0,54	15,21

C = comprimento, L = Largura, DL = diâmetro de Lume, EP = espessura de parede da fibra, DP = desvio padrão e CV Coeficiente de variância. **Fonte**: Autores.

Com base nos dados verificados na mensuração das fibras da espécie *Solanum mauritianum* Scop foi possível observar os seguintes valores entre (0,61-1,20 mm) de comprimento, (21,68 - 44,93 µm) de largura (14,76 – 37,56 µm) de diâmetro do lume e (2,75-4,97µm) de espessura de parede (Tabela 1). Pôde-se verificar na literatura uma escassez de estudos com a avaliação anatômica da referida espécie.

Em virtude disso, ao comparar as dimensões das fibras com uma espécie potencialmente utilizada na produção de celulose, como o de *Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis* foi possível observar que os dados encontrados por Mota (2014)

de largura e diâmetro de lume foram inferiores a espécie estudada com valores de (13,93-21,60 µm),(3,85-13,19) respectivamente, e valores superiores no comprimento (0,90- 1,3 mm) e espessura da parede (0,89-6,61µm).

Segundo Alves et al. (2011), quando maiores as fibras consequentemente maiores será a resistência ao rasgo. Quando mais espessas a parede celular, maior será a opacidade e melhor maciez aos papéis para impressão e escrita e papéis *"tissue",* respectivamente (Gomide et al., 2005).

Tabela 2. Índices de qualidade em relação à morfologia das fibras.

ÍNDICES	MÉDIA	DP	CV (%)
FP (%)	23,74	4,44	18,69
CF (%)	76,26	4,44	5,82
IR	0,32	0,08	23,89
IE	29,36*	-	-

FP = Fração parede, CF = Coeficiente de flexibilidade, IR = índice da Runkel, IE = Índice de enfeltramento DP = desvio padrão, CV = coeficiente de variância e IE* foi calculado com base nos dados de médios de comprimento e altura. **Fonte**: Autores.

De acordo com o percentual da fração de parede, atribui-se o grau de rigidez das fibras. Sendo assim, com base no valor médio (23,74%) encontrado (tabela 2) para espécie *Solanum mauritianum* Scop, a parede celular da mesma classifica-se com delgada e, consequentemente apresenta baixa rigidez.

Segundo (FOELKEL; BARRICHELO, 1975, Apud SANTOS, 2005) valores superiores a 40% apresentam características como, alta rigidez e pouca flexibilidade, dificultando suas ligações. Esse baixo valor encontrado pode ser considerado satisfatório, visto que para produção de papel e celulose, quanto mais abaixo de 40%, mais adequado para esse fim.

Analisando o valor médio de 0,32 encontrado no índice de Runkel (tabela 2), verifica-se que o mesmo pertence ao grau II segundo classificação proposta por Barrichelo; Brito (1976), sendo assim, definida como muito boa para papéis de escrever e imprimir.

Para o índice de enfeltramento foi encontrado o valor de 29,36%, percentual este considerado baixo, uma vez que, valores superiores a 50% são indicados para produção de papel, tendo em vista que apresentam boas características ao rasgo e dobraduras.

Fazendo uma correlação ao gênero Eucalyptus, que é fortemente utilizado nesse segmento, Santos e Sansígolo (2007) encontraram o IE de 49,32% para um clone do gênero, ou seja, valores bem distintos. Com base nessas informações a espécie *Solanum mauritianum* Scop apresenta um IE bem abaixo do desejado para produção de papel.

A partir do coeficiente de flexibilidade das fibras é possível fazer algumas inferências quanto ao colapso, superfície de contato e união fibra-fibra (Tabela 2). Encontrado o índice médio de 76,26% para espécie em questão, a mesma apresenta colapso parcial, boa superfície de contato e boa união fibra-fibra.

4. CONCLUSÕES

Pôde-se concluir que a madeira de *Solanum mauritianum* Scop apresenta características boas para produção de celulose e papel, levando-se em

consideração os quatro índices de qualidades avaliados, apenas a índice de enfeltramento obteve um valor considerado abaixo do desejado, todos os demais foram classificados como bons para produção de polpa celulósica. Cabendo assim, estudos mais aprofundados, como por exemplo, avaliação química, que comprove com veemência o destino dessa espécie para tal fim.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, I. C. N. ; GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; SILVA, H. D. Caracterização tecnológica da madeira de *eucalyptus benthamii* para produção de celulose kraft . **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, p. 167-174, 2011.

BARRICHELO, L. E. G.; FOELKEL, C. E. B. Utilização De Madeiras De Essências Florestais Nativas Na Obtenção De Celulose: Bracatinga (*Mimosa bracatinga*), EMBAÚBA (*Cecropia* SP), CAIXETA (**Tabebuia cassinoides**)E BOLEIRA (*Joannesia princeps*) IPEF, p.43-56, 1976.

BENITES, P. K. R. M.; GOUVÊA, A.F.G.; CARVALHO, M. L.; SILVA, F.C. Caracterização anatômica das fibras de espécies florestais do cerrado de Mato Grosso do Sul para a produção de papel. **Ciência da madeira**, Pelotas, v. 6, p.88 – 93, 2015.

BOSCHETTI, W. T. N.; PAES, J. B.; OLIVEIRA, J.T.S.; DECKI, L. Caracterização anatômica para produção de celulose do lenho de reação de árvores inclinadas de eucalipto. **Pesquisa agropecuária**, Brasília, v. 50, p. 459 – 467, 2015.

GALLIO, E.; SANTINI, E. J.; GATTO, D. A.; SOUZA, J. T.; RAVASI, R.; MENEZES. W.M.; FLOSS, P. A.; BELTRAME, R. Caracterização tecnológica da madeira de *Eucalyptus benthamii* maiden et cambage. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Candido Rondon, v.15, p. 224 – 250, 2016.

GOMIDE, J. L. et al. Caracterização tecnológica, para produção de celulose, da nova geração de clones de Eucalyptusdo Brasil. **Revista Árvore**,Viçosa, v. 29, n. 1, p. 129-137, 2005.
IAWA COMMITTEE. International Association of Wood Anatomists. List of microscopic features for hardwood identification**. IAWA** Bulletin 1989.

MIRANDA, M. C.; CASTELO, P.A.R. Avaliações anatômicas das fibras da madeira de *Parkia gigantocarpa* Ducke. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v.03, p. 80 – 88, 2012.

MOTTA, J. P.; OLIVEIRA, J. T. S.; BRAZ, R. L.; DUARTE, A. P. C.; ALVES, R. C. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais.**Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, p.2186-2192, 2014.

RODRIGUES , B. P. **Utilização de parâmetros anatômicos da madeira de dois clones de híbridos naturais de** *Eucalyptus grandis* **como índices de qualidade para produção de papel**. 45 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

RUSCHEL, A. R.; NODARI, R.O. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, p. 692, 2011.

SANTOS, S. R. **Influência da qualidade da madeira de híbridos de** *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophilla* **e do processo kraft de polpação na qualidade da polpa branqueada**. 178 f. Dissertação (Mestrado em recursos florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SANTOS, S. R.; SANSÍGOLO, C.A. Influência da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophilla* na qualidade da polpa branqueada. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v.42, p. 81 – 89, 2014.
SARTO, C. **Avaliação do processo SuperBatch para produção de polpa celulósica a partir de *Bambusa vulgaris*.** 2012. 68 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Curso de Engenharia Florestal, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2012.

Caracterização morfológica fibras da madeira de *Zanthoxylum rhoifolium Lam.* visando a produção de polpa celulósica

Morphological characterization of wood fibers of *Zanthoxylum rhoifolium Lam.* Aiming the production of cellulosic pulp

Débora Caline de Mello[1]
Ari William Pires[1]
Joelson Lima Ferreira[2]
Magnos Alan Vivian[1]

[1]Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, Rodovia Ulysses Gaboardi, 3000 - Km 3, Curitibanos - SC, 89520-000, debbora.kalynne1@gmail.com; a.williampires@gmail.com; magnos.alan@ufsc.br.

[2] Universidade do Estado de Santa Catarina UDESC, Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro, Lages – SC, 88523-000, joelsonlimaf@hotmail.com.

Resumo: O objetivo do presente estudo foi avaliar as características morfológicas das fibras da madeira da espécie nativa denominada *Zanthoxulum rhoifolium* Lam. visando a produção de polpa celulósica, através de indicadores de qualidade. Para o estudo foram utilizadas três árvores, provenientes de remanescente nativo localizado no município de Curitibanos -SC. De cada árvore realizou-se cortes na altura do peito (DAP), que foram transformados em pequenos palitos para o processo de maceração e montagem de lâminas temporárias com intuito de obter informações de comprimento (mm), largura (µm) e diâmetro do lúmen (µm) das fibras. Em posse das dimensões, calculou-se a espessura da parede (µm), além dos indicadores de qualidade da polpa: fração da parede (%), coeficiente de flexibilidade (%), índice de Runkel e índice de enfeltramento. As dimensões observadas para as fibras foram de (0,69-1,06 mm) de comprimento; (16,73-28,53 µm) de largura; (10,49-23,49 µm) de diâmetro do lúmen e (2,17-4,66) µm) de espessura de parede. De acordo com os índices de qualidade associados a morfologia das fibras da madeira de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. pode se afirmar que a madeira da referida espécie, tem ótimas características para o uso no seguimento de celulose e papel.
*Palavras-chave***:** nativa, anatomia da madeira, fibra curta.

Abstract. The objective of the present study was to evaluate the morphological characteristics of *Zanthoxulum rhoifolium* Lam wood fibers, aiming the production of cellulosic pulp through quality indicators. Three trees from the native remnant located in the municipality of Curitibanos -SC were used for the study. From each tree, chest cuts were performed (DAP), which were transformed into small toothpicks for the maceration and assembly of temporary slides in order to obtain information of length (mm), width (µm) and diameter of the lumen (µm) of the fibers. The wall thickness (µm) was calculated as well as the pulp quality indicators: wall fraction (%), coefficient of flexibility (%), Runkel index, and inflow index. The observed dimensions for the fibers were (0.69-1.06 mm) in length; (16.73-28.53 µm) wide; (10.49-23.49 µm) lumen diameter and (2.17-4.66) µm) wall thickness. According to the quality indexes associated with the fiber morphology of the wood of Zanthoxylum rhoifolium Lam., It can be affirmed that the wood of this species, has excellent characteristics for the use in the follow up of cellulose and paper.
Keywords: native, anatomy of wood, short fiber.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. pertencente à Família Rutaceae é conhecida popularmente como mamica-de-cadela, juva, jubebê, teta-de-cadela,

espinho-de-vintém, guarita e tembetaru. Ocorre naturalmente em todo o território brasileiro, Guiana Francesa, Venezuela, Colômbia, Equador, Bolívia, Paraguai e Argentina (LOUREIRO et al., 1981). De pequeno a médio porte a mamica-de-cadela tem altura variando de 7 a 15 m e DAP médio de 25 cm, com tronco e ramos geralmente aculeados e casca cinza-esbranquiçada (COSTA et al., 2014). É uma espécie pioneira, secundária inicial e até mesmo em clímax exigente em luz. A madeira dessa espécie é medianamente pesada (0,56 a 0,71 g/cm³) e pouco durável em contato com o solo e as intempéries (BRASIL, 2013). A mamica-de-cadela pode ser utilizada para diversas finalidades desde construção civil, marcenaria, lenha, carvão, celulose, etc (CARVALHO, 2006).

Para determinar o melhor uso da madeira é necessário avaliação das suas propriedades afim de presumir seu comportamento que influencia diretamente na qualidade do produto final. O potencial tecnológico de uma espécie florestal é identificado por meio de uma série de estudos que envolvem as caracterizações, como por exemplo, a anatômica (COSTA, 2012).

A viabilidade da madeira para uso no segmento de celulose e papel é influenciada por fatores como a fonte de matéria prima, processo de obtenção da celulose e propriedades desejadas no papel. Esses fatores serão influenciados diretamente por características anatômicas do lenho. Desta forma, se torna imprescindível a caracterização morfológica das fibras, determinando seu comprimento, largura, espessura da parede e diâmetro do lúmen e a maneira como ocorre o seu entrelaçamento. Desta forma, é possível associar estes dados a índices de qualidade como os de Índice de Runkel, Índice de Enfeltramento, Coeficiente de Flexibilidade e Fração Parede que nos permitem classificar a viabilidade do uso das fibras da espécie desejada para a produção de papel (NISGOSKI et al., 2012).

O Índice de Runkel expressa a relação entre a espessura da parede e o diâmetro do lúmen, auxiliando na avaliação da aptidão da fibra para fabricação de papel (SANTOS, 2005). O Índice de Enfeltramento é a relação entre comprimento e largura da fibra, essa equação expressa a resistência ao rasgo (DIAS e SIMONELLI, 2013). O Coeficiente de Flexibilidade é uma relação entre o diâmetro do lúmen e largura do traqueídeo, influenciando diretamente na resistência à tração e estouro do papel (NISGOSKI et al., 2012). Já a Fração Parede é a relação entre a espessura da parede e largura da fibra, e assim como o índice de Runkel está relacionada diretamente com os atributos do papel, pois exerce efeito nas propriedades mecânicas do mesmo (RODRIGUES, 2016).

Isso posto, o objetivo do presente estudo é avaliar as características morfológicas das fibras da madeira de *Zantoxilum rhoifolium* Lam visando a produção de polpa celulósica.

2. METODOLOGIA DO TRABALHO

O presente estudo foi realizado no laboratório de Anatomia da Madeira localizado na Universidade Federal de Santa Carina (UFSC), Campus de Curitibanos, em Santa Catarina.

Inicialmente foram processadas três árvores da espécie *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. procedente de uma área de supressão da vegetação nativa para instalação de uma rodovia no município de Curitibanos-SC sob as coordenadas S-6959744.00 m e O-538408.00. Destas árvores, amostrou-se um disco do diâmetro a altura do peito

(DAP), que foram transformados em pequenos palitos (Figura1A) para serem submetidos a maceração.

O processo de maceração seguiu a metodologia descrita por Sarto, (2012) onde os cavacos foram colocados em tubos de ensaio com a solução dos reagentes químicos previamente preparados de ácido acético, ácido nítrico e água na proporção de 5:2:1 respectivamente. Em seguida, esse material foi colocado em banho Maria a 100 ºC em um período de tempo de aproximadamente 1h até a individualização dos elementos. A próxima etapa foi a retirada dos reagentes e a lavagem do macerado com água destilada, conforme a Figura 1B.

Com o material já macerado agitou-se os tubos de ensaio para que as fibras ficassem em suspensão, evitando aglomeração dos mesmos. Posteriormente, montaram-se as lâminas temporárias com as amostras, adicionando-se uma gota de safranina (com concentração de 1%) e uma gota de glicerina para melhor visualização dos elementos celulares (Figura 1C), e na sequência foram capturadas as imagens das fibras.

Para captura das imagens utilizou-se um microscópio com câmera digital acoplada e software *ToupView* para aquisição das mesmas (Figura 1D). Para as imagens de comprimento utilizou-se o aumento de 40x, e para largura e diâmetro do lúmen o aumento de 400x). Com o auxílio do software *Image Pro Plus* (Figura 1E) mediu-se as dimensões das fibras, para isso: 35 comprimentos e 25 larguras e diâmetros de lúmen, baseando-se nas normas da IAWA (IAWA COMMITTEE, 1989).

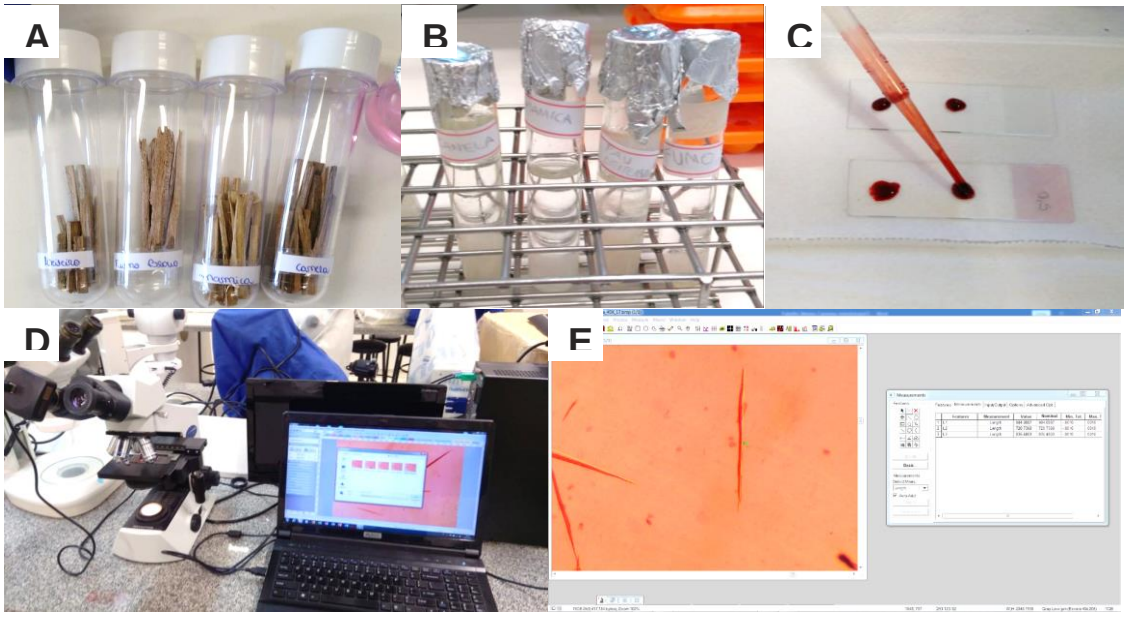


Figura 1. Procedimento de preparação de lâminas temporárias do macerado. (A) Confecção dos palitos. (B) Massa de fibras após maceração. (C) Montagem das lâminas temporárias. (D) Obtenção das imagens. (E) Mensuração das fibras. **Fonte**: Autores.

Desta forma foi possível obter valores de comprimento (mm), largura (µm) e diâmetro do lúmen (µm) das fibras. Após obtenção das informações das dimensões, calculou-se a espessura da parede celular (µm) (Equação 1), fração da parede (%) (Equação 2), (coeficiente de flexibilidade (%) (Equação 3), e índice de enfeltramento (Equação 4) e o índice de Runkel (Equação 5).

$$EP = \left(\frac{L - DL}{2}\right) \quad \text{(Eq. 01)}$$

$$FP = \left(\frac{2 \times E}{L}\right) \quad \text{(Eq. 02)}$$

$$CF = \left(\frac{DL}{L}\right) \times 100 \quad \text{(Eq. 03)}$$

$$IE = \left(\frac{C}{\frac{L}{1000}}\right) \quad \text{(Eq. 04)}$$

$$IR = \left(\frac{2 \times E}{DL}\right) \quad \text{(Eq. 05)}$$

Em que: EP = Espessura da parede, em µm; L = Largura dos traqueídeos, em µm; DL = Diâmetro do lúmen, em µm; FP = Fração Parede; CF = Coeficiente de Flexibilidade; IE= Índice de enfeltramento; C = Comprimento dos traqueídeos, em mm; IR = Índice de Runkel.

Com os resultados das equações foi possível realizar a comparação com os índices de qualidade que irão nos permitir classificar as fibras da espécie *Zanthoxylum rhoifolium* Lam quanto a sua viabilidade na produção de papel. Os dados referentes ao presente estudo foram armazenados e analisados com o auxílio de planilhas eletrônicas, utilizando-se o programa *Microsoft Excel*® 2016.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos na caracterização anatômica da madeira de *Z. rhoifolium* podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores morfológicos das fibras de *Z. rhoifolium*.

DADOS MORFOLÓGICOS	MIN.	MÁX.	MÉDIA	DP	CV (%)
C (mm)	0,69	1,06	0,85	0,10	11,87
L (µm)	16,73	28,53	22,55	3,50	15,50
DL (µm)	10,49	23,49	16,46	3,64	22,13
EP (µm)	2,17	4,66	3,05	0,65	21,23

C = comprimento, L = Largura, DL = diâmetro de Lume, EP = espessura de parede da fibra, DP = desvio padrão e CV Coeficiente de variância. **Fonte**: Autores.

De acordo com os dados obtidos a partir da mensuração nas fibras de *Zhantoxylum rhoifolium* Lam foi possível encontrar valores de comprimento de (0,69 -1,06 mm), largura, (16,73 – 28,53 µm), diâmetro do lúmen de (10,49-23,49 µm) e espessura de parede de (2,17-4,66 µm) (Tabela 1). Os dados mensurados se aproximam aos dados de comprimento e espessura de parede encontrados por LOUREIRO, VASCONCELOS e ALBUQUERQUE 1981, em fibras da mesma espécie, sendo estes de (0,86-1,17 mm) e 3,0 µm, respectivamente.

Já o Mendes et. al.,1999, encontraram para a espécie *Zanthoxylum tingoassuiba*

St. Hil. valores de comprimento e espessura de parede de 0,92-1,73 mm e 1,76-9,02 µm, respectivamente, valores estes superiores aos encontrados devido a distinção de espécie ou idade.

Segundo Alves et al. (2011), fibras de maiores comprimentos favorecem a resistência ao rasgo, já as de menores comprimentos propiciam melhor formação da folha de papel. Gomide et al. (2005) relatam que fibras com parede celular mais espessa conferem maior opacidade e melhor maciez aos papéis para impressão e escrita e papéis “tissue”, respectivamente.

A fração parede está associado a facilidade de quebra e flexibilidade das fibras, os valores de FP acima de 60% não são indicados pois as fibras são classificadas como muito rígidas, dificultando a ligação fibra-fibra (Foelkel, 1978). Segundo os dados de fração parede obtidas no estudo, encontrou-se valores médios de 27,61% (Tabela 2), que classificam a mesma como delgada de baixa rigidez.

Tabela 2. Índices de qualidade em relação à morfologia das fibras

ÍNDICES	MÉDIA	DP	CV (%)
FP (%)	27,61	6,86	24,82
CF (%)	72,39	6,85	9,47
IR	0,39	0,14	35,15
IE	37,56*	-	-

FP = Fração parede, CF = Coeficiente de flexibilidade, IR = índice da Runkel, IE = Índice de enfeltramento DP = desvio padrão, CV = coeficiente de variância e IE* foi calculado com base nos dados de médios de comprimento e altura. **Fonte**: Autores.

Segundo (WATSON; DASDWEL, 1961, Apud NISGOSKI, 2005) valores de FP baixos como é o caso, são ideais para papéis de imprimir e escrever, pois as fibras serão mais flexíveis e se interligarão com mais facilidade. Valor esse inferior ao que foi encontrado por Rodrigues (2010) para a espécie *Eucalyptus grandis* que foi de 35,50%.

Com relação ao Índice de Runkel (foi observado o valor de 0,39, enquadrando a madeira como de grau II segundo classificação de (Vasconcelos, 2005) , considerada boa pra papel, principalmente de imprimir e escrever, uma vez que com estes valores consegue-se através da flexibilidade uma maior união das fibras e uma maior acomodação na formação da folha de papel.

Rodrigues (2010) encontrou o valor de 0,60 para o IR da madeira de *Eucalyptus grandis*. Valores muito altos próximos ou maiores que 1 são mais indicados para produção de papéis absorventes, pois a medida que este valor aumenta, o diâmetro do lúmen diminui e as paredes se tornam espessas, o que aumenta a capacidade de absorção de líquidos do papel.

Já com relação ao índice enfeltramento encontrado no estudo (37,56), este foi inferior quando comparado ao *Eucalyptus grandis* (59,28) (RODRIGUES, 2010). Segundo Baldi (2001, Apud NISGOSKI, 2005) quanto mais elevado o valor, melhor será a formação da folha, havendo grande relação com resistência ao rasgo e formação de dobras. Valores mais altos indicam maior flexibilidade, pois no geral serão fibras mais compridas.

4. CONCLUSÕES

A madeira de *Zhantolylum rhoifolium* Lam apresenta boas caraterísticas anatômicas para produção de polpa celulósica. Seus indicadores demonstraram excelente fração parede (27,61%); índice de Runkel muito bom (0,39); e bons valores de coeficiente de flexibilidade (72,39%) e índice de enfeltramento (37,56) valor este abaixo do indicado.

De forma geral, a madeira de *Zhantoxylum rhoifolium* Lam apresenta potencial, porém são necessários estudos mais aprofundados quanto a sua composição química e comportamento frente ao processo de polpação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, I. C. N. ; GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; SILVA, H. D. Caracterização tecnológica da madeira de *eucalyptus benthamii* para produção de celulose kraft . **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, p. 167-174, 2011.

B. W. P. Anatomia do lenho de 4 espécies de Zanthoxylum Linnaeus (Rutaceae) da Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 11, p. 809-820, 1981.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Serviço Florestal Brasileiro.**

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo: Embrapa Florestas, 2006. v. 2, 627 p.

COSTA, C. C.;MARTINS-DA-SILVA, R. C.V.;GROPPO, M.; MACIEIRA, A. P. CARVALHO, L. T.

GOMES, J. I.;MARGALHO, L. F. Conhecendo Espécies de Planta da Amazônia: Tamanqueira (Zanthoxylum rhoifolium Lam. – Rutaceae**). Embrapa: Comunicado Técnico,** Belém PA, n.249, 2014.

COSTA, A. **Coletâneas de anatomia da madeira. Anatomia da madeira**. Disponível em:<http://www.joinville.udesc.br/sbs/professores/arlindo/materiais/APOSTILANATOMIA1.pdf>. Acesso em: 11 jun 2018.

DIAS, O. A.; SIMONELLI, G. Qualidade da madeira para a produção de celulose e papel. **Enciclopédia Biosfera,** Goiânia, v. 9, p.36-46, 2013.

GOMIDE, J. L.; DEMUNER, B. J. Determinação do teor de lignina em material lenhoso: Método Klason modificado. **O Papel**, São Paulo, v. 47, n. 8 p. 36-38, 1986.

GONÇALEZ, J. C., SANTOS, G. L.; SILVA JUNIOR,F. G., MARTINS, I. S. COSTA, J. A. Relações entre dimensões de fibras e de densidade da madeira ao longo do tronco de Eucalyptus urograndis **Sci. For**., Piracicaba, v. 42, n. 101, p. 81-89, mar. 2014.

IAWA COMMITTEE**. International Association of Wood Anatomists**. List of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin 1989.

LOUREIRO, A. A.; VASCONCELOS, F. J. de; ALBUQUERQUE, **Maminha de porca.**Disponível em:<http://sistemas.florestal.gov.br/madeirasdobrasil/features.php?ID=278&caracteristica=199> Acesso em: 13 jul. 2018

MENDES, L. M.; SILVA, J. R. M.; TRUGILHO, P. F.; LOPES, G. A. Anatomia E Características Físico-Quimícas Da Madeira De *Zanthoxylum Tingoassuiba* St. Hil. De Ocorrência Na Região De Lavras/MG. **Cerne,** Lavras/MG - v.05, n.1, 1999.

NISGOSKI, S. **Espectroscopia no infravermelho próximo no estudo de características da madeira e papel de Pinus taeda**.173f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

FOELKEL, C.E.B. Madeira do eucalipto: da floresta ao digestor. **Boletim Informativo IPEF**, v.6, p.72-87, 1978.

NISGOSKI, S.; MUÑIZ, G. I. B.; TRIANOSKI, R.; MATOS, J. L. M.; VENSON, I.Características anatômicas da madeira e índices de resistência do papel de Schizolobium parahyba(Vell.) Blake proveniente de plantio experimental **Sci. For**., Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 203-211, 2012.

RODRIGUES, A. C. C. **Morfologia de vasos e fibras da madeira de poliplóide e clones de híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* visando a produção de papel.**35 f. TCC (Graduação) - Universidade Federal de Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2016.

RODRIGUES, B. P. **Utilização De Parâmetros Anatômicos Da Madeira De Dois Clones De Híbridos Naturais De *Eucalyptus grandis* Como Índices De Qualidade Para A Produção De Papel** 45f.Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade federal de espírito santo, Jerônimo Monteiro ES, 2010.

SANTOS, S. R. dos. **Influência da qualidade de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e do processo Kraft de polpação na qualidade da polpa branqueada.** 178 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2005.

SARTO, C. **Avaliação do processo SuperBatch para produção de polpa celulósica a partir de *Bambusa vulgaris*.** 2012. 68 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Curso de Engenharia Florestal, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2012.

Comparação entre três tipos de cola em madeira de clones de *Eucalyptus grandis*

Comparison between three types of wood glue of *Eucalyptus grandis* clones

Luciane Gorski[1]
Maiara Talgatti[1]
Amanda Grassmann da Silveira[1]
Laura Hoffmann de Oliveira[1]
Guilherme Valcorte[1]
Alessandra Simon Huller[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências, Av. Roraima, 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, maiara.talgatti@hotmail.com; lu_gorski@hotmail.com; amandagrassmann@gmail.com; laura-hoff@hotmail.com; gvalcorte@yahoo.com.br; ale.huller@hotmail.com.

Resumo: A colagem de madeira sempre foi estudada e vem se tornando cada vez mais importante pelas questões de aproveitamento de peças com pequenas dimensões, diminuição da quantidade de resíduos e formulações de adesivos mais sustentáveis e que não agridem o meio ambiente. Este trabalho teve por objetivo comparar três tipos de colas em madeiras de clones de *Eucalyptus grandis*. As propriedades de colagem seguiram a norma ASTM D905-08, onde foram cortadas ripas de dimensões 50,0 x 9,5 x 2,0 cm com o intuito de testar a resistência ao cisalhamento na linha de cola e falha na madeira. Para os adesivos feitos com amido e o amido com soda, a gramatura adotada foi de 180g/m² em linha simples e posteriormente ~~foi~~ aplicada pressão de 10kgf/cm² em prensa a frio durante 24 horas. Para a ureia-formaldeído, a gramatura utilizada foi de 180g/m², prensagem a 120ºC durante 12 minutos e 120 kgf/cm². O melhor resultado de forma geral foi obtivo pela utilização da ureia-formaldeído que obteve maior média de ambos os parâmetros analisados; e negativamente, a falha na madeira colada com amido e soda não foi satisfatória.
Palavras-chave: *Eucalyptus,* adesivos, colagem de madeira, ureia-formaldeído.

Abstract: Wood gluing has always been studied and has become increasingly important due to the issues of using small parts, reducing the amount of waste and formulating adhesives that are more sustainable and do not harm the environment. The objective of this work was to compare three types of wood tails of Eucalyptus grandis clones. The bonding properties followed the standard ASTM D905-08, where slabs of dimensions 50,0 x 9,5 x 2,0 cm were cut with the purpose of testing the shear strength in the glue line and failure in the wood. For adhesives made with starch and starch with soda, the weight used was 180g / m² in single line and afterwards pressure of 10kgf / cm² was applied in a cold press for 24 hours. For urea-formaldehyde, the weight used was 180g / m², pressing at 120ºC for 12 minutes and 120 kgf / cm². The best result in general was obtained by the use of urea-formaldehyde which obtained the highest mean of both analyzed parameters; and negatively, the failure of the wood stuck to starch and soda was not satisfactory
Key words: *Eucalyptus*, adhesives, wood collage, urea-formaldehyde.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil detém cerca de 7,84 milhões de hectares de florestas plantadas, sendo 72% (5,67 milhões de ha) de Eucalipto, encontrado predominantemente nas regiões Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste devido ao curto ciclo de rotação, à ampla adaptação de espécies do gênero a estes locais, estando também associado ao

desenvolvimento de uma indústria de base florestal diversificada e consumidora de matéria-prima (APRE, 2018).

O setor madeireiro compreende uma diversificada cadeira de produtos que atende os mercados nacional e internacional, com celulose e papel, energia, serrados, laminados, painéis reconstituídos e, ainda produtos de maior valor agregado que incluem portas, janelas, pisos, além dos produtos florestais não madeireiros como os extrativos, sementes e outros.

Podemos perceber a importância do mercado brasileiro madeireiro e de móveis através dos números expostos pela ABIMCI (2016) que apontam cerca de 159 mil empresas, representando 94% do total de negócios do setor florestal. E ainda, geração de 360 mil empregos e 4,4% de importância na balança comercial brasileira.

Durante o processo de transformação e beneficiamento das toras, dentro do mercado moveleiro, principalmente onde há produção de componentes para móveis, molduras, portas e janelas, pisos/decks, etc., a colagem de peças surge como um fator importante, haja vista que a oferta de toras de sortimentos maiores que permitem desdobro de qualidade em peças de grandes dimensões nem sempre corresponde com a demanda do momento e ainda, a adesão possibilita o maior aproveitamento da matéria-prima diminuindo o volume de resíduos.

Nesse sentido, Lobão e Gomes (2006) corroboram que a maior vantagem da madeira colada é que se pode aproveitar uma grande quantidade de material de pequenas dimensões.

Dentro desse mercado, os usos e as vantagens da aplicação de adesivos são inúmeros, pois permitem a união de madeira sólida, lâminas finas ou partículas, para aumento das dimensões da peça, maior estabilidade dimensional e ainda redução da anisotropia da madeira (CARNEIRO, et al., 2007). Para a manufatura de produtos reconstituídos de madeira, o adesivo é um componente essencial, já que é responsável pela ligação entre as peças de madeira e a transferência de tensões geradas na linha de cola durante a sua utilização, além da participação significativa na composição de custos de produção (IWAKIRI, 2000).

A escolha do tipo de adesivo vai depender de diversos fatores, alguns intrínsecos da madeira (densidade, porosidade, teor de umidade) e outros inerentes ao meio onde será utilizado o produto (ambiente externo, temperatura, exposição à umidade) e ainda, os fatores relacionados ao processo produtivo.

Entretanto Plaster et al. (2012) defendem que a otimização no uso dos adesivos deve também levar em consideração o aspecto econômico, uma vez que dependendo da utilização o seu custo é fator limitante no desenvolvimento de produtos.

De forma mais detalhada, Alves (2012) explica que nos produtos à base de madeira em que os adesivos são usados como um aglutinante, o desempenho do produto final varia de acordo com os seguintes fatores: (1) Composição do adesivo (viscosidade, durabilidade, solventes, diluentes, teor de sólidos, etc.). (2) Características da madeira (densidade das espécies, alburno, cerne, permeabilidade, pH, extrativos, anisotropia, etc.). (3) Características das superfícies (lisura da superfície, plano de corte, ângulo da grã, teor de umidade, etc.). (4) Condições de aplicação relativas à cola (armazenamento, método de aplicação, tempo, aplicação da pressão, temperatura, etc.). (5) Características geométricas (espessura, largura e comprimento dos elementos, etc.) (6) Condições ambientais

no local de utilização do produto (externas ou internas, tais como calor, umidade, radiação, produtos químicos).

No Brasil, para fins estruturais (Madeira Laminada Colada - MLC) utiliza-se geralmente o adesivo resorcinol, o fenol-resorcinol-formaldeído (FRF) e ainda, melamina-ureia-formaldeído (MUF) (SEGUNDINHO et. al., 2015). Para fins práticos, o adesivo de ureia-formaldeído é o mais utilizado no mundo, sendo citados como fatores decisivos o fácil manuseio, ser incolor, ter baixo custo e permitir colagem a frio. Entretanto, possui as desvantagens de ter uma baixíssima resistência à umidade e a liberação de formaldeído (CARNEIRO, et, al., 2007).

Neste sentido, ao longo dos últimos anos há uma grande procura por colas ou produtos aglutinantes alternativos com base em materiais naturais, ou seja, não prejudiciais ao meio ambiente e com vantagens em termos de saúde.

Como podem ser citados: taninos, óleos vegetais, glúten e amido de milho, sendo o último obtido a partir de recursos renováveis, e considerado um dos polímeros naturais mais abundantes, além do baixo custo e fator ecológico favorável, fazendo com que o amido possa ser utilizado em inúmeras aplicações industriais nomeadamente como constituinte de colas para madeira e aplicações no interior, podendo ser inclusive aproveitado de limpezas de silos.

Há cada vez mais a preocupação em obter menor geração de resíduos poluentes nocivos ao meio ambiente e menos danosos ao ser humano, além da busca por substâncias renováveis. Desta forma, o objetivo desse trabalho foi comparar três tipos de cola em madeira de clones de *Eucalyptus grandis.*

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

A madeira de clones de *Eucalyptus grandis* proveio de plantio florestais com 11 anos de idade, localizados no município de Capivari do Sul/RS, com densidade básica pré-determinada de 0,40g/cm³. As tábuas de madeira foram cortadas em ripas com dimensões de 50 x 9,5 x 2,0 cm (comprimento x largura x espessura).

Para a colagem, selecionaram-se as tábuas sem defeitos como empenamentos, nós e rachaduras, com isso, posteriormente as mesmas puderam ser coladas uma à outra, de forma paralela. Estas, após secagem, foram então dispostas na câmara climatizada por 30 dias para a estabilização a 12% de teor de umidade.

Ao todo, três tipos de adesivo foram testados nesse estudo, sendo eles: amido, amido com adição de soda cáustica e ureia-formaldeído. O adesivo à base de amido - farinha de trigo - foi preparado com amido e água, sendo posteriormente aquecido para homogeneizar durante a mistura, na proporção de 3:4.

A preparação do adesivo à base de amido com soda sofreu aquecimento pela própria reação química, com adição à mistura inicial de 4,5% da soda e mais 10% de água. Para os dois primeiros tipos de adesivo, a quantidade espalhada com uma espátula na superfície das ripas foi de 180g/m² em linha simples e logo após foi aplicada a pressão de 10kgf/cm² em prensa a frio durante 24 horas.

Já para a ureia-formaldeído, utilizou-se a cada 100 partes por peso de ureia, 20 partes de farinha de trigo (com a finalidade de extensor), 20 partes de água e 10 partes de sal endurecedor (sulfato de amônia). A gramatura utilizada foi de 180g/m² com ciclo de prensagem de 22 minutos, 120ºC e pressão de 120 kgf/cm². Posterior à prensagem a quente, as tábuas coladas permaneceram sob pressão em prensa a frio por mais 24 horas. As propriedades do adesivo ureia-formaldeído foram pré-determinadas: viscosidade 2087cp, 55 segundos, Ph 7,6 e 65% de teor de sólidos.

O teste de resistência ao cisalhamento na linha de cola foi realizado no Laboratório de Produtos Florestais da UFSM, em Santa Maria. Os corpos de prova foram confeccionados seguindo as instruções da norma D905-08 (ASTM, 2013), sendo climatizados em câmara com condições controladas de temperatura e umidade do ar.

Já para a determinação da porcentagem de falha na madeira seguiu-se o modelo da norma adaptada por alguns autores, como Buligon (2011), onde uma folha transparente quadriculada foi sobreposta às peças de madeira cisalhadas para comparação de forma visual de quanto o material foi quebrado na madeira e na linha de cola.

O delineamento experimental foi composto por três tratamentos e seis repetições cada. Para a análise estatística dos resultados foi realizada a Análise de Variância para detectar diferenças entre os tratamentos e, havendo diferença ao nível de 95% de probabilidade na ANOVA, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de significância para comparação de médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficiência do adesivo foi obtida por meio da análise de dois parâmetros da colagem: resistência mecânica ao cisalhamento e a porcentagem de falha, que indica se a ruptura ocorreu na madeira ou na cola.

Conforme pode ser observado na Tabela 1, o adesivo que obteve melhores resultados no teste de resistência ao cisalhamento na linha de cola foi o de Ureia-formaldeído. Já os adesivos formulados por amido obtiveram valores de resistência iguais estatisticamente. Entretanto, a composição de amido com soda resultou em pequena porcentagem de falha na madeira, o que mostra a ineficiência da colagem.

Tabela 1. Resistência ao cisalhamento e porcentagem de falha na madeira.

ADESIVO	Resistência (kgf/cm²)	Falha na madeira (%)
Amido	68,31 b (12,7%)	77,8 a (15,4%)
Amido com soda	68,75 b (13,3%)	14,5 b (17,7%)
Ureia-formaldeído	83,37 a (9,9%)	79,7 a (14,7%)

Valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem entre si em nível de 95% de significância pelo teste de Tukey. Entre parênteses encontram-se os coeficientes de variação. **Fonte:** Autores.

Um dos motivos da boa colagem das madeiras de clones de *E. grandis* pode estar associada à sua classificação de baixa densidade básica. Segundo Lobão e Gomes (2006) madeiras de alta densidade são de difícil colagem, por permitirem pouca penetração do adesivo, gerando assim, uma junta de qualidade inferior às obtidas com madeiras de densidades mais baixas. De acordo com a norma ASTM D-5751 (2005) o valor médio apresentado de resistência ao cisalhamento pela junta colada deve ser 60% do valor apresentado pela madeira sólida.

Outros adesivos de finalidades estruturais, porém de preços mais elevados comparados aos utilizados neste estudo, foram utilizados no trabalho realizado pelos autores Plaster et. al. (2012) com híbridos de *E. urophylla* x *E. grandis*. Os

resultados de resistência ao cisalhamento na linha de cola variaram de 101 a 143 kgf/cm² utilizando Resorcina formaldeído e duas marcas de PVA. Sobre a falha na madeira, os autores relataram em média porcentagens maiores que 90, mostrando a eficiência da colagem.

Ao utilizar adesivo ureia-formaldeído (Cascamite) em *Tectona grandis*, Motta (2014) observou um resultado do ensaio no valor de resistência igual a 109 kgf/cm², para Cascorez (a base de PVA) os valores médios foram de 140 kgf/cm² e para Cascophen (a base de resorcionol formaldeído) o valor de 121kgf/cm². Além disso, Lima et al., (2008) afirma que as espécies de *Eucalyptus urophyla* e *Eucalyptus camaldulensis* quando usadas com ureia-formaldeído apresentam os valores de 80 kgf/cm² e 101 kgf/cm², respectivamente.

Foram encontradas, ainda, para juntas de *Eucalyptus grandis* coladas com melamina-ureia-formaldeído (MUF), isocianato (EPI) e poliuretano (PUR) os valores médios de 100 kgf/cm², 158 kgf/cm² e 117 kgf/cm², respectivamente, para três diferentes gramaturas testadas (VOIGT, 2017).

Neste estudo, a visualização da porcentagem de falha teve que ser feita com atenção devido ao uso de adesivos incolores após a cura, sendo a composição com amido e soda a mais escurecida dentre as três utilizadas, o que configura que esta apresentou resultados insatisfatórios conforme as exigências (Figura 1). A recomendação dada pela ASTM D-5751 (2005) é de que haja 60% de rompimento na madeira para uma colagem eficiente.

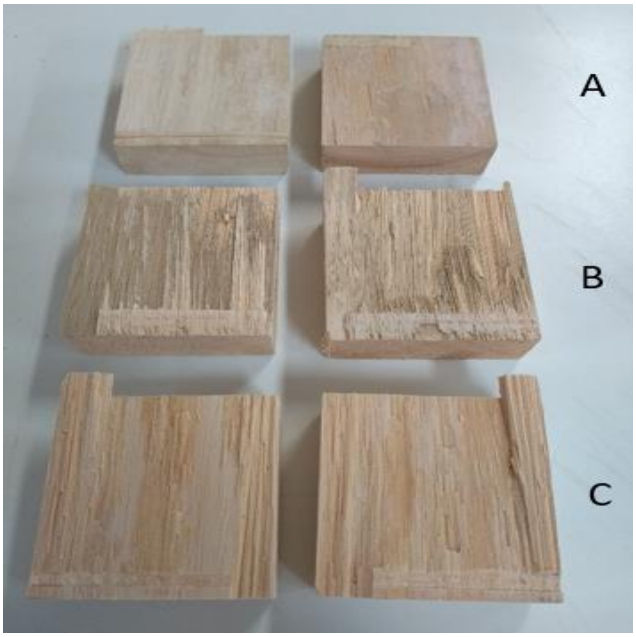


Figura 1. Corpos de prova após o teste de resistência ao cisalhamento na linha de cola, onde visualiza-se a falha na madeira para cada tipo de adesivo utilizado. Onde: A = amido; B = amido com soda; C = ureia-formaldeído. **Fonte:** Autores.

O percentual de falha na madeira é um importante parâmetro na análise dos testes de adesão (PLASTER, et, al., 2012). Valores elevados para esta característica são indicativos de boa qualidade na adesão, pois demonstram elevada coesão do adesivo e a resistência da interface adesivo-madeira, devendo esta ser mais elevada que a resistência da própria madeira (BIANCHE, 2017).

Por outro lado, Bianche (2014) afirma que o porcentual de falhas baixas adverte que a utilização da madeira não está sendo otimizada com a aplicação do adesivo em teste, já que a ruptura ocorre com tensões menores que a resistência da madeira.

Na literatura, encontram-se trabalhos com valores comparáveis de falha na madeira, como a porcentagem de 90,9% para UF em madeira sólida de Pinus (SHAYDER, 2014), além disso, Feuchard (2012) apresenta porcentagem de 69% de falha na linha de cola para o mesmo adesivo. Ainda, Motta (2014) encontrou 90% de falha na madeira para Cascamite, adesivo à base de ureia-formaldeido.

4. CONCLUSÕES

Os resultados encontrados estão de acordo com a literatura existente sobre o assunto, embora possam haver variações conforme as metodologias empregadas.

Dentre os três adesivos testados para a madeira de clone de *Eucalyptus grandis,* as melhores médias no teste de resistência ao cisalhamento na linha de cola foram obtidas pela ureia-formaldeído.

As colagens à base de amido se mostraram inferiores à UF embora com médias boas. Ademais, apenas para a falha na madeira o adesivo de amido com soda não foi satisfatório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMCI. Associação brasileira da Indústria de madeira processada mecanicamente. Estudo Setorial, 2016 - ano base 2015. 2016.

Alves, P. R. G. **Resistência da linha de cola em superfícies lixadas da madeira de eucalipto.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2012.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-905-08**: Standart test for strenght properties of adhesive bonds in shear by compression loading. West Conshohocken, PA, 2013.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.**ASTM D-5751**: Adhesives used for laminate joints in nonstructural lumber products. West Conshohocken, PA, 2005. 11p.

APAE. **Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal**. Estudo Setorial 2017/2018. Disponível em: www.apreflorestas.com.br. Acesso em: 03/07/2018.

BIANCHE, J. J.; TEIXEIRA, A. P. M.; LADEIRA, J. P. S.; CARNEIRO, A. C. O.; CASTRO, R. V. O.; LUCIA, R. M. D. **Cisalhamento na Linha de Cola de *Eucalyptus* sp. Colado com Diferentes Adesivos e Diferentes Gramaturas**. Floresta e Ambiente 2017; 24: e00077114. ISSN 2179-8087 (online).

CARDOSO, S. et al. Utilização de colas naturais para placas de derivados de madeira – uma síntese. **Ciência & Tecnologia dos Materiais**, 27 01–80. 2015.

CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; PEREIRA, F. A. Adesivos e sua importância na indústria madeireira. In: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRA, M. **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro II**. Vitória, ES: Aquarius. p. 99-128. 2007.

IWAKIRI, S. et al. Utilização de extensores alternativos na produção de compensados multilaminados. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.1, 2000.

LIMA, C. K. P.; MORI, F. A.; MENDES, L. M.; TRUGILHO, P. F.; MORI, C. L. S. O. Colagem da madeira de clones de *Eucalyptus* com três adesivos comerciais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 77, p. 73-77, 2008.

LOBÃO, M. S.; GOMES, A. Qualidade da adesão de madeira de Eucalipto em corpos-de-prova colados em dois diferentes planos e densidades. **Cerne**, vol. 12, núm. 2, abril-junho, pp. 194-200, Lavras, 2006.

MOTTA, J. P. et al. Avaliação da resistência ao cisalhamento de juntas coladas com madeira de teca (*Tectona grandis*). **Scientia Forestalis,** Piracicaba, v. 42, n. 104, p. 615-621, dez. 2014.
PLASTER, O. B. et al. Comportamento de adesão da madeira de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* proveniente de três condições de manejo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 323-330, abr.-jun., 2012. ISSN 0103-9954.

SEGUNDINHO, P. G. D. et al. Madeira lamelada colada (MLC) com *Acacia mangium* e adesivos estruturais. **Scientia Forestalis,** Piracicaba, v. 43, n. 107, p. 533-540, set. 2015.

SHAYDER, L. F. **Avaliação da colagem a frio em madeira sólida de *Pinus* sp.** Monografia (Graduação) - Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo. 2014.

VOIGT, R. et al. Avaliação da Resistência de Linha de Cola Sob Diferentes Gramaturas e Adesivos na Produção de Madeira Laminada Colada de *Eucalyptus grandis*. ***2º Congresso Nacional de Inovação e Tecnologia.*** São Bento do Sul, SC. INOVA, 2017.

Efeito da idade e do espaçamento de plantio nas propriedades energéticas da *Ateleia glazioviana* Baill

Effect of age and planting spacing on the energy properties of Ateleia glazioviana Baill

Dionatan Lázaro de Oliveira Brum[1]
Elder Eloy[1]
Romulo Trevisan[1]
Alcir Vianei Klauck[1]
Eduarda Bandeira[1]
Luana Candaten[1]
Tauana de Souza Mangini[1]
Tainara dos santos Piecha[1]
Édina Regina Dal Molin[1]

[1] Universidade Federal de Santa Maria/UFSM – *Campus* Frederico Westphalen; Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386 Km 40, Frederico Westphalen – RS; dionatanlbrum@gmail.com; eloyelder@yahoo.com.br; romulo_trevisan@yahoo.com.br; alcirvianei@gmail.com; duda_bandera@outlook.com; luana_candaten@outlook.com; tauanamangini@yahoo.com; tainarapiecha@gmail.com; edinadalmolin@gmail.com.

Resumo: Esse trabalho teve como objetivo determinar o efeito da idade e do espaçamento de plantio nas propriedades energéticas em diferentes compartimentos da biomassa: madeira, casca e galho da espécie *Ateleia glazioviana* Baill, distribuída em diferentes espaçamentos: 2,0x1,0 m, 2,0x1,5 m, 3,0x1,0 m e 3,0x1,5 m, no 1º, 3º e 5º ano após o plantio. O presente trabalho foi realizado em um experimento instalado em delineamento experimental de blocos completos casualizados em três repetições. Foram determinadas as variáveis biomassa (BIO), poder calorífico superior (PCS), massa específica básica (ME), teor de carbono fixo (CF), teor de material volátil (MV) e teor de cinzas (CZ). Concluiu-se que as diferentes idades das árvores influenciam significativamente todas as variáveis analisadas, proporcionando uma distribuição crescente da BIO, CF, e ME, sem tendência a estabilização ao longo do tempo. Os quatro espaçamentos de plantio induzem a diferentes produções de BIO, com uma tendência de redução dos seus valores com o aumento do espaçamento, em todos os períodos avaliados. Os quatro compartimentos das árvores induzem a um efeito significativo das variáveis BIO, PCS, CF, MV e CZ.
Palavras-chave: Timbó, biomassa, poder calorífico superior.

Abstract: This study aims to determine the effect of age and plant spacing in the energy properties of the different compartments of biomass of the species *Ateleia glazioviana* Baill, distributed at different spacings: 2.0x1.0 m, 2.0x1.5 m, 3.0x1.0 m and 3.0x1.5 m on the 1st, 3rd and 5th year after planting. The study was conducted in an experiment installed on experimental delineation of randomized complete blocks in three replications. The following variables were determined: biomass (BIO), gross calorific value (PCS), specific gravity (ME), fixed carbon content (CF), content of volatile material (MV), and ash content (CZ). It was concluded that the different tree ages significantly influence all variables analyzed, allowing an increasing distribution of BIO, CF, e ME, with no tendency for stabilization throughout time. The four plant spacings induced different productions of BIO, with a tendency of values reduction with the raise in plant spacing in all evaluated periods. The four tree compartments induce a significative effect in BIO, PCS, CF, MV, and CZ variables.
Key-words: Timbó, biomass, gross calorific value.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a demanda por fonte energética proveniente de matéria prima madeireira de qualidade, tem ganhado espaço no mercado industrial. Porém, o manejo adequado do plantio está diretamente ligado ao rendimento e qualidade do produto final.

A escolha do material genético a ser utilizado na plantação de povoamentos florestais de espécies nativas e exóticas, é extremamente importante como fonte alternativa de energia. Para que isso seja viável, é necessário conhecer a procedência, potencial energético, características essenciais da floresta e seu uso, deste modo, contribui para tomada de decisão na implantação de povoamentos florestais de excelência (ELOY et al., 2015).

O espaçamento entre árvores, é um dos principais fatores que influenciam o estabelecimentos de florestas, aumentando a competitividade por área útil, absorção de água, luz e nutrientes disponíveis no solo, idade de corte, consequentemente o crescimento das árvores. Assim, ao direcionar a produção de madeira para fins energéticos, o espaçamento mais denso é geralmente recomendado para produzir um volume maior de biomassa por unidade de área no menor tempo possível (CARON et al., 2015).

Atualmente, 8,0% da energia produzida no país é proveniente de lenha e carvão vegetal, segundo fontes oficiais ligadas à área de energia (MME, 2017). Portanto, as expectativas quanto ao uso da biomassa florestal como matéria-prima para geração de energia, são promissoras no ponto de vista econômico e sustentável.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo determinar os efeitos da idade e espaçamento de plantio nas propriedades energéticas de diferentes componentes da biomassa de *Ateleia glazioviana* Baill.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O experimento foi realizado em uma área pertencente à Universidade Federal de Santa Maria campus de Frederico Westphalen (UFSM/FW), sob coordenadas geográficas de 27°22'S; 53°25'W, a 480 m de altitude. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima nesta região é Cfa, ou seja, clima subtropical úmido, com temperatura média anual de 18,8 °C, e temperatura média do mês mais frio de 13,3 °C.

O experimento foi instalado em delineamento de blocos completos casualizados onde, foram caracterizados por um fatorial de 3 x 4 x 3, ou seja, três períodos de tempo (1 ° ano, 3 ° ano, e 5 ° ano) após o plantio, quatro espaçamentos de árvores sendo: (2,0 x 1,0 m, 2,0 x 1,5 m, 3,0 x 1,0 m, e 3,0 x 1,5m) e três componentes de árvores (madeira, casca e galho), com três repetições.

O bloco teve quatro unidades experimentais, que alocaram os quatro níveis de espaçamento de plantio. Logo, as parcelas foram divididas em sub-parcelas para as diferentes etapas de avaliação, onde três árvores foram coletadas por período de avaliação para cada espaçamento de plantio. Assim, para cada período avaliou-se 36 árvores, totalizando 108 árvores em todos os períodos.

As avaliações das árvores foram feitas pelo método destrutivo, onde 36 árvores foram avaliadas em três diferentes períodos: 1º ano (2009), 3º ano (2011), 5º ano (2013), após o plantio. Para amostragem, foram retirados seis discos com

aproximadamente dois centímetros de espessura, nas seguintes posições ao longo do fuste: 0% (base), 1,30 m (diâmetro a altura do peito - DAP), 25%, 50% e 75% e 100% da altura total da árvore, e duas cunhas simetricamente opostas de cada disco foram seccionadas.

As amostras do estrato inferior, médio e superior das árvores foram coletadas de forma estratificada, com objetivo de obter um material homogêneo e representativo de todo o dossel das árvores. Assim, que identificados e recolhidos em sacos de papel contendo aproximadamente 300 g de amostras, foram levados para secagem num forno de circulação e renovação, para obter o produto seco.

Amostras de madeira, casca e ramo foram secas a 103 °C, para determinar o respectivo teor de umidade. Os dados das folhas amostradas não foram computados, pois a senescência iniciou antes do período de realização das avaliações, ou seja, no mês de setembro.

Para determinar a biomassa (BIO), utilizou-se o método direto, onde ocorreu a derrubada e pesagem dos diferentes compartimentos das árvores (SANQUETTA, 2002). As massas frescas das árvores amostradas foram determinadas em condição de campo, de forma que, em cada compartimento foram retiradas amostras para obtenção do seu teor de umidade em laboratório.

Para a determinação do poder calorífico superior (PCS) utilizou-se uma bomba calorimétrica digital modelo C5000 *Cooling System IKA Werke* de acordo com a norma técnica NBR 8633 (ABNT, 1984) e a análise química imediata (AQI) foi realizada a partir da norma técnica NBR 8112 (ABNT, 1986).

Para determinar a massa específica básica (ME), foram utilizados os materiais obtidos na amostragem e o procedimento foi realizado conforme a norma técnica NBR 11941 (ABNT, 2003).

Os dados foram submetidos à análise estatística, em que se procedeu com o teste de pressuposição de homogeneidade, análise de variância, teste F, análise de regressão e o teste de médias de Tukey a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância observou-se efeito significativo para os três períodos e três compartimentos das árvores, para todas as variáveis analisadas. Do mesmo modo, para os quatro espaçamentos de plantio para variável biomassa (BIO). Logo, para efeito das interações dentre os fatores analisados, observou-se diferença para BIO, poder calorífico superior (PCS), teor de carbono fixo (CF) e teor de materiais voláteis (MV). Da mesma forma, esta diferença foi constatada para interação ano x compartimento, para teor de cinzas (CZ).

No primeiro ano de avaliação a BIO não apresentou diferença entre os compartimentos das árvores. Logo, para o PCS e CZ observou-se esta característica, onde compartimentos de galho e casca tiveram os maiores valores médios com tal característica, foi observada diferença para o CF, sendo que os maiores valores médios encontrados nos compartimentos de madeira e casca, nos mesmos espaçamentos de plantio. Da mesma forma, esta característica foi encontrada para o MV no comprimento galho (Tabela 1).

Tabela 1. Teste de médias para os diferentes compartimentos das árvores de *Ateleia glazioviana*, distribuída em diferentes espaçamentos de plantio, no 1º ano após o plantio

VARIÁVEIS	COMP.	ESPAÇAMENTO (m)			
		2,0 x 1,0	**2,0 x 1,5**	**3,0 x 1,0**	**3,0 x 1,5**
Biomassa (ton ha^{-1})	Madeira	0,256 aA	0,179 aA	0,165 aA	0,140 aA
	Casca	0,044 aA	0,032 aA	0,027 aA	0,027 aA
	Galho	0,017 aA	0,013 aA	0,010 aA	0,006 aA
	Total	0,317 A	0,224 A	0,202 A	0,173 A
Poder calorífico superior (kcal kg^{-1})	Madeira	4578 a	4502 b	4455 b	4492 b
	Casca	4626 a	4613 ab	4521 b	4674 a
	Galho	4576 a	4748 a	4704 a	4483 b
Teor de carbono fixo (%)	Madeira	20,81 a	19,31 a	17,95 a	18,35 a
	Casca	22,29 a	17,45 a	16,50 a	14,92 b
	Galho	13,01 b	16,02 a	15,72 a	17,11 ab
Teor de materiais voláteis (%)	Madeira	77,21 b	78,90 a	80,38 a	80,09 a
	Casca	74,98 b	80,04 a	80,42 a	81,43 a
	Galho	83,57 a	80,71 a	81,02 a	78,92 a
Teor de cinzas (%)	Madeira	1,99 b	1,78 b	1,67 b	1,57 b
	Casca	2,74 ab	2,84 a	3,08 a	3,64 a
	Galho	3,41 a	3,27 a	3,25 a	3,93 a
Massa específica básica (g cm^{-3})	Madeira	0,417	0,423	0,440	0,399

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre as espécies; Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre os espaçamentos. **Fonte:** Autores.

No terceiro ano de avaliação, foram encontrados maiores valores de BIO nos compartimentos de madeira e galho. Já para o CZ, o compartimento casca apontou o maior valor médio de 4,00 %, bem como para o PCS, mesmo sem sofrer efeito dos espaçamentos, o mesmo apontou valores superiores no compartimento casca nos espaçamentos de plantio, de uma madeira geral (Tabela 2).

Tabela 2. Teste de médias para os diferentes compartimentos das árvores de *Ateleia glazioviana*, distribuída em diferentes espaçamentos de plantio, no 3º ano após o plantio.

VARIÁVEIS	COMP.	ESPAÇAMENTO (m)			
		2,0 x 1,0	**2,0 x 1,5**	**3,0 x 1,0**	**3,0 x 1,5**
Biomassa (ton ha^{-1})	Madeira	12,656 aA	7,116 aB	6,591 bB	4,111 bC
	Casca	1,977 cA	1,484 bB	0,939 cC	0,662 cC
	Galho	9,543 bA	7,142 aB	7,839 aB	5,005 aC
	Total	24,176 A	15,742 B	15,369 B	9,778 C
Poder calorífico superior (kcal kg^{-1})	Madeira	4405 b	4385 b	4415 a	4394 a
	Casca	4659 a	4549 a	4180 b	4504 a
	Galho	4460 b	4475 ab	4490 a	4459 a
Teor de carbono fixo (%)	Madeira	17,46 ab	17,31 a	19,19 a	18,70 a
	Casca	14,85 b	19,55 a	18,92 a	14,99 a
	Galho	18,42 a	15,94 a	15,44 b	16,67 a
Teor de materiais voláteis (%)	Madeira	81,02 a	81,10 a	79,40 ab	79,62 a
	Casca	81,72 a	76,44 b	77,75 b	81,05 a
	Galho	79,60 a	81,87 a	82,25 a	81,11 a
Teor de cinzas (%)	Madeira	1,52 b	1,59 b	1,41 c	1,65 b
	Casca	3,43 a	4,00 a	3,34 a	3,96 a
	Galho	1,99 b	2,19 b	2,30 b	2,21 b
Massa específica básica (g cm^{-3})	Madeira	0,472	0,468	0,489	0,486

Onde: Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre as espécies; Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre os espaçamentos. **Fonte:** Autores.

Para o quinto ano de avaliação, a produção de BIO de madeira apresentou valores superiores estatisticamente dos demais compartimentos das árvores, atingindo 24,712 ton ha^{-1}. Da mesma forma, para o CF e MV observou-se diferença entre os compartimentos somente no espaçamento 3,0 x 1,0 m (Tabela 3).

Porém, para o CZ esta característica foi apresentada para a casca, que foi que apresentou médias maiores aos demais compartimentos em todos os espaçamentos estudados.

Tabela 3. Teste de médias para os diferentes compartimentos das árvores de *Ateleia glazioviana*, distribuída em diferentes espaçamentos de plantio, no 5º ano após o plantio.

VARIABILIDADE	COMP.	ESPAÇAMENTO (m)			
		2,0 x 1,0	**2,0 x 1,5**	**3,0 x 1,0**	**3,0 x 1,5**
Biomassa (ton ha^{-1})	Madeira	24,712 aA	15,498 aAB	22,041 aA	13,356 aAB
	Casca	1,818 cA	1,148 cBC	1,738 cAB	1,017 cC
	Galho	5,556 bA	7,242 bA	6,585 bA	5,572 bA
	Total	32,086 A	23,888 AB	30,364 A	19,945 B
Poder calorífico superior (kcal kg^{-1})	Madeira	4524 a	4437 a	4523 a	4459 a
	Casca	4589 a	4530 a	4637 a	4605 a
	Galho	4539 a	4509 a	4554 a	4535 a
Teor de carbono fixo (%)	Madeira	20,54 a	20,92 a	20,94 a	20,86 a
	Casca	19,77 a	19,17 a	19,98 ab	20,03 a
	Galho	20,97 a	21,61 a	17,33 b	21,80 a
Teor de materiais voláteis (%)	Madeira	78,44 a	77,85 a	77,82 ab	77,96 a
	Casca	76,32 a	76,95 a	76,03 b	76,03 a
	Galho	76,65 a	76,33 a	80,67 a	76,04 a
Teor de cinzas (%)	Madeira	1,02 c	1,23 c	1,24 b	1,17 c
	Casca	3,91 a	3,88 a	3,99 a	3,94 a
	Galho	2,37 b	2,07 b	2,00 b	2,17 b
Massa específica básica (g cm^{-3})	Madeira	0,510	0,516	0,519	0,502

Onde: Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre as espécies; Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre os espaçamentos. **Fonte:** Autores.

Observou-se que no tratamento com maior densidade (2,0 x 1,0 m) foram observados os maiores valores médios de BIO quando comparados com os espaçamentos menos adensados.

No entanto, CARON et al., (2015) ressaltam que, com o tempo, a quantidade de madeira estocada em um determinado sítio tende a se igualar em diferentes espaçamentos, sendo que, nos plantios mais densos ocorre a estagnação do crescimento em idades mais jovens e, que nos plantios com espaçamentos mais amplos a estagnação do crescimento se apresenta em idades mais avançadas.

Na figura 1, estão apresentadas as equações de regressão significativas dos diferentes compartimentos, ao longo dos três períodos. De modo geral, observa-se uma tendência crescente dos compartimentos, principalmente da madeira nas variáveis BIO, CF, e ME, em relação aos diferentes anos avaliados, sem tendência a estabilização, visto que os diferentes anos avaliados influenciaram significativamente na produção dos diferentes compartimentos das árvores.

Observou-se que a idade mostrou efeito significativo no PCS, o que corrobora com os trabalhos realizados por SANTANA (2009), o autor cita que fatores

relacionados à composição estrutural da madeira influenciam positivamente seu potencial energético, especialmente no que diz respeito à constituição química.

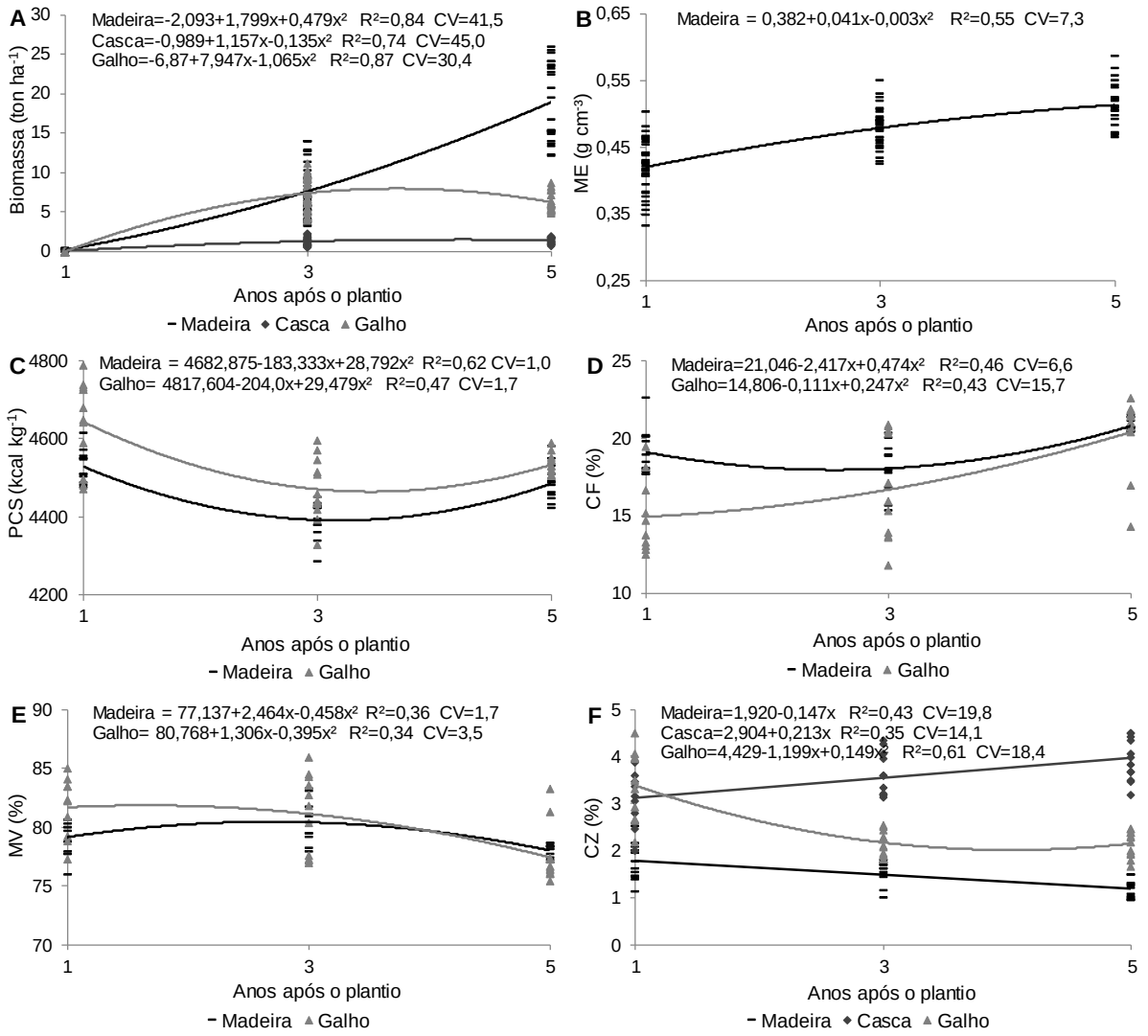


Figura 1. Equações de regressão para a biomassa (A), massa específica básica (ME), poder calorífico superior (PCS), teor de carbono fixo (CF), teor de materiais voláteis (MV), teor de cinzas (CZ), em árvores de *Ateleia glazioviana* no 1º, 3º e 5º ano após o plantio, distribuídas em diferentes espaçamentos de plantio. **Fonte:** Autores.

Os valores médios de PCS para o quinto ano foram superiores aos relatados SILVA et al. (2012) de 4492 kcal kg^{-1}, para a mesma espécie.

Os valores médios de ME aumentaram com a idade, os maiores valores para a *Ateleia glazioviana*, estiveram presentes no 5º ano após o plantio. TREVISAN et al. (2012) estudando a influência do desbaste em árvores centrais de *E. grandis* com idades de 4 a 18 anos, encontraram uma variação dos valores médios de ME de 0,390 a 0,462 g cm^{-3}, confirmando a existência de variabilidade dentro da espécie e entre as diferentes idades dos povoamentos.

Quando associados os teores de MV e CF na madeira, verificamos que estão de acordo com BRITO e BARRICHELLO (1982), que determinam, de uma maneira geral, teores de MV que variam de 75% a 85% e de CF entre 15% a 25%.

Para ELOY et al. (2016) combustíveis com alto índice de CF, são desejáveis, pois apresentam queima mais lenta, implicando em um maior tempo dentro dos aparelhos.

4. CONCLUSÃO

A idade influência nas propriedades energéticas da biomassa dos diferentes compartimentos das árvores, sendo que no 5º ano após o plantio, são verificados os maiores valores de biomassa, massa específica básica, e teor de carbono fixo.

Os quatro espaçamentos de plantio (2,0x1,0 m; 2,0x1,5 m; 3,0x1,0 m e 3,0x1,5 m) proporcionam diferentes produções de biomassa, com uma tendência de redução dos seus valores com o aumento do espaçamento de plantio, em todos os períodos avaliados.

Os três compartimentos das árvores (madeira, casca e galho) induziram a um efeito significativo nas variáveis biomassa, poder calor superior, teor de carbono fixo, teor de materiais voláteis e teor de cinzas.

Do ponto de vista energético, quanto maior a idade e menor o espaçamento de plantio, melhores são as propriedades energéticas da biomassa da *A. glazioviana*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 11941: Determinação da densidade básica da madeira.** Rio de Janeiro, 2003.

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8112: carvão vegetal: análise imediata.** Rio de Janeiro, 1986.

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8633: carvão vegetal: Determinação do poder calorífico superior**. Rio de Janeiro, 1984.

CARON, B. O.; ELOY, E.; QUEIRÓZ, S. V.; SCHMIDT, D.; BALBINOT, R.; BEHLING, A.; MONTEIRO, G. C. Quantificação da Biomassa florestal em plantios de curta rotação com diferentes espaçamentos. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 1, p.106-112, 2015.

ELOY, E.; CARON, B. O.; SILVA, D. A.; QUEIRÓZ, V. S.; TREVISAN, R.; BEHLINGIII, A.; Elli, E. F. **Produtividade energética de espécies florestais em plantios de curta rotação.** 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v45n8/0103-8478-cr-45-08-01424.pdf>. Acesso em: 20/08/2018.

ELOY, E.; SILVA, D. A.; SCHMIDT, D.; CARON, B. O.; TREVISAN, R.; Elli, E. F. **Effect of planting age and spacing on energy properties of eucalyptus grandis w. Hill ex maiden**. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622016000400749>. Acesso em: 20/08/2018.

MME - Ministério das Minas e Energia. **Balanço Energético Nacional - Ano base 2015**. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro. Brasil: 2017. 62 p.

SANQUETTA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C.R. (Ed.), **As florestas e o carbono.** Curitiba. Brasil: 2002, p. 119-140.

SANTANA, W. M. S. **Crescimento, produção e propriedades da madeira de um clone de *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla* com enfoque energético**. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SILVA, D. A.; CARON, B. O.; BEHLING, A.; QUEIRÓZ, V. S.; ELOY, E. **Ponto de amostragem ao longo do fuste para estimativa do poder calorífico da madeira**. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n9/a26412cr6161.pdf>. Acesso em: 20/08/2018.

TREVISAN, R.; ELOY, E.; DENARDI, L.; HASELEIN, C. R.; CARON, B. O. **Variação axial e efeito do desbaste na massa específica das árvores centrais de *Eucalyptus grandis***. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v42n2/a3812cr5194.pdf>. Acesso em: 20/08/2018.

Influência de dois princípios ativos na estabilidade térmica do *Eucalyptus dunnii*

Influence of two active principles on the thermal stability of the *Eucalyptus dunnii*

Ezequiel Gallio [1]
Nidria Dias Cruz [1]
Rafael Beltrame [1]
Darci Alberto Gatto [1]

[1] Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Rua Conde de Porto Alegre, 793, CEP 96010-290, Bairro Centro, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.
egeng.florestal@gmail.com; nidria_cruz@hotmail.com; beltrame.rafael@yahoo.com.br; darcigatto@yahoo.com.

Resumo: Por se tratar de um material combustível, a madeira apresenta susceptibilidade de degradação quando exposta a elevadas temperaturas, sendo poucos os estudos que abordem o efeito de preservantes de madeiras em características térmicas desse material, Assim, este estudo visou, por meio da análise termogravimétrica (TGA), avaliar modificações na estabilidade térmica da madeira de *Eucalyptus dunnii* Maiden tratada com diferentes concentrações (2, 4 e 6%) de os borato de cobre cromatado (CCB) e piretróides sintéticos e carbamatos (PSC). A análise termogravimétrica (TGA) foi efetuada utilizando-se duas rampas: temperatura ambiente a 105°C e outra de 105 °C até 600°C, com taxa de aquecimento de 10 °C.minuto^{-1}. Após a análise observou-se que na faixa de temperatura correspondente à perda de massa em função da umidade e voláteis (temperatura ambiente à 105 °C) a menor perda de massa foi observada nos tratamentos CCB 6% e PSC 2%. Estes tratamentos também proporcionaram a menor perda de massa na região que compreende principalmente a degradação das hemiceluloses e celulose (200 °C à 400 °C). Logo, verifica-se que os tratamentos que apresentaram os melhores resultados em comparação ao controle foram o CCB 6% e o PSC 2%.
Palavras-chave: eucalipto, preservação da madeira, análise termogravimétrica.

Abstract: Because it is a combustible material, the wood presents susceptibility to degradation when exposed to high temperatures, being few the studies that address the effect of wood preservatives on thermal characteristics of this material. Therefore, this study aimed, through thermogravimetric analysis (TGA), to evaluate changes in the thermal stability of *Eucalyptus dunnii* Maiden wood treated with different concentrations (2, 4 and 6%) of chromated copper borate (CCB) and synthetic pyrethroids and carbamates (PSC). The thermogravimetric analysis (TGA) was performed using two ramps: ambient temperature to 105 ° C and another from 105 ° C to 600 ° C, with a heating rate of 10 ° C.minute-1. After the analysis, it was observed that in the temperature range corresponding to the mass loss as a function of moisture and volatiles (ambient temperature to 105 ° C) the lower mass loss was observed in the treatments CCB 6% and PSC 2%. These treatments also provided the lowest mass loss in the region which mainly comprises the degradation of hemicelluloses and cellulose (200 ° C to 400 ° C). Therefore, the treatments that presented the best results in comparison to the control were CCB 6% and PSC 2%.
Keywords: eucalypt, wood preservation, thermogravimetric analysis.

1. INTRODUÇÃO

O *Eucalyptus dunnii* Maiden é uma espécie madeireira implantada satisfatoriamente no Rio Grande do Sul. Isso deve-se principalmente à sua tolerância á geadas, rápido crescimento, madeira de qualidade e ampla

possibilidade de usos, que variam desde fins energéticos até a construção civil (ROCHA; TRUJILLO, 2006; MCMAHON et al., 2010).

Entretanto, a qualidade desse material diminui com o passar do tempo em função da exposição a agentes bióticos e abióticos. Visando atenuar os efeitos adversos provocados por esses agentes, podem ser realizados tratamentos de modificação, com o uso ou não de produtos, que visem a preservação da madeira.

Nesse contexto, o borato de cobre cromatado (CCB) e o produtos à base de piretróides sintéticos e carbamatos (PSC) podem ser empregados visando o aumento da durabilidade da madeira. Tais produtos são considerados eficientes protetores de madeira e apresentam baixa toxicidade ao homem e ao ambiente (GALVÃO et al., 2004; SANTOS et al., 2007).

Uma vez que o uso da madeira é definido em função de suas propriedades, estudos que abordem a relação entre o CCB e PSC com a estabilidade térmica da madeira ainda são escassos, considerando o fato de que a madeira é um material combustível (PAES et al., 2012), portanto, passível de degradação em função da aplicação de elevadas temperaturas.

Uma maneira de se compreender o comportamento térmico em função da degradação dos componentes químicos da madeira, é por meio da interpretação dos resultados provenientes da análise termogravimétrica (SILVA et al., 2007).

Vidaurre et al. (2012) destacaram que é possível determinar qual o componente químico que está sendo degradado em uma determinada faixa de temperatura. O conhecimento desses perfis de degradação possibilita a seleção de um material adequado quando deseja-se formar por exemplo um compósito polímero/madeira (BIANCHI et al., 2010).

Logo, o objetivo deste trabalho foi analisar, por meio da análise termogravimétrica, a estabilidade térmica da madeira de *Eucalyptus dunnii* Maiden tratada com diferentes concentrações de dois princípios ativos (borato de cobre cromatado – CCB e piretróides sintéticos e carbamatos – PSC).

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Material utilizado e tratamento da madeira**

Para o desenvolvimento dessa pesquisa selecionaram-se tábuas de madeira da espécie *Eucalyptus dunnii* Maiden, com aproximadamente 28 anos de idade, provenientes de plantio homogêneo. Dessas tabuas foram obtidos corpos de prova com dimensões de 2,5 cm x 2,5 cm x 0,9 cm (sendo a menor dimensão paralela à grã), os quais ficaram acondicionados em câmara climatizada ajustada com 65% de umidade e 20 °C de temperatura até que atingissem massa constante.

Após estabilizados, e com o uso de autoclave horizontal de pequeno porte, os corpos de prova foram submetidos aos tratamentos de impregnação por processo de vácuo-pressão. Nos tratamentos, seguiu-se as recomendações da fabricante dos produtos comerciais para a determinação das concentrações de 2, 4 e 6%, aonde não foram realizadas repetições para os mesmos.

Quanto ao processo de impregnação, inicialmente gerou-se um vácuo inicial de 15 minutos e posteriormente, após o preenchimento da câmara da autoclave com a solução, aplicou-se uma pressão de aproximadamente 8 kgf/cm², durante 90 minutos.

Finalizados os tratamentos, os corpos de prova foram encaminhados novamente à câmara climatizada, permanecendo nas condições supracitadas. Após estabilizados, os corpos de prova foram moídos em moinho de facas Wiley, sendo utilizado para a análise termogravimétrica o material retido na peneira de malha 60 mesh.

2.2 **Análise termogravimétrica TGA**

A curva de degradação térmica da madeira (perda de massa) em função do aumento da temperatura foi obtida por meio do uso de um equipamento Navas Instruments TGA 1000. Efetuaram-se as análises adotando os seguintes parâmetros: rampa de aquecimento da temperatura ambiente até 105 °C para a determinação do teor de umidade e outra rampa de aquecimento de 105 °C até 600 °C para cinzas, com uma taxa de aquecimento de 10 °C.min^{-1}, sob atmosfera com fluxo de gás nitrogênio de 2 L.min^{-1}.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Independentemente da concentração de CCB aplicada no tratamento da madeira de *E. dunnii*, observa-se um perfil de degradação térmica semelhante, sendo caracterizado este pela presença de três regiões bem definidas (Figura 1).

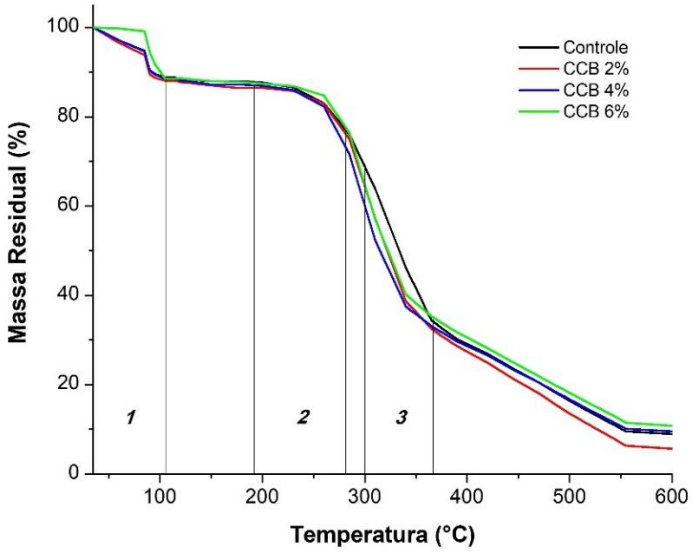


Figura 1. Análise termogravimétrica da madeira de *E. dunnii* tratada com borato de cobre cromatado (CCB). **Fonte:** Autores.

A primeira região (35 à 100 °C) consiste no decréscimo de massa em função da degradação dos voláteis e da perda de umidade. Na segunda região (200 à 300 °C), a perda de massa está associada à degradação térmica das hemiceluloses, enquanto que na faixa de temperatura compreendida entre 300 à 380 °C (terceira região), observa-se à degradação da celulose, sendo que a lignina sofre interferência da ação do calor desde o início do processo de degradação.

Observando a região 1, nota-se inicialmente que a medida que a concentração de CCB foi aumentando, a perda de massa foi diminuindo, sendo que em aproximadamente 100 °C, a degradação torna-se semelhante. James (1980) argumentou que a adsorção de sais metálicos (constituintes de soluções

preservantes) junto a parede celular da madeira afetam diretamente a sua higroscopicidade. Isso acaba influenciando diretamente a capacidade de ganho e perda de umidade da madeira.

Nas regiões 2 e 3 (aproximadamente 200 °C à 400 °C) verifica-se tendência de inversão dos tratamentos com CCB quando comparados ao controle. Possivelmente, devido o CCB conter o componente químico cobre em sua formulação, o mesmo pode aumentar a condutividade térmica no interior da madeira, possibilitando assim uma maior taxa de degradação em função dessa região apresentar as hemiceluloses e a celulose.

De aproximadamente 380 °C em diante, nota-se relação inversa entre as concentrações de CCB e as respectivas perdas de massa. Na região correspondente degradação térmica em função da umidade e voláteis (1) percebe-se que quanto menor a concentração de PSC, menor a perda de massa (Figura 2).

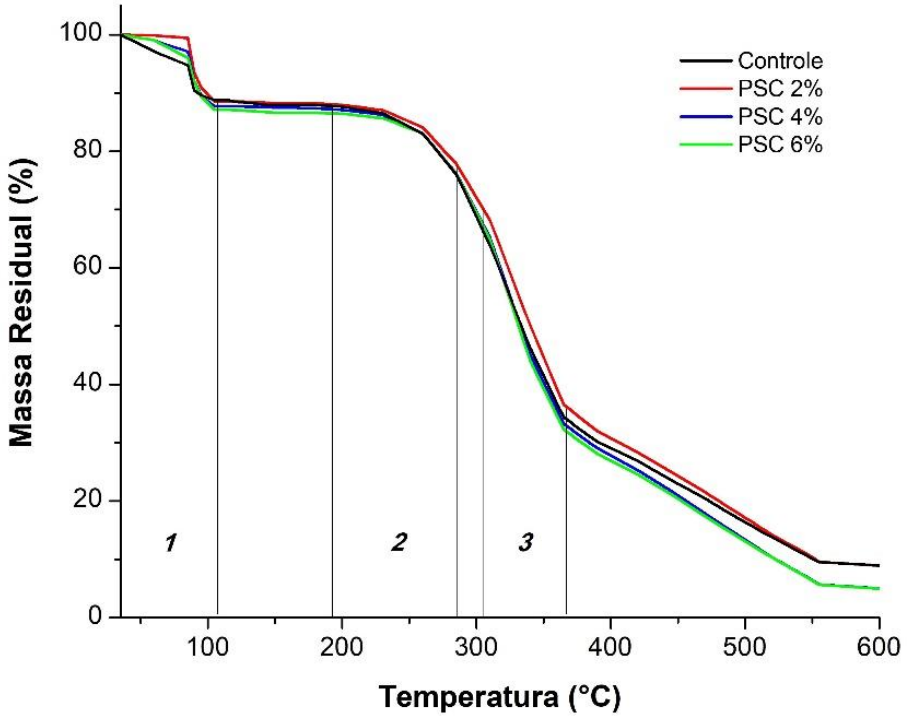


Figura 2. Análise termogravimétrica da madeira de *E. dunnii* tratada com piretróides sintéticos e carbamatos (PSC). **Fonte:** Autores.

Isso pode estar associado com o destacado por Rowell (2014), o qual relatou que produtos oleosolúveis (como o PSC) acarretam na substituição de grupos hidroxila da parede celular da madeira por grupos acetil do preservante. Isso afeta diretamente a capacidade de troca de umidade da madeira, uma vez que os grupos hidroxila possuem elevada afinidade com a água.

Acima dos 230 °C, possivelmente devido à ocorrência de variações químicas recorrentes da interação entre os tratamentos e a parede celular da madeira, a medida que a concentração de PSC possuiu uma relação direta com a perda de massa em função da despolimerização dos componentes químicos principais das madeiras tratadas.

A maior taxa de perda de massa ficou compreendida na região entre 250 °C e 400 °C (Tabela 1), a qual abrange a degradação das hemiceluloses, celulose e lignina.

Tabela 1. Perdas de massa (%) para distintas faixas de temperaturas para madeira tratadas de *E. dunnii* submetidas a análise termogravimétrica.

Temperatura (°C)	Controle	CCB 2%	CCB 4%	CCB 6%	PSC 2%	PSC 4%	PSC 6%
35 - 100	10,81	11,63	11,02	9,82	10,26	11,39	11,79
100 - 150	1,27	1,36	1,78	2,22	1,52	1,12	1,60
150 - 200	0,29	0,61	0,30	0,57	0,30	0,39	0,19
200 - 250	3,44	2,52	3,42	1,97	2,83	2,99	2,50
250 - 300	15,42	19,52	23,46	20,65	13,05	14,46	14,52
300 - 350	27,29	28,14	24,28	26,54	27,38	29,32	30,12
350 - 400	11,33	7,65	6,10	6,54	12,68	11,28	11,17
400 - 450	6,57	7,26	6,36	6,69	6,98	7,33	6,94
450 - 500	7,22	7,78	6,58	6,86	7,86	8,38	8,06
500 - 550	6,23	6,57	5,98	6,02	6,82	6,92	6,75
550 - 600	0,61	0,66	0,60	0,66	0,71	0,70	0,69
Massa residual	9,53	6,30	10,12	11,45	9,60	5,72	5,65

Em que: CCB – borato de cobre cromatado; PSC – piretróides sintéticos e carbamatos. **Fonte:** Autores.

O processo de termodegradação nessa região acarretou aos tratamentos perdas de massa aproximadas de: 54,2% (controle); 55,3% (CCB 2%); 53,8% (CCB 4%); 53,7% (CCB 6%); 53,1% (PSC 2%); 55,1% (PSC 4%); 55,8% (PSC 6%). Crespo et al. (2015) obtiveram uma perda de massa de aproximadamente 80%, na faixa de temperatura de 300 à 400 °C, submetendo madeira jovem de *Acacia mangium* à análise termogravimétrica.

Gašparovič et al. (2012) argumentaram que a decomposição das hemiceluloses inicia-se em aproximadamente 190 °C podendo alcançar até os 380°C, sendo a máxima perda de massa em 290 °C, enquanto a celulose possui a maior perda de massa na temperatura de 350 °C, sendo que sua degradação varia de 250°C à 380 °C.

A celulose é caracterizada por apresentar menor instabilidade térmica quando comparada à lignina e as hemiceluloses, sendo estas últimas consideradas as menos estáveis (ALFREDSEN et al., 2012; SEBIO-PUÑAL et al., 2012), facilitando assim sua deterioração em faixas inferiores de temperatura.

A lignina sofre alterações desde as temperaturas inferiores, entretanto, devido sua estrutura complexa, a degradação é mais lenta e gradual (MODES et al, 2017), necessitando assim o emprego de temperaturas mais elevadas.

Logo, a resistência a termodegradação por parte da lignina é influenciada pela despolimerização recorrente de conversões químicas complexas na estrutura desse componente, em função do aumento da temperatura.

4. CONCLUSÕES

Independentemente do princípio ativo e da concentração, observou-se que todos os tratamentos acarretaram variações na degradação térmica da madeira de *E. dunnii* quando comparadas à madeira não tratada.

No caso do borato de cobre cromatado (CCB), as maiores variações foram na faixa de temperatura de 35 à 100 °C e acima dos 250 °C, caracterizadas pela perda de umidade e voláteis, e hemiceluloses, celulose e lignina, respectivamente. O tratamento CCB 6% apresentou a menor perda de massa final comparado às outras duas concentrações de mesmo princípio ativo.

Para os tratamentos com piretróides sintéticos e carbamatos (PSC), observou-se comportamento semelhante ao CCB no que tange as variações de massa em função do aumento da temperatura. Considerando esse princípio ativo, o tratamento que apresentou a menor perda de massa foi o com concentração de 2%.

AGRADECIMENTOS

Á Montana Química Ltda. e a CMPC Celulose Riograndense pelas doações dos produtos preservantes e das madeiras utilizadas nesse estudo, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFREDSEN, G.; BADER, T. K.; DIBDIAKOVA, J.; FILBAKK, T.; BOLLMUS, S.; HOFSTETTER, K. Thermogravimetric analysis for wood decay characterization. **European Journal of Wood and Wood Products**, v. 70, n. 4, p. 527-530, 2012.

BIANCHI, O.; DAL CASTEL, C.; OLIVEIRA, R. V. B.; BERTUOLI, P. T.; HILLIG, E. Avaliação da degradação não-isotérmica de madeira através de termogravimetria-TGA. **Polímeros**, v. 20, n. especial, p. 395-400, 2010.

CRESPO, Y. A.; NARANJO, R. A.; BURGOS, J. C. V.; SANCHEZ, C. G.; SANCHEZ, E. M. S. Thermogravimetric analysis of thermal and kineticbehavior of *Acacia mangium* wood. **Wood and Fiber Science**, v. 47, n. 4, 2015.

GALVÃO, A. P. M.; MAGALHÃES, W. L. E.; MATTOS, P. P. Processos práticos para preservar a madeira. **Documentos 96**, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Embrapa Florestas, 2004, 49 p.

GAŠPAROVIČ, L.; LABOVSKÝ, J.; MARKOŠ, J.; JELEMENSKÝ, L'. Calculation of kinetic parameters of the thermal decomposition of wood by distributed activation energy model (DAEM). **Chemical and Biochemical Engineering Quarterly**, v. 26, n. 1, p. 45-53, 2012.

JAMES, W.L. **Effects of wood preservatives on electric moisture-meter readings**. Madosn: USDA. Forest Products Laboratory, 1980. 22p.

MCMAHON, L.; GEORGE, B.; HEAN, R. *Eucalyptus dunni*. **Prime fatcs.** Primefact 1071. A TreeSmart Factsheet. Department of Industry and Investment, State of New South Wales, 2010. 5 p.

MODES, K. S.; SANTINI, E. J.; VIVIAN, M. A.; HASELEIN, M. A.; Efeito da termorretificação nas propriedades mecânicas das madeiras de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 291-302, 2017.

PAES, J. B.; LIMA, C. R.; OLIVEIRA, E.; SANTOS, H. C. M. Rendimento e caracterização do carvão vegetal de três espécies de ocorrência no semiárido brasileiro. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2012.

ROCHA, M. P.; TRUGILHO, P. F. Qualidade de madeira serrada de *Eucalyptus dunnii* em função do método de desdobro e condição de umidade. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 314-321, 2006.

ROWELL, R. M. Acetylation of wood – a review. **International Journal of Lignocellulosic Products**, v. 1, n. 1, p. 1-28, 2014.

SANTOS, M. A. T.; AREAS, M. A.; REYES, F. G. R. Piretróides – uma visão geral. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.18, n.3, p. 339-349, 2007.

SEBIO-PUÑAL, T.; NAYA, S.; LÓPEZ-BECEIRO, J.; TARRÍO-SAAVEDRA, J.; ARTIAGA, R. Thermogravimetric analysis of wood, holocellulose, and lignin from five wood species. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 109, n. 3, p. 1163-1167, 2012.

SILVA, E. C.; PAOLA, M. V. R. V.; MATOS, J. R. Análise térmica aplicada à cosmetologia. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, n. 3, p. 347-356, 2007.

VIDAURRE, G. B.; CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; SANTOS, R. C.; VALLE, M. L. A. Propriedades energéticas da madeira e do carvão de paricá (*Schizolobium amazonicum*). **Árvore**, Viçosa-MG, v. 36, n. 2, p. 365-371, 2012.

Influência de métodos de empilhamento na taxa de secagem e qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden ao ar

Influence of stacking methods on drying rate and wood quality of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden in air

Gustavo Faggiani Tomio[1]
Karina Soares Modes[1]

[1] Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, Curitibanos – SC
gustavoftomio@gmail.com, karina.modes@ufsc.br

Resumo: Muitas são as vantagens de se conduzir a secagem da madeira a níveis equivalentes a umidade de uso final, tanto pela estabilidade dimensional como também pela redução da incidência de degradação por agentes xilófagos. O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência dos métodos de empilhamento horizontal, quadrado, triangular e “V” invertido na taxa de secagem e qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* durante secagem ao ar. Para cada método foram submetidas à secagem 40 tábuas até o período necessário para alcance do teor de umidade mínimo da região (18,73%). Após o desdobro e secagem foram mensurados os defeitos existentes nas tábuas como empenamentos e rachaduras a fim de verificar a influência das condições de secagem sobre os defeitos previamente existentes. No método de empilhamento horizontal foi registrada a maior taxa de secagem, o menor teor de umidade (17,12%) e também os níveis mais baixos de empenamentos e rachaduras. O método de empilhamento do tipo “V” invertido conferiu os piores resultados relacionados a defeitos posteriores ao processo de secagem. O teor de umidade final se fez equivalente a umidade de equilíbrio da região onde se deu o estudo.
Palavras-chave: secagem natural, velocidade da secagem, defeitos de secagem, madeira serrada.

Abstract: There are many advantages of conducting wood drying to levels equivalent to end use moisture, both by dimensional stability and by reducing the incidence of degradation by xylophagous. The objective of this study was to evaluate the influence of horizontal, square, triangular and inverted "V" stacking methods on the drying rate and quality of *Eucalyptus grandis* wood during air drying. For each method, 40 boards were dried for the period required to reach the minimum moisture content of the region (18.73%). After sawing and drying, defects in the boards were measured as warps and cracking in order to verify the influence of the drying conditions on previously existing defects. In the horizontal stacking method, the highest drying rate, the lowest moisture content (17.12%) and the lowest levels of warpings and cracking were recorded. The Inverted "V" type stacking method gave the worst results related to defects subsequent to the drying process. The final moisture content was equivalent to the equilibrium humidity of the region where the study was conducted.
Key Words: natural drying, drying speed, drying defects, lumber.

1. INTRODUÇÃO

Diversos são os benefícios de realizar a secagem da madeira a níveis de umidades baixos, não só pela estabilidade dimensional que esta passa a ter, mas também pela prevenção do ataque de fungos manchadores e apodrecedores que possam, de alguma forma, causar danos a sanidade da peça (GOULART et al., 2003).

Dentre as espécies mais utilizadas e caracterizadas pela sua dificuldade de secagem está o gênero *Eucalyptus,* presente no território brasileiro desde a década de 60 (JANKOWSKY et al., 2003), ocupando hoje uma média de 5,7 milhões de hectares e tendo papel importantíssimo em diversos setores da indústria, desde a construção civil até a moveleira (IBÁ, 2017). Dentre as espécies do gênero, o

Eucalyptus grandis Hill ex Maiden em função das altas taxas de produtividade das florestas plantadas, boa adaptação em grande parte do território brasileiro e relativa disponibilidade de florestas para pronto uso, ganha destaque.

Santa Catarina hoje possui uma área plantada de 660,7 mil hectares, estando em 6º lugar com maior área plantada do Brasil, sendo que desta, 17% (cerca de 116 mil ha) diz respeito ao gênero *Eucalyptus* e 541,2 mil ha (82%) ao gênero *Pinus*, o qual vem apresentando taxa de crescimento anual inferior ao do *Eucalyptus* que é de 10,9% a.a. (IBÁ, 2017).

A secagem ao ar livre deste gênero é considerada uma forma mais simples de diminuição dos teores de umidade da madeira, e é adotada por muitas empresas para o corte de custos no processo de secagem convencional em estufa.

Como desvantagens, este processo acaba sendo mais lento, tendo redução mais intensa do teor de umidade durante as primeiras semanas e diminuindo o ritmo à medida que segue o tratamento, além de ter o clima como um dos fatores fundamentais para a o maior sucesso da experiência (REZENDE et al., 2010).

Segundo Martins (1988) embora neste método não seja possível controlar as variáveis climáticas, se pode favorecer o maior aproveitamento das condições ambientais do local, alterando-se a forma em que a madeira é empilhada, otimizando o processo de secagem. O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência dos métodos de empilhamento horizontal, quadrado, triangular e “V” invertido na taxa de secagem e qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* HILL ex Maiden durante secagem ao ar.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Coleta e preparo do material**

O presente estudo foi realizado no município de Ascurra, localizado na mesorregião do Vale do Itajaí no estado de Santa Catarina. Segundo a classificação de Köppen o clima da localidade é do tipo mesotérmico úmido. O experimento foi conduzido no pátio da empresa Tomio Esquadrias

As árvores utilizadas para realização do trabalho foram provenientes de um povoamento com 15 anos de idade, presente no mesmo município.

Foi realizado o processamento de 13 toras, com diâmetro médio de 23,0 cm em tábuas de dimensões médias de 2,0 m x 0,15 m x 0,025 m (comprimento x largura x espessura, respectivamente) que deram origem a 160 amostras que foram divididas nos 4 diferentes tipos de empilhamentos: horizontal, quadrado, triangular e “V” invertido (Figura 1), em número de 40 em cada método.

Com exceção do último método, a secagem foi conduzida sobre uma fundação construída a uma distância de 30 cm do solo, sendo as tábuas cobertas por telhas de fibrocimento. Apenas no empilhamento horizontal (Figura 1-3) cada camada foi separada por tabiques de dimensão 2,5 x 2,5 cm.

O empilhamento do tipo triangular foi feito de tal forma em que as amostras formaram ângulos com aproximadamente 60º entre uma peça e outra (Figura 1-1). A secagem no formato quadrado (Figura 1-2) foi conduzida com a pilha em sua distribuição seguindo o formato quadrangular tendo ângulos aproximados de 90º entre si.

Figura 1. Métodos de empilhamento da madeira: 1. Triangular; 2. Quadrado; 3. Horizontal; 4. “v” invertido. **Fonte:** Autores.

O método de empilhamento do tipo “V” invertido (Figura 1-4) se deu pela disposição das peças em sua orientação vertical, apoiadas em um suporte construído com madeira de *Eucalyptus* spp. com 1,5 m de altura. O período em que a secagem foi conduzida entre as estações da primavera, verão e início do outono, entre os meses de novembro de 2017 e abril de 2018.

2.2 **Monitoramento do Teor de Umidade**

O monitoramento do teor de umidade foi realizado pelo método gravimétrico que consistiu na pesagem periódica de 4 tábuas, escolhidas aleatoriamente dentre as que compuseram cada pilha. Para determinação do teor de umidade inicial, destas foram extraídas duas porções de 5 cm de largura a 10,0 cm de distância dos extremos das tábuas.

Com isso as tábuas que serviram como controladoras de umidade foram desdobradas com 2,3 m de comprimento, para que após este procedimento mantivessem o comprimento final das demais tábuas que compuseram cada carga (2,00 m). O monitoramento da secagem foi realizado a cada dois dias e finalizado quando a porcentagem de umidade alcançou um valor mínimo e estável referente ao ambiente de estudo. O teor de umidade periódico foi calculado da mesma forma que Rosso (2006).

2.3 **Taxa de Secagem e defeitos**

A determinação da taxa de secagem para cada método foi calculada da mesma forma que Zen (2016). Esta se baseou na diferença dos teores de umidade registrados no início e no final da secagem em relação ao tempo total de secagem.

Foram avaliados os defeitos rachaduras de topo e empenamentos do tipo encurvamento e arqueamento existente em todas as tábuas de cada método após o desdobro e após o período de secagem, tendo como base a norma brasileira para medição e quantificação de defeitos de madeira serrada de eucalipto (NBR 14806, 2002).

2.4 **Análise de Dados**

A estatística dos dados foi realizada por meio de análise de variância e teste de médias, sendo este o teste de Tukey, considerando um valor de $p < 0,05$, que corresponde ao nível de 95% de confiabilidade. Para tanto, foi utilizado o pacote estatístico Past.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 **Teor de Umidade**

A média de teor de umidade inicial das tábuas utilizadas como controle durante o período de secagem foi de 94,91%. O tempo de secagem médio da madeira de *Eucalyptus grandis* pelos quatro métodos de empilhamento avaliados foi de 92,5 dias (3 meses), tendo sido obtido uma média de teor de umidade final de 18,73%, cujo valor não diferiu estatisticamente entre os métodos.

O teor de umidade inicial registrado está de acordo com a amplitude mencionada por Carmo (1996) para a mesma espécie (50 a 133%) e Zen (2016) que encontrou uma média de 94,08% de umidade em amostras de *Eucalyptus* spp.

O tempo para a redução do teor de umidade até os valores mínimos variou entre os métodos de empilhamento estudados, sendo o menor registrado pelo método horizontal (78 dias), seguido dos métodos triangular, quadrado e “V” invertido com 96, 98 e 104 dias, respectivamente.

Este fato pode estar relacionado à ausência de tabiques separadores entre as tábuas em secagem (método quadrado e triangular), bem como a ausência de cobertura e disposição das peças em proximidade com o solo no método “V” invertido o qual por estar em disposto de forma vertical, é prejudicado ao ponto de que o ar, ao receber umidade aumenta sua densidade, estando assim, em contato com as partes inferiores das tábuas, fenômeno este que provoca desuniformidade ao longo das amostras (GATTO et al., 2004).

O método de empilhamento horizontal destacou-se entre os demais tanto em relação ao tempo de secagem como ao teor de umidade mínimo alcançado. Martins (1988) explicou que a utilização de tabiques no método de secagem horizontal é utilizada para otimizar o processo, uma vez que seu uso permite a passagem do ar entre as tábuas, transferindo assim a umidade da madeira para o meio ambiente.

3.2 **Curva de Secagem e taxa de secagem**

A partir da variação média do teor de umidade (%) pelos quatro métodos de secagem (Figura 2), assim como os níveis de precipitação (mm) retirados pelo banco do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), unidade em Indaial (SC) para o período em questão, percebeu-se que a redução do teor de umidade da madeira nas etapas finais do processo de secagem foi contínua não sofrendo oscilações mesmo ocorrendo períodos de alta precipitação.

Este comportamento pode estar relacionado ao fato de que o interior das tábuas, com o avanço do período de secagem, atinge teores de umidade inferiores ao ponto de saturação das fibras (PSF $\cong$ 30%), e mesmo ocorrendo o reumidecimento da superfície este não é suficiente para alteração dos teores de umidade até então alcançados.

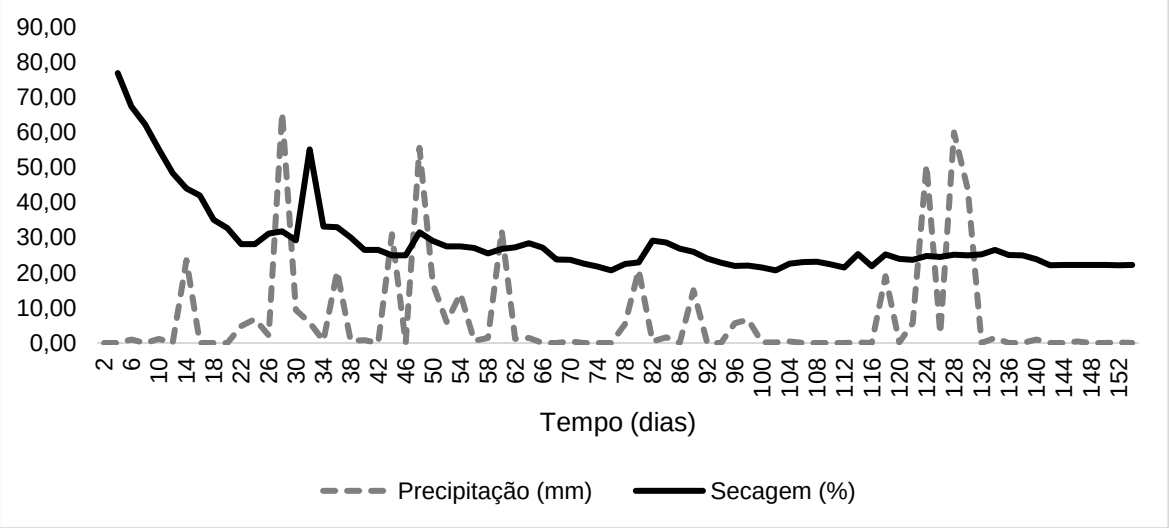


Figura 2. Curva de secagem ao ar livre de tábuas de *Eucalyptus grandis* e precipitação no período. **Fonte:** Autores.

Dados do INMET apontaram que a média de temperatura do período foi de 23,78°C, a umidade relativa do ar de 82,65%, velocidade do ar de 0,9 m/s e a umidade de equilíbrio de 18,3%, valor este, se assemelhando a umidade média mínima encontrada neste estudo.

A taxa de secagem foi distinta nos intervalos de teor de umidade, acima e abaixo do PSF (Tabela 1). A velocidade de retirada da umidade da madeira ocorre de maneira diferente dependendo de seu teor estando este acima ou abaixo do ponto de saturação das fibras.

Tabela 1. Taxa de secagem por método de empilhamento para duas faixas de teor de umidade em tábuas de *Eucalyptus grandis*.

Teor de umidade	Taxa de Secagem (%U/dia)				Média
	Horizontal	Quadrado	Triangular	"V" Invertido	
Verde a 30%	3,41	3,26	3,62	3,27	3,39
30% ao TU mínimo	0,21	0,11	0,10	0,11	0,13
Verde ao TU mínimo	1,00 a	0,77 b	0,78 b	0,74 b	0,82

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não apresentam variação estatística significativa através do teste de médias (*Tukey*, p > 0,05). **Fonte:** Autores.

Na retirada da água acima do PSF (verde a 30 %), a taxa de secagem apresentou valor médio de 3,39%U/dia, podendo-se observar que a velocidade de secagem acima do PSF foi 26 (vinte e seis) vezes maior do que a retirada da água abaixo do PSF (0,13%U/dia).

Rozas (1993) em estudo com a madeira de *Eucalyptus grandis*, com 30 mm de espessura seca ao ar encontrou uma velocidade média de secagem de aproximadamente 3,5%U/dia até o PSF, resultado aproximado ao deste estudo

Os resultados referentes a taxa de secagem total são compatíveis ao registrado por Zen (2016) a qual avaliou este processo ao ar livre para a espécie de *Eucalyptus* spp. encontrando valores de 1,00%U/dia pelo método de empilhamento do tipo horizontal. A taxa de secagem total registrada pelo método horizontal foi estatisticamente superior aos demais métodos, que não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 1).

3.3 **Empenamentos**

Os empenamentos do tipo arqueamento e encurvamento não diferiram estatisticamente entre si nos métodos de empilhamento avaliados para o período após o desdobro (Tabela 2), podendo ser atribuído ao fato do desdobro das tábuas ter sido conduzido pelo mesmo método, além da origem do material constituir do mesmo povoamento.

Tabela 2. Índices de empenamentos do tipo arqueamento e encurvamento mensurados em tábuas de *Eucalyptus grandis*.

MÉTODO	APÓS DESDOBRO		APÓS SECAGEM	
	Arqueamento	**Encanoamento**	**Arqueamento**	**Encanoamento**
	(mm/m)			
Horizontal	3,90ª	1,37ª	2,66a	0,68 a
Quadrado	3,87ª	1,28ª	3,20a	0,95 ab
Triangular	3,68ª	1,31ª	3,00a	0,82 ab
“V” Invertido	3,98ª	1,35ª	5,46 b	1,29 b
Média	3,85	1,32	3,58	1,24

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam diferença estatística significativa através do teste de médias (*Tukey*, p > 0,05). **Fonte:** Autores.

Após a secagem com relação ao empeno do tipo arqueamento observa-se que o índice registrado foi estatisticamente superior pelo método “V” invertido em relação aos demais tratamentos que não diferiram entre si. Ainda, com exceção do empilhamento “V” invertido, observa-se uma redução deste empeno após a secagem.

Com relação ao encurvamento, os empilhamentos quadrado e triangular apresentaram índice estatisticamente igual ao registrado pelos do tipo horizontal e “V” invertido que diferiram entre si. Observou-se ainda que para todos os tratamentos houve redução no referido defeito.

O empilhamento horizontal obteve uma redução de 31,80% e 50,36% nos defeitos arqueamento e encurvamento respectivamente, do período anterior para o posterior a secagem, sendo este valor, o maior entre os quatro tratamentos. Rosso (2006) obteve valores de encurvamento de 0,64mm/m para o empilhamento horizontal utilizando a espécie de *Eucalyptus grandis*, valor aproximado ao desde estudo, 0,68mm/m.

Esse decréscimo do defeito pode ser atribuído ao fato que, no momento de realizar o empilhamento das tábuas, teve-se o cuidado de posicionar as peças com encurvamento em posições inferiores da pilha (primeiras camadas) e com a face côncava voltada para baixo da mesma forma que Susin (2014). Um fator que justifica o aumento dos defeitos para empilhamento do tipo “V” invertido é que, durante a secagem das tábuas, as mesmas ficam dispostas sem qualquer restrição lateral ou superior que as impeçam de trabalhar (STANGERLIN et al., 2009).

3.4 **Rachaduras de Topo**

O índice de rachaduras de topo (Tabela 3) foi estatisticamente igual entre todos os tratamentos, tanto no período anterior como posterior à secagem, com um aumento deste nos tratamentos quadrado, triangular e “V” invertido no período após a secagem. O método “V” invertido possuiu um aumento de 74,93%, seguido dos

métodos triangular, quadrado e horizontal, com 68,35%, 54,69% e 39,51%, respectivamente, no índice de rachaduras de topo para o período posterior a secagem. Martins (1988) mencionou que o método de empilhamento "V" invertido é o mais propenso a este tipo de defeito, pois seu alto contato com os níveis de insolação favorece o aparecimento de rachaduras.

Tabela 3. Defeitos do tipo rachaduras de topo encontradas após o desdobro e depois do processo de secagem ao ar em tábuas de *Eucalyptus grandis*.

MÉTODO	APÓS DESDOBRO	DEPOIS DA SECAGEM
	(%)	
Horizontal	4,10 a	5,72 a
Quadrado	4,15 a	6,42 a
Triangular	3,95 a	6,65 a
"V" Invertido	4,07 a	7,12 a
Média	4,06	6,47

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não apresentam variação estatística significativa através do teste de médias (*Tukey*, p > 0,05). **Fonte:** Autores.

As taxas de índice de rachaduras de topo (IRT) podem ser consideradas baixas quando comparadas ao trabalho de Silva et al. (1997) que observaram valores de 11,5% após a secagem para a mesma espécie deste estudo. Mendes et al. (1998) mencionam que o método de empilhamento horizontal é constituído por tabiques, sendo estes alinhados aos topos das tábuas, diminuindo a incidência de rachaduras nesta área, o que está em conformidade com o presente estudo visto que este foi o método que resultou nos menores índices de rachaduras.

4. CONCLUSÕES

O teor de umidade final da madeira não diferiu estatisticamente entre os métodos de secagem.

A umidade final média registrada pelas tábuas de 18,73% é condizente com a umidade de equilíbrio do local em que o experimento foi instalado.

O método de empilhamento horizontal forneceu o menor teor de umidade das tábuas, sendo esta de 17,2% bem como a maior taxa de secagem, chegando a 1,00%U/dia.

O tempo de secagem variou entre os métodos de empilhamento, tendo o menor tempo no método horizontal de empilhamento, de aproximadamente 2,6 meses, e média geral de 3 meses.

O índice de empenos foi menor no método de empilhamento horizontal, chegando a 2,66mm/m de arqueamento e 0,68mm/m de encurvamento.

O índice de rachaduras de topo total (IRT) foi menor no método de empilhamento horizontal, chegando a 5,72%.

O tratamento tido como "V" invertido apresentou os piores resultados na quantificação de defeitos após a secagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14806**: Madeira serrada de eucalipto – Requisitos. Rio de Janeiro, 2002. 11p.

CARMO, A. P. T. **Avaliação de algumas propriedades da madeira de seis espécies de eucalipto**.

1996. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

DENIG, J.; WENGERT, E. M.; SIMPSON, W. T. **Drying hardwood lumber**. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2000. 138 p.

GATTO, D. A.; SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R.; DURLO, M. A. Qualidade da madeira serrada na região da quarta colônia de imigração italiana do Rio Grande do Sul**. Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 223-233, 2004.

GOULART, D. M.; ELEOTÉRIO, E. S. R.; VOIGTLAENDER, M.; LIMA, M. P.; ELEOTÉRIO, J. R. Comparação entre dois métodos de empilhamento na secagem ao ar de *Pinus taeda*. In: ENCONTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2., 2003, Lages, Santa Catarina. **Anais do...** Lages: UNIPLAC, 2003. p.35-42.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **IBÁ:** Relatório IBÁ 2017. Brasília, 2017. 95p.

JANKOWSKY, I. P.; SANTOS, G. R. V. dos; ANDRADE, A**.** de. Secagem da Madeira Serrada de Eucalipto. **Ipef**, Piracicaba, n. 199, p. 01-11, 2003.

MARTINS, V. A. **Secagem de madeira serrada**. Brasília: Ministério da Agricultura IBDF/LPF, 1988. 89p.

MENDES, A.S.; MARTINS, V. A.; MARQUES, M. H. B. **Programas de secagem para madeiras brasileiras.** Brasília: IBAMA, 1998. 114p.

REZENDE, R.N.; LIMA, J. T.; PAULA, L. E. E.; FARIA, A. L. R. Secagem ao ar livre de toras de toras de *Eucalyptus grandis* em Lavras, MG. **Cerne**, Lavras, v.16, p. 41-47, 2010.

ROSSO, S. **Qualidade da Madeira de Três Espécies de Eucalyptus Resultante da Combinação dos Métodos de Secagem Ao Ar Livre e Convencional**. 2006. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

ROZAS, E. C. E. M. **Contribuição ao desenvolvimento tecnológico para a utilização de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* (Hill Ex Maiden) na geração de produtos com maior valor agregado**. 1993. 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

SILVA, J. R. M., MENDES, L. M., WENZEL, M. K. Secagem ao ar livre da madeira de *Eucalyptus grandis* para a produção de móveis. **Cerne**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 170-186, 1997.

STANGERLIN, D. M.; SANTINI, E. J.; SUSIN, F.; MELO, R. R. de; GATTO, D. A.; HASELEIN, C. R. Uso de Estufa Solar Para Secagem de Madeira Serrada. **Ciencia Florestal**, v. 19, n. 4, p. 461–472, 2009.

SUSIN, F.; SANTINI, E. J.; STANGERLIN, D. M.; MORAIS, W. W. C.; MELO, R. R. de. Taxa de Secagem e Qualidade da Madeira Serrada de *Hovenia dulcis* Submetida a Dois Métodos de Secagem. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.21, n. 2, p.243-250, 2014.

ZEN, L. R. **Métodos combinados para secagem da madeira de *Eucalyptus*: pré-secagem ao ar livre com secagem em estufa convencional**. 2016. 106f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

Planejamento experimental para extração de compostos fenólicos de *Eucalyptus dunnii*

Experimental design for the extraction of phenolic compounds from *Eucalyptus dunnii*

Nidria Dias Cruz [1]
Ezequiel Gallio [1]
Ivandra Ignês de Santi [1]
Darci Alberto Gatto [1]

[1] Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Rua Conde de Porto Alegre, 793, CEP 96010-290, Bairro Centro, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.
nidria_cruz@hotmail.com; egeng.florestal@gmail.com; ivandra.santi@yahoo.com.br; darcigatto@yahoo.com.

Resumo: O aumento da área de florestas plantadas de *Eucalyptus* no Brasil gera um consequente aumento de resíduos sólidos, como as folhas das árvores cortadas. Estas podem ser utilizadas para obtenção de compostos fenólicos, conhecidos por serem excelentes antioxidantes naturais. O objetivo deste trabalho foi realizar um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) para determinar as melhores condições de extração de compostos fenólicos das folhas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. Foi realizado um DCCR 2^2 no qual as variáveis avaliadas foram temperatura (entre 30 e 80 ºC) e tempo (entre 30 e 120 min), a concentração de fenólicos totais foi determinada pelo método Folin-Ciocalteau. O modelo matemático com todas as variáveis explicou 69,95%, porém o modelo possuindo somente as significativas explica apenas 54,82%. Através da análise de variância observou-se que o modelo não atende os requisitos necessários para ser considerado preditivo, além de que os erros relativos dos dois modelos propostos possuem o máximo de 29,62 e 51,75%. Através da análise da superfície de resposta pode-se determinar que os melhores resultados podem ser obtidos em temperaturas acima de 55 ºC e tempo superior a 130 min, devendo ser realizado novo planejamento modificando-se a variação de temperatura e tempo em torno desses valores.
Palavras-chave: eucalipto, DCCR, biocompostos.

Abstract: The increase in the area of *Eucalyptus* planted forests in Brazil leads a consequent increase in solid waste, such as the leaves of cut trees. These can be used to obtain phenolic compounds known to be excellent natural antioxidants. The objective of this work was to perform a Central Composite Rotational Design (CCRD) to determine the best conditions for the extraction of phenolic compounds from leaves of *Eucalyptus dunnii* Maiden. A CCRD 2^2 was carried in which the variables were temperature (between 30 and 80°C) and time (between 30 and 120 min) the total phenolic concentration was determined by the Folin-Ciocalteu method. The mathematical model with all variables explained 69.95%, but the model having only significant explains 54.82%. Through the analysis of variance it was observed that the model does not meet the requirements necessary to be considered predictive, besides that the relative errors of the two models proposed have a maximum of 29.62 and 51.75%. By analyzing the response surface, it can be determined that the best results can be obtained at temperatures above 55 °C and a time greater than 130 min, and a new planning must be carried out by modifying the temperature and time variation around these values.
Keywords: eucalypt, CCRD, biocompounds.

1. INTRODUÇÃO

Com o constante aumento da área de florestas plantadas de *Eucalyptus* no Brasil, consequentemente aumenta-se a geração de resíduos provenientes das

mesmas, dentre os quais encontram-se as folhas que, em sua maioria, não são aproveitadas (IBA, 2017).

Existem diversos pequenos produtores de madeira que utilizam a venda das toras como fonte de renda alternativa, visando aumentar os lucros pessoais. As florestas plantadas podem gerar renda secundária, além da obtida com a utilização da madeira, como por exemplo a utilização das folhas para extração de compostos bioativos.

Os compostos fenólicos são amplamente distribuídos no reino vegetal, como em frutas e folhas, eles são excelentes antioxidantes pois são capazes de doar elétrons e produzir radicais intermediários estáveis (Hernandez & Prieto Gonzales,1999; Cuvelier et al.,1992). A ação antioxidante tem efeitos na prevenção de diversas doenças e também na conservação de alimentos (Sanchez-Moreno, 2002; Maillard et al.,1996)

Entretanto, não existe uma metodologia única para a extração desses compostos, dependendo da planta e dos compostos presentes na mesma, a temperatura, o tempo e o método utilizado podem variar, obtendo rendimentos completamente diferentes, para mais ou para menos.

Por essa razão é necessária a otimização da metodologia de extração desses compostos para as folhas de *Eucalyptus*, determinando-se as melhores condições das variáveis envolvidas. O Delineamento Central Rotacional (DCCR) é um delineamento fatorial que permite otimizar o processo e reduzir o tempo de execução dos experimentos (Diler e Ipek, 2013; Zeng et al., 2016).

Neste método as variáveis escolhidas são estudadas simultaneamente e é utiliza-se o ponto central (PC), único ensaio replicado, para que seja determinado o erro experimental, sendo desnecessária a realização da triplicata dos outros experimentos (Diler e Ipek, 2013).

Logo, o objetivo deste trabalho foi analisar, por meio de um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR), a influência da temperatura e do tempo na extração de compostos fenólicos da espécie *E*. *dunnii*, na tentativa de otimizar o processo de extração.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Obtenção e processamento da matéria-prima**

As folhas de *E*. *dunnii* foram obtidas em uma propriedade rural particular na cidade de Morro Redondo, interior do estado do Rio Grande do Sul. As árvores possuem de em torno de 3 anos de idade.

As folhas foram secas em estufa com circulação forçada de ar por 48 horas a 36 ºC e moídas em moinho de facas tipo Willey. O pó obtido foi mantido sob refrigeração e ao abrigo de luz.

2.2 **Quantificação de fenólicos totais**

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado pelo método Folin-Ciocalteau segundo metodologia adaptada de Singleton et al. (1999). A curva padrão de ácido gálico foi construída com sete pontos variando a concentração de 0 a 250 $mg.L^{-1}$ e a leitura foi realizada em espectrofotômetro com comprimento de onda de 765 nm.

2.3 **Planejamento Experimental**

Para determinar as melhores condições de extração de compostos fenólicos foi realizado o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) 2^2. Sendo o número de variáveis independentes igual a dois, o planejamento contou com quatro ensaios, três pontos centrais (PC) e quatro pontos axiais contendo um total de 11 ensaios que foram avaliados através do software Statistica 7.0 com análise de variância (ANOVA).

As duas variáveis independentes foram temperatura (X_1) e tempo de extração (X_2) e a variável dependente (resposta) foi a concentração de fenólicos em $mg_{EAG}.g^{-1}$, os níveis codificados e reais das mesmas estão listadas na Tabela 1.

Tabela 4 - Níveis codificados e reais das variáveis independentes

Variáveis independentes	Níveis codificados e reais das variáveis independentes				
	-1,4142	-1	0	+1	+1,4142
X_1 (T ºC)	30	37,3	55	72,7	80
X_2 (Tempo em min)	30	43,2	75	106,8	120

Fonte: Autores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A curva padrão de ácido gálico (Equação 1), a qual possui o coeficiente de correlação ajustado (R^2) de 0,9961, foi utilizada para quantificar a concentração de fenólicos totais nas amostras dos 11 ensaios.

$$y = 0{,}0023x + 0{,}0087 \qquad \text{(Eq. 01)}$$

Em que: y = absorbância da amostra

x = concentração fenólicos em $mg.L^{-1}$

A Tabela 2 apresenta a matriz das variáveis codificadas e os resultados de concentração de fenólicos totais em cada ensaio realizado, a mesma foi utilizada para rodar os dados no software Statistica 7.0.

Tabela 5 - Matriz utilizada no DCCR

Ensaio	**X_1 (TºC)**	**X_2 (t min)**	**CF ($mg_{EAG}.g^{-1}$)**
1	-1	-1	19,2
2	1	-1	18,75
3	-1	1	19,5
4	1	1	25,05
5	0	0	18
6	0	0	18,3
7	0	0	15,6
8	-1,4142	0	12,9
9	1,4142	0	11,4
10	0	-1,4142	18,45
11	0	1,4142	22,95

Fonte: Autores.

O ensaio que obteve o melhor resultado foi o 4 que corresponde a temperatura de 72,7ºC e tempo de 106,8 min, enquanto que o pior foi o 9 que corresponde a temperatura de 80ºC e tempo de 75 min.

O modelo foi analisado pelo erro puro e não pelo erro padrão devido ao erro puro ser baixo e o acréscimo da variável tempo linear como significativa a 90% de confiança.

O R^2 foi de 0,6995, indicando que 69,95% da variação da resposta pode ser explicada pelo modelo completo, porém quando se exclui as variáveis não significativas do modelo este cai para 54,82% de variação explicada. A Tabela 3 apresenta os efeitos e interações das variáveis independentes frente a variável dependente.

Tabela 6 - Efeitos e interações das variáveis independentes

	Efeito	**Erro puro**	**t (2)**	**p**
Média	17,29995	0,8544	20,24806	0,00243*
Temperatura (linear)	0,37234	0,523214	0,71164	0,550496
Temperatura (quadrática)	-1,525	0,622754	-2,4488	0,134036
Tempo (linear)	1,6205	0,523214	3,09721	0,090342*
Tempo (quadrático)	2,75008	0,622754	4,41600	0,047644*
Temperatura x Tempo	1,5	0,739932	2,02721	0,179850

*valores significativos a 90% de confiança, p<0,1. **Fonte:** Autores.

Através da análise de variância da Tabela 4 calculou-se os valores de F, os quais segundo Box et al. (1978) para que uma regressão possa ser considerada preditiva, a relação entre F_{cal}/F_{tab} deve ser superior a 3, no caso do modelo deste trabalho a relação foi de 1,18, ficando abaixo do exigido.

Tabela 7 - Análise de variância (ANOVA)

Fonte	**SQ**	**GL**	**QM**	**F calculado**	**F tabelado***
Regressão	63,7154	2	31,85771	3,670949	3,113118
Resíduos	69,4266	8	8,678329	F_{cal}/F_{tab} 1,18	
Falta de ajuste	41,8050	3	13,93499	6,36301	9,16179
Erro puro	4,3800	2	2,19	F_{cal}/F_{tab} 0,69	
Total	153,6791	10			

*F regressão (0,1;2;8), F falta de ajuste (0,1;3;2) **Fonte:** Autores.

Além disso, para comprovar a falta de ajuste do modelo analisado através do erro puro, ainda comparando com o que Box et al. (1978) consideram para que um modelo possa ser válido, a relação entre F_{cal}/F_{tab} da falta de ajuste deve ser inferior a 0,10, sendo que a do modelo proposto foi de 0,69.

Ainda que as análises demonstrem que o modelo matemático não é válido para predição de resultados, foram realizados cálculos para determinar os erros de ajuste e relativos para o modelo com todas as variáveis e com apenas as significativas a 90% de confiança.

As Equações 2 e 3 demonstram os modelos com todas as variáveis e com somente as significativas, respectivamente.

$$CF1=17,29995 + 0,37234X_1 - 1,525X_1^2 + 1,6205X_2 + 2,75008X_2^2 + 1,5X_1X_2 \quad \text{(Eq. 02)}$$

$$CF2 =17,29995 + 1,6205X_2 + 2,75008X_2^2 \quad \text{(Eq. 03)}$$

Em que: CF = concentração de fenólicos;
X_1 = temperatura linear;
X_1^2 = temperatura quadrática;
X_2 = tempo linear;
X_2^2 = tempo quadrático;

Os resultados referentes a comparação da concentração experimental e a prevista pelos modelos, assim como os erros de ajuste e relativos estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 8 - Comparação dos resultados experimentais e calculados

Ensaio	Exp ($mg_{EAG}.g^{-1}$)	CF1 ($mg_{EAG}.g^{-1}$)	Erro de ajuste	Erro relativo	CF2 ($mg_{EAG}.g^{-1}$)	Erro de ajuste	Erro relativo
1	19,2	18,03	1,17	6,08%	18,43	0,77	4,01%
2	18,75	15,78	2,97	15,86%	18,43	0,32	1,71%
3	19,5	18,27	1,23	6,29%	21,67	-2,17	11,13%
4	25,05	22,02	3,03	12,10%	21,67	3,38	13,49%
5	18	17,30	0,70	3,89%	17,30	0,70	3,89%
6	18,3	17,30	1,00	5,46%	17,30	1,00	5,46%
7	15,6	17,30	-1,70	10,9%	17,30	-1,70	10,90%
8	12,9	13,72	-0,82	6,38%	17,30	-4,40	34,11%
9	11,4	14,78	-3,38	29,62%	17,30	-5,90	51,75%
10	18,45	20,51	-2,06	11,16%	20,51	-2,06	11,16%
11	22,95	25,09	-2,14	9,33%	25,09	-2,14	9,33%
Menor e maior erro relativo		3,89 – 29,62%			1,71 – 51,75%		

Fonte: Autores.

Através da observação desses dados afirma-se mais uma vez que o modelo não é adequado para prever os resultados de concentração de fenólicos totais. Ainda se confirma com o aumento do maior erro relativo de 29,62 para 51,75% que o modelo contendo apenas as variáveis significantes se ajusta menos que o modelo que possui todas as variáveis.

Como forma de propor um modelo melhor, plotou-se o gráfico 3D (Figura 1) dos efeitos das variáveis independentes na variável resposta, sendo possível observar as regiões com as melhores respostas e possibilitado a realização de outra variação de temperatura e tempo para um próximo planejamento experimental.

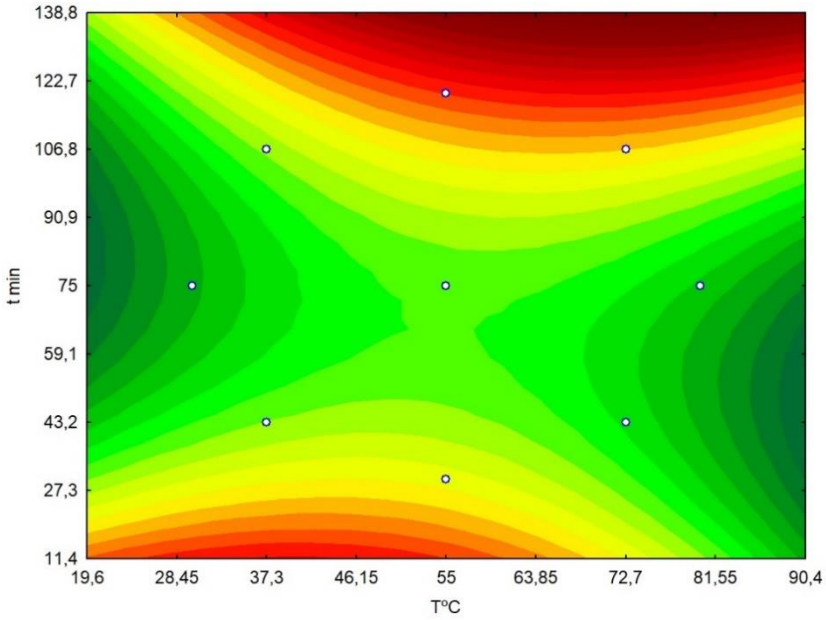


Figura 15 - Superfície de resposta 3D obtida pelo DCCR. **Fonte:** Autores.

Para facilitar ainda mais a análise das zonas de tendência dos resultados obtidos plotou-se também o gráfico de contorno (Figura 2).

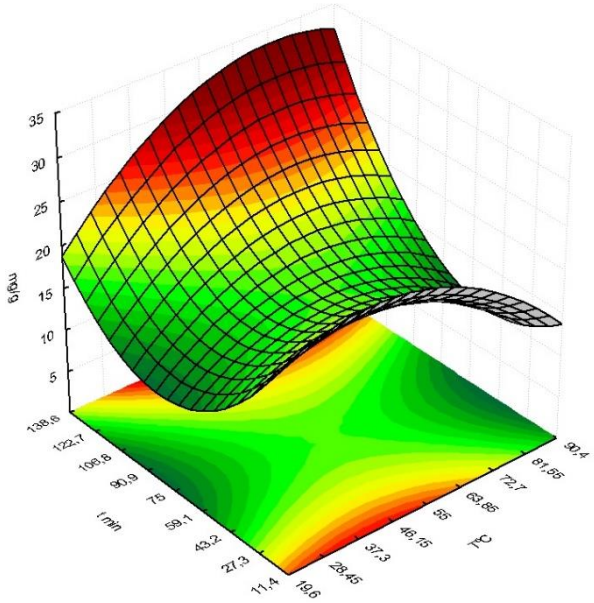


Figura 16 - Gráfico de contorno do resultado de concentração de fenólicos. **Fonte:** Autores.

Nas duas figuras é possível observar as regiões de maior e menor concentração, em que quanto mais escura for a cor, maior a resposta obtida, assim pode-se predizer novos valores de temperatura e tempo para propor um modelo matemático mais adequado.

A região de cor mais escura está em temperaturas acima de 55ºC e tempo superior a 130 min, devendo o próximo planejamento contar com as variáveis com valores acima destes mencionados.

4. CONCLUSÕES

O modelo matemático obtido através do planejamento experimental não apresenta os requisitos necessários para ser considerado preditivo.

Dentre as duas variáveis escolhidas para analisar os experimentos apenas o tempo (linear e quadrático) apresentou significância a 90% de confiança.

Será necessário realizar outro planejamento experimental, em que deverão ser modificados os valores das variáveis escolhidas analisando a superfície de resposta obtida, que demonstra que maiores temperaturas e tempos de extração resultam em maior concentração de fenólicos.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOX, G. E. P.; HUNTER, W. G.; HUNTER, J. S**. Statistics for experimenters. An introduction to design, data analysis and model building**. Nova York: Editora Wiley, 1978. 653 p.

CUVELIER, M. E.; RICHARD, H.; BERSET, C. Comparison of the antioxidant activity of some acid phenols: structure-activity relationship. **Bioscience Biotechnology and Biochemistry**, Benkyoku, v.59, p.324-325,1992.

DILER, E. A.; IPEK, R. Main and interaction effects of matrix particle size, reinforcement particle size and volume fraction on wear characteristics of Al–SiCp composites using central composite design. **Composites Part B: Engineering**, v. 50, p. 371–380, 2013.

HERNANDEZ, A.M.; PRIETO GONZALES, E.A. Plantas que contienen polifenoles. **Revista Cubana de Investigaciones Biomedica**, Ciudad de la Habana v.18, n.1, p. 12-14,1999.

IBÁ, Indústria Brasileira de Árvores. **Anuário estatístico: ano base 2016**. [s.l] Studio 113, 2017. 80 p. Disponível em: <http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-iba_2015.pdf>. Acesso em: 15/08/2018.

MAILLARD, M.N.; SOUM, M. H.; BOIVIA, P.; BERSET, C. Antioxidant activity of barley and malt: relationship with phenolic content**. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, London, v. 3, p. 238-244,1996.

SANCHEZ-MORENO, C. Compuestos polifenolicos: efectos fisiologicos. Actividad antioxidante. **Alimentaria**, Lisboa, enefeb, p.29-40, 2002.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, 299, 152–178, 1999.

ZENG, C. et al. Optimization of the process variables of tilianin-loaded composite phospholipid liposomes based on response surface-central composite design and pharmacokinetic study. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 85, p. 123–131, 2016.

Produtividade energética da madeira e da casca de acácia-negra em diferentes espaçamentos

Energy productivity of wood and bark of acacia-negra in different spacings

Édina Regina Dal Molin[1]
Elder Eloy[1]
Rômulo Trevisan[1]
Dionatan Lázaro de Oliveira Brum[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen, Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386 Km 40, CEP: 98400-000, Frederico Westphalen, RS, Brasil. edinadalmolin@gmail.com; dionatanlbrum@gmail.com; eloyelder@yahoo.com.br; romulo_trevisan@ufsm.br.

Resumo: A utilização de biomassa como energia tem sido um tema muito abordado atualmente, devido a grande importância da geração de energia limpa e renovável. Assim, o trabalho teve como objetivo analisar a capacidade energética da biomassa da madeira e casca de *Acacia mearnsii* De Wild. para isso foi conduzido um estudo em dois espaçamentos diferentes de plantio: 2,0 x 1,0 m e 3,0 x 1,5 m, aos 36 meses após o plantio. O experimento foi executado no município de Frederico Westphalen, no estado do Rio Grande do Sul, a partir de um delineamento de blocos completos casualizados. A partir do experimento foram determinadas as seguintes variáveis: biomassa (BIO), massa específica básica (ρb), poder calorífico superior (PCS), teor de cinzas (CZ), material volátil (MV) e carbono fixo (CF) e a densidade energética (DE) da casca e da madeira. O menor espaçamento de plantio apresenta maior produção de BIO e DE da madeira e casca por unidade de área. Os maiores valores de PCS, CZ e CF estão presentes na casca quando comparado com a madeira. Já a ρ_b, MV, BIO e DE da madeira são superiores à da casca nos diferentes espaçamentos de plantio.
Palavras-chave: Acacia mearnsii De Wild., densidade de plantio, recursos dendroenergéticos.

Abstract. The use of biomass as energy has been a subject of much discussion today, due to the great importance of the generation of clean and renewable energy. Thus, the objective of this work was to analyze the biomass energy capacity of wood and bark of *Acacia mearnsii* De Wild. for this a study was conducted in two different planting spacings: 2.0 x 1.0 m and 3.0 x 1.5 m, at 36 months after planting. The experiment was carried out in the municipality of Frederico Westphalen County, in the state of Rio Grande do Sul, Brazil, from a completely randomized block design. From the experiment the following variables were determined: biomass (BIO), basic specific mass (ρb), upper calorific value (PCS), ash content (CZ), volatile material (MV) and fixed carbon (CF) and the energy density (DE) of bark and wood. The smaller plant spacing presents higher production of BIO and DE of the wood and bark per unit area. The highest values of PCS, CZ and CF are present in the bark when compared to wood. The ρb, MV, BIO and DE of the wood are superior to the one of the bark in the different spacings of planting.
Key words: Acacia mearnsii De Wild.; planting density; energy resource wood.

1. INTRODUÇÃO

No campo energético, a madeira é comumente chamada de lenha e, com esse uso, sempre contribuiu para o desenvolvimento humano, sendo inicialmente empregada para aquecimento de residências e preparo de alimentos. Ao longo dos tempos, foi sendo empregada também em processos para o fornecimento de energia térmica, mecânica e elétrica (Brito, 2007).

Em se tratando de materiais combustíveis, como é o caso da madeira, o entendimento do seu potencial para produção de biomassa e do seu poder calorífico, são motivos importantes para a escolha de uma espécie como fonte energética. Essa se baseia principalmente, entre outros, no conhecimento do seu potencial para produção de biomassa e do seu poder calorífico superior (PCS).

O poder calorífico da madeira é uma das características mais importantes a ser observada, e consiste na quantidade de energia na forma de calor liberada pela combustão completa de uma unidade de massa do material combustível (Eloy et al, 2014).

Ao longo dos últimos anos, o consumo mundial de energia advindo da madeira cresceu 50% desde 2004 e o volume de madeira consumido no ano de 2007 para fins energéticos girou em torno de 220 milhões de metros cúbicos por ano. Em 2016, 8,0% da energia produzida no país se origina da lenha e do carvão vegetal, segundo fontes oficiais (MME, 2017).

Acacia mearnsii De Wild. (Acácia-negra) é uma espécie pertencente à família Fabaceae e é caracterizada principalmente por possuir crescimento rápido, sendo que sua altura pode chegar até 18 m quando adulta (Freddo, 1997). Desenvolve-se em zonas climáticas úmidas e subúmidas, quentes e frias. Essas regiões apresentam temperatura máxima mensal média mais quente entre 22 ºC e 28 ºC.

No Brasil, a maioria dos plantios de acácia-negra ficam concentrados na região fisionômica natural do Rio Grande do Sul, denominada de Serra do Sudeste (Escudo Rio-Grandense) e Depressão Central (Dedecek et al., 1998). O cultivo dessa espécie se dá principalmente, por conta da produção de tanino, que é extraído de sua casca. Esse é utilizado no curtimento do couro, tratamento de efluentes, fabricação de colas fenólicas. Além do tanino, a acácia-negra também produz madeira de qualidade para energia, papel e celulose (Machado et al., 2014).

Como se sabe, o espaçamento e a idade de corte estão intimamente ligados, ou seja, plantios com espaçamentos menores, por exemplo, geralmente necessitam desbastes ou ciclos mais curtos de cortes, pois a competição entre plantas ocorre mais precocemente, antecipando a estagnação do crescimento do povoamento.

Desta forma, o espaçamento apresenta uma série de interferências do ponto de vista silvicultural, tecnológico e econômico, pois afeta as taxas de crescimento das plantas, idade de corte, qualidade da madeira, assim como as práticas silviculturais empregadas e, consequentemente, os custos de produção (Caron et al., 2015).

Assim, quando se objetiva a produção madeireira para fins energéticos, geralmente são recomendados espaçamentos menores, possibilitando o adensamento das plantas, tendo em vista produzir uma quantidade maior de biomassa por unidade de área, em um menor período de tempo.

Dentro desse contexto, esse trabalho teve como objetivo analisar a capacidade energética da madeira e da casca da espécie florestal *Acacia mearnsii*.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O experimento para realização do trabalho foi realizado em área vinculada ao Laboratório de Agroclimatologia (LAGRO), pertencente à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), campus de Frederico Westphalen, RS, sob coordenadas geográficas de 27°22”S; 53°25”W, a 480 m de altitude.

Segundo a classificação climática de Köppen o clima da região é Cfa. O experimento está distante de Irai à aproximadamente 30 km, sendo o município

tomado como referência para os dados de classificação climática. Conforme proposta de Maluf (2000) Iraí apresenta clima de tipo subtemperado subúmido, sendo a temperatura média anual de 18,8 °C e temperatura média do mês mais frio de 13,3 °C. O solo predominante na área experimental é do tipo Latossolo Vermelho distrófico.

O experimento foi avaliado utilizando-se o delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados, onde uma espécie florestal foi avaliada (*Acacia mearnsii*) e dois espaçamentos de plantio (2,0 m x 1,0 m, e 3,0 m x 1,5 m) que foram estudados como tratamentos, em três repetições com seis plantas cada.

Após 36 meses do plantio das mudas, foram efetuadas as primeiras avaliações. Onde foram selecionadas 36 indivíduos, que corresponderam a 18 árvores por espaçamento, sendo 6 árvores por repetição, divididas em parcelas anteriormente selecionadas durante o plantio. Destas amostras, foram obtidos cinco discos com, aproximadamente, dois centímetros de espessura, nas seguintes posições no tronco: 0% (base), 1,30 m (diâmetro à altura do peito - DAP), 25%, 50% e 75% da altura total da árvore (Sanquetta et al., 2004).

Para determinar a biomassa da madeira e da casa foi utilizado o método direto que baseia-se na derrubada e pesagem das diferentes parte das árvores (Sanquetta et al., 2004). De cada seção ao longo do tronco, foram retirados discos como amostras para avaliação de sua massa úmida e seca em laboratório, sendo que a temperatura de secagem em estufa foi de 103 ± 2 °C, com circulação e renovação de ar.

As cunhas de madeira foram submersas em água, onde permaneceram até atingirem o ponto de saturação. Para a obtenção da massa específica básica de cada cunha, determinou-se o volume verde e a massa seca em estufa a 103 ± 2 °C até massa constante, conforme especificado na norma NBR11941 (ABNT, 2003).

A massa específica básica da madeira e da casca em cada posição relativa do tronco foi determinada pela média dos valores das duas cunhas. Em seguida, foi calculado a massa específica básica ponderada em função do volume total sem casca de cada árvore. Esse cálculo baseia-se na ponderação dos valores de massa específica básica obtida em cada posição relativa, com os volumes sem casca correspondentes entre duas posições sucessivas, com o volume total sem casca da árvore, definido pelo método de Smalian (Finger, 2002).

As amostras retiradas da madeira e da casca foram moídas em moinho de facas, com peneira de 40 mesh, objetivando-se à obtenção de material mais fino e uniforme. A determinação do poder calorífico superior da madeira e casca das árvores foi realizada utilizando bomba calorimétrica digital, modelo C5000 1 Cooling System, IKA Werke, com princípio de funcionamento isoperibólico, de acordo com a norma NBR8633 (ABNT, 1984).

O poder calorífico superior da madeira e casca em cada posição relativa do tronco foi definido pela média dos valores das duas cunhas. Em seguida, calculou-se o poder calorífico superior ponderado em função do peso total de cada árvore. Esse cálculo baseia-se na ponderação dos valores de PCS obtidos em cada posição relativa, dos pesos das biomassas de madeira e casca correspondentes entre duas posições sucessivas com o peso total da árvore.

Para a determinação do teor de material volátil, de cinzas e de carbono fixo, os ensaios foram realizados obedecendo à norma NBR8112 (ABNT, 1986).

A densidade energética da madeira e da casca foi calculada com base na multiplicação dos valores da massa especifica básica e poder calorífico superior.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística por meio do *Software* "*Statistical Analysis System*" (SAS, 2003), em que se determinou a análise de variância e o teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância revelou-se uma diferença significativa entre os espaçamentos de plantio para a madeira de *Acacia mearnsii*, levando-se em conta as variáveis massa específica básica, teor de cinzas, densidade energética e produção de biomassa e para a casca, para as variáveis poder calorífico superior, teor de materiais voláteis, teor de carbono fixo, produção de biomassa e densidade energética.

Ao observar o poder calorífico superior das árvores de *Acacia mearnsii* observou-se valores maiores na casca, quando comparado com a madeira. Este resultado corrobora com os encontrados por Silva et al. (2017), na caracterização dendroenergética dos diferentes compartimentos de *A. mearnsii*, onde os valores obtidos para poder calorífico superior da casca mostraram-se superiores para aqueles obtidos para a madeira.

Da mesma forma, não foi revelada uma variação sistemática crescente ou decrescente em relação ao espaço para crescimento disponibilizado pelo tamanho do espaçamento, ou seja, a madeira possui valores superiores de poder calorífico (4.577 kcal kg^{-1}) no maior espaçamento de plantio (3,0 m x 1,5 m). Já para a casca, os valores superiores (4.751 kcal kg^{-1}) são observados no espaçamento menor (2,0 m x 1,0 m) (Tabela 1). Comparando esses dados com os encontrados por Silva et al. (2012) de 4.482 kcal kg^{-1} em estudo semelhante com a Acácia-negra, os mesmos apresentaram-se superiores.

Tabela 1. Teste de comparação de média para o poder calorífico superior (PCS), massa específica básica (ME), teor de materiais voláteis (MV), teor de cinzas (CZ), teor de carbono fixo (CF), biomassa (Bio) e densidade energética (DE), da madeira e da casca da *Acacia mearnsii* distribuída nos espaçamentos 2,0 x 1,0 m e 3,0 x 1,5 m, aos 36 meses após o plantio, no município de Frederico Westphalen, RS.

Espaçamento	PCS (kcal kg^{-1})	ME (g cm^{-3})	MV	CZ	CF	Bio (ton ha^{-1})	DE (Gcal m^{-3})
			(%)				
Madeira							
2,0 x 1,0 m	4.558a	0,471 a	82,38 a	0,66 b	16,96a	45,00 a	2,147 a
3,0 x 1,5 m	4.577a	0,415 b	82,23 a	0,88 a	16,90a	7,29 b	1,899 b
Casca							
2,0 x 1,0 m	4.751a	0,372 a	66,74 b	2,80 a	30,46a	14,20 a	1,767 a
3,0 x 1,5 m	4.641b	0,333 a	69,95 a	2,77 a	27,28b	2,19 b	1,512 b

Fonte: Autores.

Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade de erro conforme o teste de Tukey. Com base nos resultados encontrados, pode-se perceber que a densidade energética, os teores de materiais voláteis da madeira da Acácia-negra (*Acacia mearnsii)* foram maiores que a da casca nos dois espaçamentos aqui estudados. Também pode-se observar que os

teores de cinzas e carbono fixo, estão presentes em maior quantidade na casca, quando correlacionada com a madeira (Tabela 1).

A partir da análise do teste de médias para a biomassa da madeira e casca, aos 36 meses após o plantio (Tabela 1), observou-se uma relação direta da densidade de plantio com a produção da biomassa, ou seja, no tratamento com maior densidade (2,0 m x 1,0 m) foram observados os maiores valores de biomassa quando comparado com o espaçamento menos adensado (3,0 m x 1,5 m). Para Gualberto et al. (2011), ocorreu maior produção de biomassa úmida e seca em espaçamentos menores e no estádio de floração.

Esses resultados corroboram com diferentes autores que desenvolveram trabalhos relacionados à influência da densidade de plantio na produção de povoamentos florestais. Dentre esses, pode-se citar os desenvolvidos por Rocha (2011) estudando as espécies *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis,* por Eloy (2015) estudando a espécie de *Mimosa scabrella*, onde as produções de biomassa foram negativas quando apresentado maior espaço vital proporcionado pelo espaçamento de maior tamanho, e onde o poder calorífico superior não variou nos diferentes espaçamentos.

Caron et al. (2015) constatou contrastes na disposição da biomassa da *A. mearnsii* e também em outras espécies, encontrou também diferenças entre diferentes espécies e para a mesma espécie, em conformidade com fatores como espaçamento de plantio, idade do povoamento e qualidade de sítio.

Ao explorar a massa específica básica das árvores, analisa-se que, ainda que não verificada diferença significativa, os maiores valores foram para a madeira, podendo-se evidenciar uma variação sistemática negativa em relação ao espaço vital proporcionado pelo espaçamento, podendo verificar que, tanto para a massa específica básica da madeira (0,471 g cm^{-3}) quanto da casca (0,372 g cm^{-3}), os maiores valores estão presente no menor espaçamento (2,0 m x 1,0 m) (Tabela 1).

Os resultados de massa específica básica (Tabela 1), estão de acordo com aqueles observados por Vital & Della Lucia (1987), que não encontraram efeito significativo do espaçamento para essa característica da madeira.

Para a espécie de Acácia-negra pode-se encontrar uma variação sistemática negativa em relação ao espaço vital disposto pelos espaçamentos, que implica em uma maior produção de biomassa e densidade energética da madeira e da casca por unidade de área, no menor espaçamento de plantio.

Em relação ao enfoque dendroenergético, apesar de abordar-se um povoamento em idade inicial, a Acácia-negra apresenta resultado dentro de padrões reconhecidos, sendo uma espécie com potencial para suprir a crescente demanda energética por biomassa vegetal.

4. CONCLUSÕES

Em relação a capacidade energética da biomassa da madeira e casca de *Acacia mearnsii* aos 36 meses após o plantio, pode-se concluir que:

Os maiores valores de poder calorífico superior, teor de cinzas e teor de carbono fixo estão presentes na casca.

A massa específica básica, teor de materiais voláteis, biomassa e densidade energética da madeira são superiores à da casca nos diferentes espaçamentos de plantio.

No menor espaçamento de plantio (2,0 x 1,0 m) verificou-se uma maior produção de biomassa (45 ton ha^{-1} e 14,2 ton ha^{-1}) e densidade energética (2,147 Gcal m^{-3} e 1,767 Gcal m^{-3}) da madeira, quando comparado com a da casca, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8112: Análise imediata: material volátil, cinzas, carbono fixo. Rio de Janeiro, 1986. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8633: Carvão vegetal: determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro, 1984. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR11941. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

BRITO, J. B. O uso energético da madeira. **ESAQ/USP,** Piracicaba, p. 185-193, 2007.

CARON, B. O.; ELOY, E.; SOUZA, V. Q.; SCHMIDT, D.; BALBINOT, R. BEHLING, A.; MONTEIRO, G. C.; Quantificação da Biomassa florestal em plantios de curta rotação com diferentes espaçamentos. **Comunicata Scientiae,** Bom Jesus, v.6, n.1, p.106-112, 2015.

DEDECEK, R.A.; RACHWAL, M.F.G.; CURCIO, G.R.; SIMON, A.A. *Sistemas de preparación del suelo para plantación de Acacia mearnsii en dos lugares y su efecto en la productividad y en la erosión hídrica.* In: PRIMER CONGRESO LATINOAMERICANO IUFRO: EL MANEJO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS FORESTALES, DESAFÍO DEL SIGLO XXI, 1998, Valdivia, Chile. **Actas...** Valdivia, Chile (Apresentação em CD-ROM).

ELOY, E.; CARON, B. O.; SILVA, D. A.; SCHMIDT, D.; TREVISAN, R.; BEHLING, A.; ELLI, E. F. Influência do espaçamento nas características energéticas de espécies arbóreas em plantios de curta rotação. **Revista Árvore,** Viçosa, v. 38, n.3, p. 551-559, 2014.

ELOY, E.; SILVA, D. A.; CARON, B. O.; SOUZA, V. Q.; BEHLING, A.; ELLI, E. V.; MONTEIRO, G. C. Caracterização da biomassa da madeira e da casca de *Mimosa scabrella* Benth cultivada em dois diferentes espaçamentos. **Ciência da Madeira,** Pelotas, v. 6, n. 1, p. 38-46, 2015.

FINGER, C. A. G. **Fundamentos de biometria florestal.** Santa Maria, RS: UFSM/CEPEF/FATEC, 2002. 269 p.

FREDDO, A. **Elementos minerais em madeiras de eucaliptos e acácia-negra e sua influência na indústria de celulose kraft branqueada.** 69 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 1997.

GUALBERTO, R.; SOUZA JÚNIOR, O. F.; COSTA, N.R.; BRACCIALLI, C. D.; GAION, L. A. Influência do espaçamento e do estádio de desenvolvimento da planta na produção de biomassa e valor nutricional de *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray. **Nucleus,** Ituverava, v. 8, n. 1, p. 241-255, 2011.

MACHADO, L. M.; COSTA, E. C.; MAGISTRALI, I. C.; BOSCARDIN, J.; MACHADO, D. N.; GARLET, J. Escolitíneos associados a uma população de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild). **Biotemas,** Florianópolis, v. 27, n.3, p. 57-63, 2014.

MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, n. 8, 141-150, 2000.

MME - Ministério das Minas e Energia. 2017. Balanço Energético Nacional 2017 - ano base 2016. **Empresa de Pesquisa Energética**, Rio de Janeiro, p. 296, 2017.

MÜLLER, M. D.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; BRITO, J. O. Avaliação de um clone de eucalipto estabelecido em diferentes densidades de plantio para produção de biomassa e energia. **Biomassa & Energia**, Viçosa, MG, v. 2, n. 3, p. 177-186, 2005.

ROCHA, M. F. V. **Influência do espaçamento e da idade na produtividade e propriedades da madeira de** *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* **para energia.** 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2011.

SANQUETTA, C. R.; BALBINOT, R.; ZILIOTTO, M. A. B. (Ed.) **Fixação de carbono**: atualidades, projetos e pesquisas. Curitiba: UFPR, 2004. 205 p

SAS INSTITUTE. **Getting started with the SAS Learning Edition**. Cary, 2003. 200 p.

SCHNEIDER, P. R.; FLEIG, F. D.; FINGER, C. A. G.; SPATHELF, P. Produção de madeira e casca verde por índice de sítio e espaçamento inicial de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 11, n. 1, p.151-165, 2001.

SILVA, D. A.; BEHLING, A.; SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; RUZA, M. S.; PSCHEIDT, H.; JUNIOR, S.C.; Potencial dendroenergético dos diferentes compartimentos de *Acacia mearnsii* cultivada no estado do Rio Grande do Sul. **Biofix Scientic Journal,** Curitiba, v. 2. n. 2, p. 71-75, 2017.

VITAL, B. R.; DELLA LUCIA, R. M. Efeito do espaçamento na produção em peso e na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* aos 52 meses de idade. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 11, n. 2, p. 132-145, 1987.

Propriedade físico-mecânicas de painéis compensados com madeira de *Schizolobium amazonicum* de proveniência distinta

Physical and mechanical properties of plywood produced with veneers of *Schizolobium amazonicum* from trees of distinct provenance

Karina Soares Modes[1]
Geraldo Bortoletto Júnior[2]
Lourdes Maria Hilgert Santos[3]
Magnos Alan Vivian[1]

[1]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Rodovia Ulysses Gaboardi, km 3, Curitibanos, SC,karina.modes@ufsc.br; magnosalan@ufsc.br.

[2]Universidade de São Paulo – ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, 11 - Cx. Postal 9, Piracicaba, SP,gbjunior@usp.br

[3]Universidade Federaldo Espírito Santo – UFES, Av. Gov. Lindemberg, nº 316 - Centro, Jerônimo Monteiro, ES, lourdesmaria.engflorestal@yahoo.com.br

Resumo: A pesquisa teve como objetivo determinar as propriedades físico-mecânicas de painéis compensados produzidos com lâminas da madeira de Schizolobiumam azonicum de árvores de plantios distintos, nos municípios de Rolim de Moura e Parecis, Rondônia. Lâminas com 2,0 mm de espessura nominal foram obtidas e utilizadas na manufatura de painéis compensados de 11 camadas colados com adesivo a base de uréia, na gramatura de 320 g/m². Os compensados produzidos diferenciaram-se quanto a absorção de água, cujo valor foi superior para os painéis obtidos com lâminas de madeira proveniente de Parecis. As porcentagens médias registradas para a absorção de água, inchamento e recuperação em espessura foram 66,74% 3,90% e 1,07%, respectivamente. A tensão ao esforço de cisalhamento, tanto para a condição seca como úmida foi superior a 10,2 kgf/cm². O valor médio do MOR na flexão estática paralela foi superior em 25% ao obtido na direção perpendicular, e para o MOE, essa mesma diferença foi mais pronunciada (35,82%). Os resultados indicaram alta resistência mecânica dos painéis, levando em consideração a densidade relativamente baixa da madeira utilizada. O comportamento físico-mecânico dos painéis confirma a aptidão desta espécie para a manufatura de compensados, nas condições do processo industrial que foram adotadas no trabalho.
Palavras-chave: paricá, painel, absorção de água, flexão estática.

Abstract: The research aimed to determine the physical and mechanical properties of plywood produced with veneers of *Schizolobium amazonicum* from trees of distinct areas, Rolim de Moura and Parecis, Rondônia.Blades with 2.0 mm nominal thickness were obtained and used in the manufacture of plywood panels 11 layers bonded with urea-formaldehyde-based adhesive (UF), the weight of 320 g /m². The plywood produced with the wood of the evaluated plantations differed with the water absorption, which value was higher than for the panels obtained with wood veneers from Parecis. The percentages reported for water absorption, swelling and thickness recovery were 66.74% 3.90% and 1.07%, respectively. The tension shear stress for both dry and wet conditions was more than 10.2 kgf/cm². The average MOR value of the parallel bending was 25% higher than that obtained in the perpendicular direction and for the MOE, the same difference was more pronounced (35.82%). The results indicated high mechanical strength panels, considering the relatively low density of the wood used. The physical-mechanical behavior of the panels confirms the suitability of this species for the manufacture of plywood under the conditions of the manufacturing process that have been adopted at work.
Keywords: paricá, panel, water absorption, static bending.

1. INTRODUÇÃO

O potencial silvicultural e tecnológico apresentado pela *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (paricá) tem demonstrado no decorrer dos últimos anos a viabilidade dessa espécie para o reflorestamento na Região Norte e parte da Região Nordeste do país (VIDAURRE et al., 2012). Segundo Vieira et al. (2005), a espécie é muito utilizada para reflorestamento e em substituição às reservas nativas por apresentar crescimento rápido e ser utilizada na forma de lâminas no interior de compensados.

Diante das boas perspectivas de produção da espécie em escala comercial na região Amazônica, o paricá passou a ser estudado pelas instituições de pesquisa e ensino, as quais vêm realizando em conjunto uma coletânea de resultados de estudos que, até então, se encontravam dispersos na literatura ou nem mesmo haviam sido publicados.

Com relação a este aspecto, os estudos disponíveis na literatura com a madeira de *Schizolobium amazonicum* dão conta de sua abordagem principalmente no Estado do Pará, no qual esta espécie vem sendo exaustivamente investigada, podendo-se citar os trabalhos de Colli et al. (2010), Vidaurre et al. (2012) e Melo et al. (2014). Dessa maneira, necessitam-se estudos com relação a matéria-prima produzida em resposta a diferentes condições ecológicas como a registrada no estado de Rondônia, em que, segundo Rocha et al. (2008), esta espécie apresenta uma ampliação de sua área plantada.

Segundo Monteiro (2013), a valorização da madeira de paricá está diretamente relacionada ao avanço tecnológico no torno de laminação, visto que a adaptação trouxe mudanças do uso do torno tradicional (torno de fuso) para o torno desfolhador tracionado, sem garras, movidos por rolos que pressionam a tora contra a faca.

No que se refere ao setor de painéis de madeira, onde o emprego do paricá já está consolidado, faz-se necessário averiguar as propriedades de painéis compensados produzidos a partir de indivíduos extraídos de plantios em áreas distintas, como forma de dar uma resposta à indústria sobre a possível variabilidade que pode resultar sobre o produto (painel compensado).

Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo determinar e as propriedades físico-mecânicas de painéis compensados produzidos a partir de lâminas de árvores da espécie *Schizolobium amazonicum* provenientes de florestas plantadas no estado de Rondônia.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Seleção e preparo do material**

Para o presente estudo foram amostradas 4 árvores da espécie *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke com 14 anos de idade, proveniente de duas diferentes áreas de cultivo no estado de Rondônia, localizadas nos municípios de Rolim de Moura (11º 48' de latitude sul; 61º 48' de longitude oeste e 271 m de altitude) e Parecis (12° 07′ de latitude sul; 61° 36′ de longitude oeste e 374 m de altitude), num total de 8.Todo o processo de laminação das toras e os procedimentos necessários à manufatura dos compensados a partir das lâminas geradas foram desenvolvidos na Laminadora Lano da Amazônia Ltda., no município de Rolim de Moura-RO.

Para a composição dos painéis compensados foram sorteadas, dentre as lâminas de melhor qualidade, 11 unidades para a manufatura de 01 painel compensado por tora/árvore, totalizando 08, sendo 04 painéis (repetições) para cada área de amostragem das árvores. Para a colagem das lâminas foi utilizado adesivo à base de uréia-formaldeído (UF) (64,1% de teor de sólidos), aplicado em linha dupla na gramatura de 320 g/m² utilizando-se um aplicador de rolos. O adesivo foi formulado contendo as seguintes partes por peso: resina (60), água (38), farinha de trigo (40), catalisador (2,5), imunizante (1,0), cujo tempo de escoamento em Copo Ford nº 8 foi de 59 segundos.

Depois de montados os painéis foram colocados numa prensa hidráulica de múltiplas aberturas e submetidos à prensagem adotando-se os seguintes parâmetros: tempo de 24 minutos, temperatura de 100°C e pressão específica de 10 kgf/cm².

Os corpos-de-prova obtidos dos painéis foram acondicionados a temperatura de 20 ± 2°C e umidade relativa de 65 ± 5%, permanecendo assim até estabilização da massa e na sequencia submetidos aos ensaios previstos para determinação das propriedades físico-mecânicas dos compensados: Teor de umidade (NBR 9484: 2011ª), massa específica (NBR 9485: 2011b), absorção de água (NBR 9486:2011c), Inchamento (NBR 9535: 2011d), Flexão estática paralela e Perpendicular (NBR 9533:2012e), Cisalhamento na linha de cola (EN 314-1: 1993a).Para avaliação dos resultados da resistência da colagem dos painéis compensados foram levadas em consideração as especificações da norma EN 314-2 (1993b).

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado e os resultados dos ensaios foram analisados através da análise de variância e teste de Tukey ao nível de probabilidade de 95% e 99%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 **Propriedades físicas do compensado da madeira de *S. amazonicum***

Na Tabela 1 constam os valores médios referentes a avaliação das propriedades físicas dos painéis compensados produzidos por proveniência.

Tabela 1. Valores médios das propriedades físicas dos painéis compensados da madeira de *S. amazonicum* proveniente de plantios em Rolim de Moura e Parecis, RO.

	Massa específica aparente (g/cm³)	Teor de umidade (%)	Absorção de água (%)	Inchamento em Espessura (IE) (%)	Recuperação da espessura (RE) (%)
P	0,43a	11,14	68,50a**	3,83a	1,18ª
RM	0,43a	11,42	65,33 b	3,99a	0,96ª
Média	0,43	11,30	66,74	3,92	1,06
CV (%)	7,88	4,73	4,80	9,90	40,20

P=Parecis; RM=Rolim de Moura; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01). **Fonte:** Autores.

Observa-se na Tabela 1 que não houve diferenças significativas para o valor médio de massa específica aparente entre os painéis produzidos com a madeira das duas proveniências avaliadas.

Apesar da equivalência entre os valores de massa específica dos painéis compensados das duas proveniências, a porcentagem de absorção de água registrada para os painéis produzidos com a madeira proveniente de Parecis foi estatisticamente superior à registrada para os painéis com madeira proveniente de Rolim de Moura. O nível de pressão exercida na prensagem a quente para manufatura dos compensados (10 kgf/cm²), pode ser considerada elevada e, embora tenha sido a mesma para os painéis de ambas as proveniências, pode ter influenciado de forma distinta a estrutura anatômica da madeira dos plantios avaliados.

A madeira proveniente de Rolim de Moura, pode ter sido menos resistente à compressão, sofrendo um achatamento maior de suas células face à pressão de prensagem e, por consequência, absorveu menos água. Esse possível achatamento das células pode ter conferido às lâminas desta madeira tensões de prensagem relativamente mais elevadas, as quais ficaram retidas no painel devido às forças da ligação adesiva.

Quando a água penetrou a parede das células promoveu parte do inchamento, e mais uma parcela de inchamento ocorreu devido à liberação das tensões de compressão que foram maiores, fazendo com que a madeira proveniente de Rolim de Moura apresentasse valor médio de inchamento superior ao da madeira de Parecis. Parte do inchamento relativo ao afastamento das cadeias de celulose/hemicelulose pode ser recuperada com a saída da água, mas, o inchamento devido à liberação das tensões de compressão, não pode ser recuperado e, por tal motivo, a recuperação em espessura da madeira proveniente de Rolim de Moura foi menor que a proveniente de Parecis.

Na Tabela 2 consta a relação de resultados de estudos disponíveis com a avaliação da estabilidade dimensional de painéis compensados com a madeira de *S. amazonicum* e do gênero *Pinus.*

Tabela 2. Valores médios de inchamento em espessura e recuperação da espessura de painéis compensados disponíveis na literatura.

Autor	Espécie	Massa específica painel (g/cm³)	Absorção de água	Inchamento em espessura (IE)	Recuperação da espessura (RE)
			(%)		
Presente estudo	*S. amazonicum*	0,43	66,74	3,90	1,07
Almeida (2009)	*S. amazonicum*	0,51	63,46	4,10	1,09
Iwakiri et al. (2001)	*Pinus spp.**	-	-	6,04	2,49
Almeida et al. (2012)	*P. elliottii var. elliottii x P. caribaea var. hondurensis*	0,41	-	4,32	0,66

*Média obtida para compensados de 5 espécies de pinus tropicais. **Fonte:** Autores.

O valor médio de absorção de água dos painéis do presente estudo foi superior em 4,91% ao registrado por Almeida (2009). Segundo Almeida et al. (2004), há tendência de redução do percentual de absorção d'água à medida que a densidade básica da madeira e a massa específica do compensado são maiores.

Já para o inchamento e a recuperação em espessura, os valores médios encontrados por Almeida (2009) foram superiores aos registrados no presente estudo, em 5,12% e 1,86%. Observa-se ainda uma maior estabilidade dimensional dos painéis compensados de *S. amazonicum* avaliados ao se levar em consideração o comportamento registrado por painéis do mesmo tipo produzidos com madeiras do gênero *Pinus.*

3.2 Propriedades Mecânicas

Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios da tensão de ruptura no ensaio de cisalhamento da linha de cola, bem como do módulo de elasticidade (MOE) e do módulo de ruptura (MOR) à flexão estática dos painéis por proveniência.

Tabela 3. Valores médios das propriedades mecânicas dos painéis compensados da madeira de *Schizolobium amazonicum* proveniente de plantios em Rolim de Moura e Parecis, RO.

	Cisalhamento da linha de cola				Flexão estática			
	Seco		Úmido		Paralela à grã		Perpendicular à grã	
	Tensão de ruptura (kgf/cm²)	FM (%)	Tensão de ruptura (kgf/cm²)	FM (%)	MOE (kgf/cm²)	MOR (kgf/cm²)	MOE (kgf/cm²)	MOR (kgf/cm²)
P	20,41a	59,16	13,35a	50,0	66044,09a	458,22a	40999,49a	332,86a
RM	21,41a	57,87	14,10a	51,42	63212,81a	436, 34a	41687,95a	339,95a
Média	20,99	58,42	13,77	50,81	64508,48	446,11	41401,97	336,76
CV (%)	26,19	42,14	27,30	41,93	10,55	11,93	12,64	21,82

P=Parecis; RM=Rolim de Moura. **Fonte:** Autores.

Observa-se na Tabela 3 que não houve diferenças estatisticamente significativas dos valores médios de todas as propriedades mecânicas entre os compensados produzidos com a madeira de Parecis e Rolim de Moura.

Cabe ressaltar que a tensão registrada ao esforço de cisalhamento, tanto para a condição seca como úmida, foi superior a 10,2 kgf/cm² e nesse caso, não há exigência de um valor de porcentagem de falha na madeira, segundo consta na norma européia EN 314-2. Esse resultado reflete as propriedades satisfatórias de resistência dos painéis avaliados, mesmo na avaliação em estado úmido, de maneira que os compensados avaliados podem ser destinados ao uso interior e intermediário, considerando as condições de manufatura empregadas no presente estudo.

Em comparação com os valores registrados para compensados produzidos também com *S. amazonicum*, a média da tensão ao cisalhamento na condição seca

foi superior em 16% ao observado por Almeida (2009) em painéis de massa específica superior (0,51g/cm³), porém quando em contato com a água, a tensão gerada na linha de cola produzida pela variação dimensional dos painéis, conduziu a uma redução mais acentuada desta propriedade em relação à condição seca, nos compensados do presente estudo.

Bortoletto Júnior e Belini (2002) para painéis de massa específica aparente de 0,467 g/cm³ da espécie *Schizolobium parayba* Blake., coladas com adesivo de formulação similar, encontraram valor inferior para a resistência ao cisalhamento na condição seca (18,2 kgf/cm²) e igual na úmida (13,8 kgf/cm²).

Com relação aos resultados de desempenho dos painéis compensados da madeira de *S. amazonicum* ao ensaio de flexão estática, observa-se que o valor médio do MOR decorrente do esforço paralelo às fibras da capa foi superior em 25% ao valor obtido quando o esforço incidiu sobre painéis com as fibras em direção perpendicular e, para o MOE, essa mesma diferença foi superior (35,82%). A porcentagem para ambos os casos é metade da registrada por Bortoletto Júnior (2003) para painéis de cinco lâminas de mesma espessura.

Segundo Tsoumis (1991), citado por Bortoletto Júnior (2003), um número maior de camadas resulta em maior uniformidade de resistência e rigidez, ao longo do comprimento (direção paralela) e largura (direção perpendicular) do painel compensado, em função de uma melhor distribuição das tensões que se desenvolvem durante o carregamento no ensaio de flexão. Essa distribuição melhor das tensões resulta do fato de que, aumentado o número total de lâminas do painel, aumenta também o número de lâminas paralelas no miolo do mesmo, e isso aumenta a resistência e a rigidez na direção perpendicular, em virtude de que a resistência e a rigidez da madeira na direção paralela às fibras é muito maior do que na direção perpendicular.

Para os valores de rigidez, Bortoletto Júnior (2003) faz referência ao valor mínimo de 40789 kgf/cm² estipulado pela Norma Brasileira NBR 9532 (ABNT, 1986) para painéis compensados utilizados na composição de formas de concreto sem especificações de número de camadas e direção. Levando em consideração a exigência da referida norma, verifica-se que os painéis produzidos com lâminas de *S. amazonicum* das duas proveniências avaliadas, embora coladas com adesivo de baixa resistência à umidade, podem ser aplicadas sem restrição na construção civil, uma vez que para ambas as condições de ensaio, a rigidez apresentada superou o valor mínimo estabelecido, com média geral superior em 36,76% e 1,48% para o MOE paralelo e MOE perpendicular, respectivamente.

A referida norma também faz referência às exigências para compensados de uso naval, estipulando um valor médio mínimo de 61183 kgf/cm² para o MOE, que é atendida pelos compensados de ambas as proveniências, submetidos apenas ao esforço no sentido paralelo à grã das lâminas da capa, com média superior em 5,15% ao valor mínimo, devendo-se levar em consideração esta limitação para esta finalidade. Essa mesma constatação é verificada ao comparar os resultados com os valores de resistência e rigidez em flexão estática registrados no catálogo técnico da ABIMCI para painéis de compensado tropical com espessura de 18 mm, em que os valores em flexão paralela foram superiores em 2,30% e 26%, respectivamente.

Com relação à resistência dos compensados na flexão estática, com a madeira de ambos os plantios avaliados, os valores médios obtidos estão acima do estabelecido pela norma alemã DIN 68705 (1981), citada por Pereyra (1994), que estabelece o valor de 408 kgf/cm² para o MOR paralelo e de 153 kgf/cm² para o

MOR perpendicular, como requisito mínimo para compensados destinados à construção, ou seja, o valor médio geral para os compensados da madeira de *S. amazonicum* são superiores em 9,06% e 54,56%, respectivamente, aos referidos valores de referência.

4. CONCLUSÕES

Os painéis confeccionados com a madeira das proveniências avaliadas diferenciaram-se quanto a taxa de absorção de água. As porcentagens registradas para os parâmetros relacionados à estabilidade dimensional dos painéis compensados produzidos em relação ao de estudos com outras espécies denotam as propriedades superiores da madeira de *S. amazonicum* na manufatura deste tipo de produto;

Não foram registradas diferenças a nível estatístico entre as propriedades mecânicas dos painéis das proveniências avaliadas;

A tensão registrada ao esforço de cisalhamento, superior a 10,2 kgf/cm², tanto para a condição seca como úmida denota a qualidade da colagem dos painéis compensados industriais avaliados, com possível destinação a finalidades de uso interior e intermediário;

De acordo com os resultados obtidos nos ensaios de flexão estática e confrontados com as normas DIN 68705 (1981) e NBR 9532 (1986), os compensados avaliados se colados com adesivo fenólico, tornam-se promissores na aplicação para uso estrutural, sem restrição;

Os compensados avaliados podem ser destinados ao uso naval, com restrição quanto a sua utilização, uma vez que o módulo de elasticidade (MOE), obtidos no ensaio de flexão estática perpendicular não atendeu ao requisito da Norma Brasileira NBR 9532.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9484**: Compensado - Determinação do teor de umidade. Rio de Janeiro, 2011a. 2 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9485**: Compensado - Determinação da massa especifica aparente. Rio de Janeiro, 2011b. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9486**: Compensado - Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro, 2011c. 2 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9535**: Compensado - Determinação do inchamento-Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2011d. 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9533**: Compensado - Determinação da resistência à flexão estática. Rio de Janeiro, 2011e. 5p.

ALMEIDA, R. R.; BORTOLETTO JÚNIOR, G; JANKOWSKY, I. P..Produção de compensados a partir da madeira de clones do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla.***Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 11, n.1, p. 14-24, 2004.

ALMEIDA, N.F.; BORTOLETTO JÚNIOR, G; MENDES, R.F.; SURDI, P.G. Avaliação da madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* para produção de compensados. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 96, p. 435-443, 2012.

ALMEIDA, V.C. **Efeito da adição de carga e extensor nas propriedades do adesivo uréia-formaldeído e dos compensados de pinus e paricá**. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Catálogo técnico de painéis de compensado tropical**. Curitiba, 2007. 4 p.

BORTOLETTO JÚNIOR, G. Produção de compensados com 11 espécies do gênero *Eucalyptus*, avaliação das suas propriedades físico-mecânicas e indicações para utilização. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 63, p. 65-78, 2003.

BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P.; CESARO, A.S.; LIMA, G.P.P.; GONÇALVES, A.N. Germinação de sementes de pinho-cuiabano sob deficiência hídrica com diferentes agentes osmóticos. **ScientiaForestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 78, p. 157-163, 2008.

COLLI, A.; VITAL, B.R.; CARNEIRO, A.C.O.; SILVA, J.C.; CARVALHO, A.M.M.L.; DELLA LUCIA, R.M. Propriedades de chapas fabricadas com partículas de madeira de paricá (*Schyzolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) e fibras de coco (*Cocos nucifera* L.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 333-338, 2010.

EUROPEAN STANDARD.**EN 314-1**: plywood: bonding quality: part 1, test methods. Geneva, 1993a.12 p.

EUROPEAN STANDARD**. EN 314-2**: plywood: bonding quality: part 2, requirements. Geneva, 1993b.5 p.

IWAKIRI, S.; OLANDOSKI, D.P.; LEONHARDT, G.; BRAND, M.A. Produção de chapas de madeira compensada de cinco espécies de Pinus tropicais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 71-77, 2001.

MELO, R.R.; DEL MENEZZI, C.H.S.; PAVAN, B.E.; RODOLFO JÚNIOR, F. Rotary peeling yieldof *Schizolobium amazonicum* (Leguminosae - Caesalpinioideae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 44, n. 3, p. 315-320, 2014.

MONTEIRO, D C.A. **Condições topoclimáticas preferenciais para plantios de paricá (*Schizolobium parahyba* var. amazonicum (Huber ex. Ducke) Barneby) e evidências de desempenho para otimizar a silvicultura em áreas desflorestadas na Amazônia**. 153 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, 2013.

PEREYRA, O. **Avaliação de Madeira de *Eucalyptus dunnii* (Maid) na manufatura de painéis compensados**. 87 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

ROCHA, R.B.; VIEIRA, A.H.; BENTES-GAMA, M.M.; ROSSI, L.M.B. **Avaliação genética de procedências de bandarra (*Schizolobium amazonicum*) utilizando REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viciada).** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2008. 23 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 55).

VIDAURRE, G.B.; CARNEIRO, A.C.O.; VITAL, B.R.; SANTOS, R.; VALLE, M.L.A. Propriedades energéticas da madeira e do carvão de paricá (*Schizolobium amazonicum*). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 365-371, 2012.

VIEIRA, A.H.; LOCATELLI, M.; MENDES, A.M.; PEQUENO, P.L.L.; PACELLI, E.M. **Efeito de fósforo e potássio no desenvolvimento de bandarra (*Schizolobium amazonicum* (Hub) Ducke) em solo de baixa fertilidade no Estado de Rondônia.** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2005. 3 p. (Comunicado Técnico, 291).

Relação e variação longitudinal da massa específica e teor de umidade da madeira de *Parapiptadenia rigida*

Relation and longitudinal variation of specific density and moisture contente of *Parapiptadenia rigida*

Luana Candaten[1]
Eduarda Bandera[1]
Tauana de Souza Mangini[1]
Alcir Vianei Klauck[1]
Dionatan Lázaro de Oliveira Brum[1]
Rômulo Trevisan[1]
Elder Eloy[1]
Jonathan William Trautenmüller[2]

[1]Universidade Federal de Santa Maria, Campus Frederico Westphalen, CEP 98400-000, Frederico Westphalen (RS), luana_candaten@outlook.com; duda_bandera@outlook.com; tauanamangini@yahoo.com; alcirvianei@gmail.com; dionatanlbrum@gmail.com; romulo_trevisan@ufsm.br; elderufsm@gmail.com

[2]Universidade Federal do Paraná, Campus Botânico, CEP 80210-170, Curitiba (PR), jwtraute@hotmail.com

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar a relação e variação longitudinal da massa específica e teor de umidade da madeira de *Parapiptadenia rigida.* Foi amostrado um indivíduo de Angico-vermelho o qual foi seccionado em discos nas posições base (0,10 m), diâmetro à altura de 1,30 m do solo (DAP), 25, 50, 75 e 100% da altura comercial definida pelo primeiro galho vivo para a confecção das cunhas determinando o teor de umidade, massa específica básica e massa específica aparente saturada. A determinação das massas específicas básica e aparente ponderadas foram utilizadas as massas específicas ao longo do fuste, os volumes sem casca entre essas posições e o comercial sem casca da árvore definidos pelo método de Smalian. Os resultados obtidos indicaram uma redução da massa específica básica tanto com o aumento do teor de umidade quanto no sentido longitudinal com relação à altura comercial. O teor de umidade apresentou uma tendência de acréscimo ao longo do fuste, porém sem interferência estatística. A massa específica básica ponderada em função do volume comercial sem casca da espécie, com valor igual a 0,750 g/cm^3, foi caracterizada como moderadamente pesada; já a massa específica aparente saturada ponderada apresentou um valor de 1,240 g/cm^3.
Palavras chave: propriedade física; variação axial; qualidade da madeira; espécie nativa.

Abstract: The objective of this work was to evaluate the relation and longitudinal variation of the specific density and moisture content of *Parapiptadenia rigida* wood. An individual of “red angico” was sampled, which was sectioned into discs at the base positions (0.10 m), diameter at the height of 1.30 m (DBH), 25, 50, 75 and 100% of the defined commercial height by the first live branch for the confection of the wedges determining the moisture content, basic density and saturated apparent density. For the determination of the weighted basic and apparent density we utilized the specific density along the bole, while the tree volumes without bark between these positions and the commercial without bark were defined by the Smalian method. The results indicated a reduction of the basic density in the increase of the moisture content and in the longitudinal sense in relation to the commercial height. The moisture content showed a tendency of increase along the bole, but without statistical interference. The weighted basic density in function of the commercial volume without bark of this species, with a value equal to 0,750 g/cm^3, was characterized as moderately heavy; while the weighted saturated apparent specific density presented a value of 1.240 g/cm^3.
Keywords: physical property; axial variation; wood quality; native species.

1. INTRODUÇÃO

O estudo de espécies nativas apresenta importância no âmbito econômico e ambiental pois, associado a um manejo adequado e sustentável, pode colaborar para a utilização da madeira nos mais variados fins. Aliado a isso soma-se a exploração e demanda crescente por material com qualidade compatível, fato esse que não tem acompanhado a evolução da pesquisa científica (Silva et al., 2009).

Dentre essas espécies de origem nativa destaca-se a família Fabaceae que compreende cerca de 158 gêneros (Polhill, 1994) e, aproximadamente, 2.250 espécies tropicais e subtropicais (Schrire et al., 2005). A *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, pertence à essa família e ao gênero *Anadenanthera*, conhecida popularmente como Angico-vermelho e nativa do Rio Grande do Sul, pode ser considerada uma das mais importantes matérias-primas com relação à qualidade e estética, porém tem escassa literatura a seu respeito.

A caracterização da madeira a partir da determinação de suas propriedades físicas como, por exemplo, a massa específica, é um importante subsídio para o entendimento da qualidade (Oliveira et al., 2005). Assim, essa característica, por ser influenciada por diversos fatores como idade, origem, espaçamento e incremento pode, associada com outras propriedades tecnológicas, indicar o uso correto do material para os mais variados fins (Silva et al., 2015).

De maneira geral, Vale et al., (2005) destacaram que elevados valores de massa específica podem resultar em aumento na dureza do material, assim como uma maior quantidade de lenho por unidade de volume, características vantajosas na confecção de estruturas de madeira e na produção de energia. Já Zaque et al., (2018) relataram que materiais com maior massa específica possuem paredes celulares mais alongadas e lumens menores resultando em poucos espaços vazios e influenciando no seu teor de umidade que, nessas condições, apresenta-se menor.

Além da determinação dessas características, as variações das propriedades físicas nos sentidos medula-casca e base-topo são determinantes e podem servir como indicadores de trabalhabilidade do material nas diferentes posições do tronco. Da mesma forma a obtenção da massa específica básica ponderada é importante para amenizar possíveis erros e alterações que ocorrem nos dispares locais ao longo do fuste da árvore (Bruder, 2012; Gouvêa et al., 2011). Com isso, o objetivo do presente trabalho foi determinar relação e variação longitudinal da massa específica e teor de umidade da madeira de *Parapiptadenia rigida*.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

Para a condução do trabalho um indivíduo de Angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*) foi selecionado e, após o abate, cubado pelo método de Smalian. Em seguida foram amostrados discos com, aproximadamente, 2 cm de espessura nas posições da base (0,10 m), diâmetro à altura de 1,30 m do solo (DAP), 25, 50, 75 e 100% da altura comercial determinada pelo primeiro galho vivo.

O material foi identificado, acondicionado em sacos plásticos e transportado ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, Campus Frederico Westphalen, onde os discos foram imersos em água para a completa saturação das fibras.

Após esse procedimento foram marcadas e seccionadas duas cunhas simetricamente opostas contendo a medula, as quais tiveram seu peso mensurado pelo método gravimétrico e o volume determinado pela da balança hidrostática na condição saturada. Para obtenção do peso seco a 0% de umidade as amostras foram inseridas em estufa à 103 º C até peso constante.

A partir dos dados obtidos foi possível determinar a massa específica básica (Equação 1), a massa específica aparente saturada (Equação 2) as massas específicas básica e saturada ponderadas em função do volume comercial sem casca (Equação 3) e o teor de umidade de base seca (Equação 4), obtidas pela metodologia proposta na ASTM D-143 (1995).

$$\text{Me básica} = \frac{P0\%}{Vv} \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Em que: Me básica = massa específica básica (g/cm^3);
P0% = peso seco em estufa (g);
Vv = volume saturado (cm^3).

$$\text{Mea saturada} = \frac{Ps}{Vv} \qquad \text{(Eq. 2)}$$

Em que: Mea saturada= massa específica aparente saturada (g/cm^3);
Ps = peso saturado (g);
Vv = volume saturado (cm^3).

$$\text{Mex pond} = \frac{\left[\left(\frac{Mex0\%+MexDAP}{2}\right)v1\right]+\left[\left(\frac{MexDAP+Mex25\%}{2}\right)v2\right]+\left[\left(\frac{Mex"i"+Mex"i+1"}{2}\right)v"i"\right]}{vs/c} \qquad \text{(Eq. 3)}$$

Em que: Mex pond = massa específica básica ou saturada ponderada em função do volume sem casca da árvore (g/cm^3);
Mex "i" = massa específica básica ou ponderada na posição "i" (g/cm^3);
v1, v2, v"i" = volume sem casca correspondente a duas posições sucessivas (cm^3); vs/c = volume sem casca da árvore (cm^3).

$$TU = \frac{Pu - P0\%}{P0\%} \times 100 \qquad \text{(Eq. 4)}$$

Em que: TU = teor de umidade (%);
Pu = peso saturado (g);
P0% = peso seco em estufa (g).

Os dados de massa específica básica e aparente saturada foram relacionados com o teor de umidade e a posição ao longo do fuste utilizando análise de regressão para delineamento experimental inteiramente casualizado com o auxílio do software estatístico *Stratgraphics*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As propriedades físicas obtidas podem ser observadas na Tabela 1 onde estão os dados de massa específica básica e massa específica aparente saturada, assim

como o teor de umidade nas respectivas posições em função da altura comercial. A maior massa específica básica encontrada foi a 25% da altura enquanto a menor a 100%.

Tabela 1. Valores médios das propriedades físicas de massa específica básica (Me básica), massa específica aparente saturada (Mea saturada) e teor de umidade em função da posição relativa no sentido base-topo da madeira de *Parapiptadenia rigida*.

Posição relativa (%)	Me básica (g/cm³)	Mea saturada (g/cm³)	Teor de Umidade (%)
1,6	0,750 (±0,023)	1,245 (±0,052)	68,8 (±2,22)
20,8	0,756 (±0,016)	1,264 (±0,044)	68,9 (±0,06)
25	0,770 (±0,018)	1,246 (±0,012)	66,3 (±0,07)
50	0,750 (±0,032)	1,254 (±0,018)	67,4 (±4,62)
75	0,736 (±0,000)	1,212 (±0,049)	68,7 (±1,01)
100	0,721 (±0,012)	1,241 (±0,010)	72,3 (±1,49)

Em que: Números entre parênteses correspondem ao desvio padrão. **Fonte:** Autores.

Já para a massa específica aparente saturada o valor mais elevado foi observado a 20,8%, enquanto o menor a 75% do primeiro galho vivo. Para a característica física de teor de umidade o maior e menor valor ao longo do fuste ocorreram nas posições de 100% e 25%, respectivamente, com média igual 68,7%.

Com relação aos dados de massa específica básica para o indivíduo de Angico-vermelho o intervalo encontrado foi de 0,712 e 0,772 g/cm^3. Já essa propriedade ponderada em função do volume comercial sem casca apresentou um valor igual a 0,750 g/cm^3 que, de acordo com a classificação de Carvalho (1996), por situar-se na amplitude de 0,650 a 0,790 g/cm^3 pode ser considerada moderadamente pesada. A massa específica aparente saturada ponderada foi igual a 1,245 g/cm^3 com valor máximo e mínimo de 1,296 e 1,177 g/cm^3, respectivamente.

A propriedade física de massa específica básica demonstrou uma tendência inversamente proporcional com o acréscimo de umidade no material (Figura 1). Esse comportamento, provavelmente, ocorreu em função da água presente internamente na madeira, que influenciou no tamanho das paredes celulares e lumens regulando as umidades máximas e mínimas, fazendo uma relação direta entre a massa específica e o teor de umidade (Melo, 2013; Vale et al., 2005). Cabe ressaltar que a equação de regressão (Meb=1,12271-0,00551386*TU) apresentou um coeficiente de determinação ajustado (R^2aj.) de 0,50, coeficiente de correlação igual a - 0,74, sendo significativa a 1% de probabilidade de erro (Prob.>Fcal = 0,0093).

A relação da massa específica básica e o teor de umidade observada também foi semelhante ao estudo de Oliveira et al., (2005). De maneira geral, esses dados podem indicar a qualidade mecânica do material pois, conforme estudo desenvolvido por Freitas et al., (2015), quanto maior a condição de umidade da madeira menor sua resistência à flexão estática.

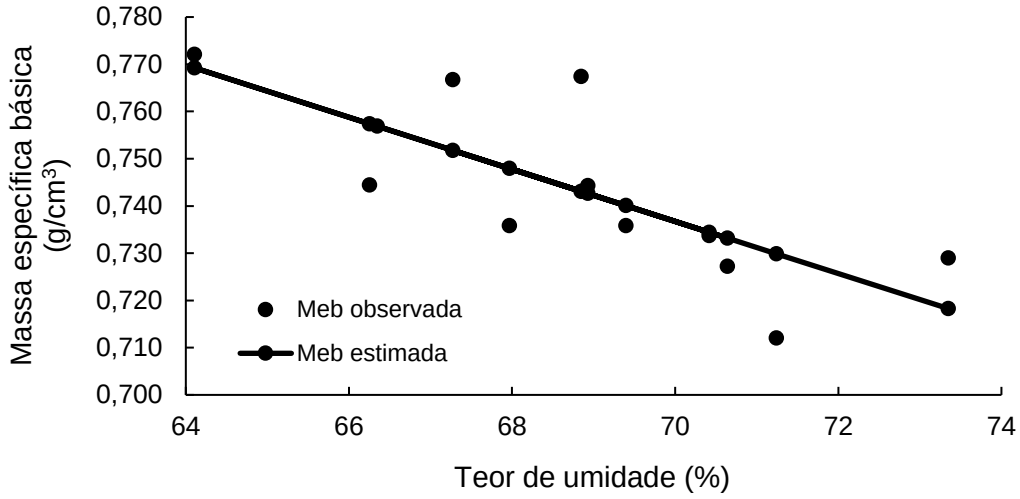


Figura 1. Relação entre a massa específica básica e o teor de umidade na madeira de *Parapiptadenia rigida*. **Fonte:** Autores.

A massa específica básica diminuiu no sentido longitudinal da árvore, ao contrário do teor de umidade que teve uma tendência de acréscimo na condição base-topo (Figura 2).

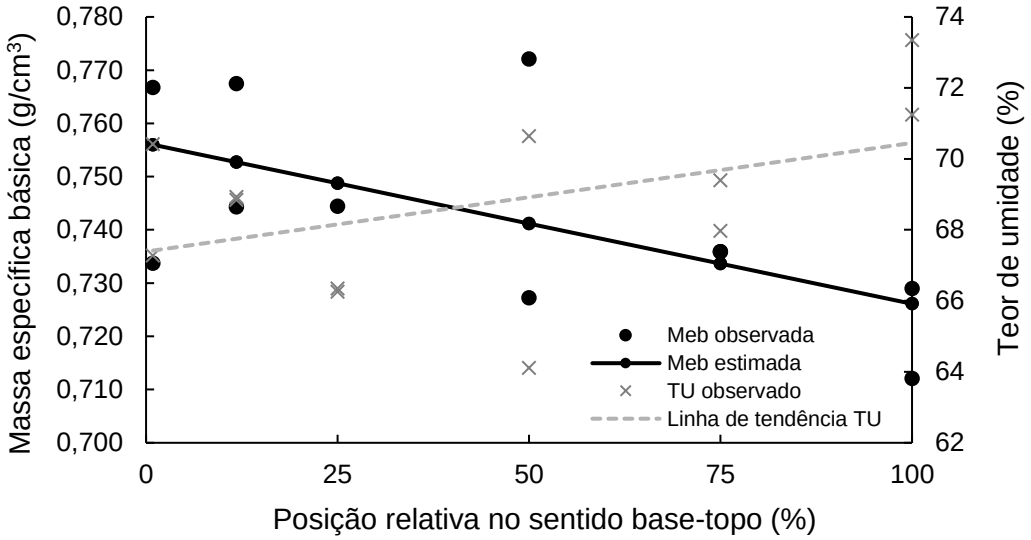


Figura 2. Relação entre a massa específica básica e teor de umidade em função da posição relativa no sentido base-topo na madeira de *Parapiptadenia rigida*. **Fonte:** Autores.

O decréscimo da massa específica básica ao longo do fuste corroborou com a pesquisa de Teixeira et al., (2011) que estudaram essa característica para a madeira de *Anadenanthera peregrina*. A redução a medida em que houve o aumento da altura comercial também foi observada por Trautenmüller et al., (2014) analisando essa mesma propriedade para a madeira de *Cordia americana*.

O teor de umidade apresentou uma tendência de acréscimo no sentido base-topo, porém esse comportamento não foi significativo estatisticamente. Da mesma

forma, a relação entre a massa específica aparente saturada e o teor de umidade não mostrou diferença estatística.

4. CONCLUSÕES

A massa específica básica reduz a medida em que ocorre o aumento o teor de umidade da madeira de *Parapiptadenia rigida* e apresenta esse mesmo comportamento ao longo do fuste da árvore.

O teor de umidade tem uma tendência de aumento no sentido base-topo. A massa específica aparente saturada não é influenciada pelas situações estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 143-94**: standard test methods for small clear specimens of timber. Philadelphia, 1995.

BRUDER, E.M. **Métodos de determinação da densidade básica e aparente da madeira de *Eucalyptus* sp.** 2012. 113 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Botucatu.

FREITAS, T. P.; FEUCHARD, L. D.; OLIVEIRA, J. T. S.; PAES, J. B.; ARANTES, M. D. C. Caracterizações anatômica e físico-mecânica da madeira de *Liquidambar* sp. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n. 4, p. 723-734, 2015.

GOUVÊA, A. F. G; TRUGILHO, P. F; GOMIDE, J. L.; SILVA, J. R. M.; ANDRADE, C. R.; ALVES, I. C. N. Determinação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus* por diferentes métodos não destrutivos. **Revista árvore**, v. 35, n. 2, p. 349-358, 2011.

MELO, R. R. de. Estabilidade dimensional de compostos de madeira. **Ciência da Madeira**, v. 04, n. 02, p. 152-175, 2013.

OLIVEIRA, J. T. S.; HELLMEISTER, J. C.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 115-127, 2005.

POLHILL, R.M. **Classification of the Leguminosae**. In: F.A. Bisby; J. Buckingham & J.B. Harbone (eds.). Phytochemistry dictionary of the Leguminosae. New York, Chapman and Hall, P. 45-54, 1994.

SCHRIRE, B. D.; LEWIS, G. P.; LAVIN, M. Biogeography of the Leguminosae. In: G.P. Lewis; B. Schrire; B. Mackinder & M. Lock (eds.). Legumes of the World. Kew, **Royal Botanic Gardens**, P. 21-54, 2005.

SILVA, L. B.; SANTOS, F. de A. R. dos; GASSON, P.; CUTLER, D. Anatomia e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do Nordeste do Brasil. **Botânica**, 2009.

SILVA, S. J. DA.; VALE, A. T. DO.; MIGUEL, E. P. Densidade básica da madeira de espécies arbóreas de Cerradão no estado de Tocantins. **Pesquisa Florestal Brasileira**, 2015.

TEIXEIRA, B. M. DOS R.; EVANGELISTA, W. V.; SILVA, J. DE C.; LUCIA, R. M. D. Avaliação radial e longitudinal das propriedades mecânicas e da massa específica básica da madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) (Speg.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 92, p. 463-468, 2011.

TRAUTENMÜLLER, J. W.; BALBINOT, R.; BORELLA, J.; TREVISAN, R.; BALESTRIN, D.; VENDRUSCULO, R.; SABADINI, A. M. Variação longitudinal da massa específica básica da madeira

de *Cordia americana* e *Alchornea triplinervia*. Ciência Rural, Santa Maria, v. 44, n. 5, p. 817-821, 2014.

VALE, A. T. DO.; ROCHA, L. R.; MENEZZI, C. H. S. D. Massa específica básica da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* cultivado em cerrado. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 387-394, dez. 2009.

VALE, A. T. DO.; SARMENTO, T. R.; ALMEIDA, A. N. Caracterização e uso de madeiras de galhos de árvores provenientes da arborização de Brasília, DF. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 411-420, 2005.

ZAQUE, L. A. M.; FERREIRA, M. D.; MELO, R. R. Variação radial e longitudinal da massa específica básica da madeira de *Araucaria angustifolia* com diferentes idades. **Pesquisa Florestal Brasileira**, 2018.

Secagem de Folhas de *Astroeupatorium laetevirens (*Hook. &Arn.) R.M.King&H.Rob.: Efeito sobre Rendimento e Composição Química do Óleo Essencial

Drying of *Astroeupatorium laetevirens* (Hook. &Arn.) R.M.King&H.Bob Leaves: Effect on Yield and Chemical Composition of Essential Oil

Bibiana Fontana Batista[1]
Berta Maria Heizmanm[1]
Carlos Garrido Prinheiro[2]
Nadia Helena Bianchini[1]
Alana Silveira Palvlack[1]
Bruno Silva de Oliveira[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Av. Roraima, nº 1000, ufsm.br. Prédio 44 (subsolo, sala 5015); bibianafbat@gmail.com; berta.heinzmann@gmail.com; nhbianchini@gmail.com; aspavlack@gmail.com; bruno.s.o.blink@gmail.com

[2]UFSM, Av. Roraima, nº 1000, Prédio 70; pinheiro.gcarlos@gmail.com
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Av. Roraima, nº 1000, ufsm.br.

Resumo: As plantas são ricas fontes de compostos bioativos, com diferentes aplicações nos mais diversos âmbitos da sociedade. O presente estudo objetiva avaliar o rendimento e a composição química do óleo essencial (OE) extraído de folhas secas e frescas de *Astroeupatorium laetevirens*, visando analisar a influência da secagem sobre estes parâmetros. Após a coleta, parte das folhas foram secas em local fechado, e temperatura controlada (23± 2°C) por 7 dias. O OE foi obtido por hidrodestilação por 3 h, em duplicata, e o rendimento foi calculado em porcentagem (m/m%). A análise da composição química foi feita por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas e cromatografia gasosa com detector por ionização de chama. O rendimento do OE para folhas frescas e secas foi de 1,24 e 3,53%, respectivamente. A composição química não foi influenciada pelo processo de secagem. Dos componentes encontrados grande parte pertence à classe química dos hidrocarbonetos monoterpênicos (77,37%). Os constituintes majoritários identificados foram β-pineno, (48,62%), além de α-pineno (13,28%) e D-limoneno (5,5%). Através deste estudo foi observado que o processamento do material vegetal pós-colheita através de secagem possibilitou otimizar o rendimento do OE de *A. laetevirens*.
Palavras-chave: Asteraceae, extrativos, monoterpeno, β-pineno.

Abstract: Plants are rich sources of bioactive compounds, with different applications in the most diverse spheres of society. The present study aims to evaluate the yield and chemical composition of essential oil (EO) extracted from fresh and dry leaves of *Astroeupatorium laetevirens*, in order to analyze the influence of drying on these parameters. After collection, leaves were dried indoors, under controlled temperature (23 ± 2°C) for 7 days. OE was obtained by hydrodistillation for 3 h in duplicate, and the yield was calculated as a percentage (m/m%). The chemical composition analysis was performed by gas chromatography coupled to mass spectrometry and gas chromatography with flame ionization detector. EO yield for fresh and dry leaves was 1.24 and 3.53%, respectively. The drying process did not influence the chemical composition of EO. Of the components found, most belong to the chemical class of monoterpene hydrocarbons (77.37%). The major constituents identified were β-pinene, (48.62%), as well as α-pinene (13.28%) and D-limonene (5.5%). Through this study, it was observed that the post-harvest processing of the plant material through drying allowed optimizing the yield of *A. laetevirens* EO.
Key words: Asteraceae, extractive, monoterpene, β-pinene.

1.INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais (OEs) são misturas de componentes voláteis, odoríferos, lipofílicos, líquidos à temperatura ambiente, obtidos de vegetais (HEINZMANN et al., 2017). Possuem diversas atividades biológicas descritas na literatura, como inseticida, sendo que seus constituintes podem ter ação neurotóxica, repelente, acaricida, atuando também contra artrópodes. Ademais, podem ter ação antifúngica, além de potencial utilização no manejo integrado de pragas em cultivos agrícolas (ISMAN e MACHIAL, 2006). Dentre as famílias do reino vegetal que possuem maior importância comercial e são mais utilizadas e estudadas, devido a propriedades relacionadas aos óleos essenciais que produzem, pode-se destacar as famílias Asteraceae, Lauraceae, Rosaceae, Myrtaceae, Lamiaceae e Poaceae (SOUZA, 2007).

As espécies da família Asteraceae são reconhecidas por suas propriedades aromáticas, seus usos terapêuticos e em cosméticos, além de usos medicinais, subsidiando recursos para o desenvolvimento de novos produtos como fármacos, além de pesticidas. Esta família compreende em torno de 1.100 gêneros e 25.000 espécies, sendo o grupo mais numeroso dentro das Angiospermas. As plantas que pertencem à família Asteraceae geralmente são de pequeno porte, formando de arbustos a pequenas árvores, estas são em grande parte cosmopolitas, porém os principais habitats em que são encontradas estão em regiões tropicais e montanhosas (VERDI et al. 2005).

Segundo Sellami et al. (2011) o uso dos compostos provindos de plantas medicinais pela população mundial é expressivo e crescente, desta forma a demanda por espécies e seus constituintes com bioatividades descritas, reforça a necessidade de processar maior quantidade de material vegetal, sendo que a secagem pode vir a propiciar esta maximização na produção. Além disso, o aumento do uso dos processos de secagem atinge diversas linhas tecnológicas, como na indústria alimentícia e de biotecnologias, demonstrando a importância e o interesse prático do estudo do processamento do material vegetal utilizado.

As plantas, geralmente, possuem grande quantidade de água que varia conforme a espécie e seu período vegetativo. Para a comercialização de partes de plantas para diferentes finalidades, como por exemplo, para fins medicinais e condimentares, muitas vezes é necessário realizar a secagem do material vegetal. Considerando este aspecto, estudos de métodos de secagem e suas possíveis influências sobre as características dos extrativos, como rendimento e composição química, possuem grande importância para embasar possíveis inferências sobre sua quantidade e qualidade (EBADI et al., 2015).

Ainda, podem ocorrer algumas mudanças nas concentrações dos compostos voláteis durante os processos de secagem, estas podem estar ligadas a diferentes fatores como o método utilizado e as características do material vegetal a ser submetido à secagem, entre outros (VENSKUTONIS, 1997). Da mesma forma, observa-se que a secagem e os métodos utilizados podem ter influência também sobre a liberação ou retenção dos compostos voláteis presentes no material vegetal (SELLAMI et al., 2011). Para alguns autores, a secagem pode aumentar a vida útil do produto final, retardando o crescimento de micro-organismos e prevenindo algumas reações bioquímicas, que também podem alterar as características do mesmo (DÍAZ-MAROTO et al., 2003).

Portanto, o presente estudo tem como objetivo verificar os possíveis efeitos da secagem de folhas sobre rendimento e composição química do óleo essencial extraído de *Astroeupatorium laetevirens (*Hook. &Arn.) R.M.King&H.Rob.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 **Material vegetal e local de coleta**

As folhas de *A. laetevirens* foram coletadas na primavera no ano de 2015, em área rural destinada ao pastoreio, localizada no distrito de Fontana Freda, no município de Jaguari (Rio Grande do Sul, Brasil), sob as coordenadas geográficas 29°26' Sul e 54°40' Oeste. Os exemplares da espécie apresentavam-se com porte herbáceo e distribuídos em manchas na área de coleta. A espécie foi identificada pela Engenheira Florestal Bianca Schindler e uma exsicata foi encaminhada ao Herbário do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria. O clima da região onde foi feita a coleta é do tipo *Cfa* (Köppen), com chuvas distribuídas em todos os meses do ano, com temperatura do mês mais frio entre -3 °C e 18 °C e do mês mais quente superior à 22 °C. A fitogeografia da área é pertencente à Floresta Estacional Decidual e o relevo é caracterizado como levemente ondulado, predominando solo Argissolo Vermelho (MORENO, 1961; WREGE et al., 2011; STRECK et al., 2008).

2.2 **Secagem do material vegetal e obtenção do óleo essencial**

Parte das folhas coletadas da espécie foi seca à sombra, em ambiente fechado e coberto, com temperatura de 23 ±2 ºC pelo período de sete dias. Os materiais vegetais fresco e seco foram submetidos separadamente à hidrodestilação em aparelho Clevenger modificado, pelo período de 3 horas (FARMACOPEIA BRASILEIRA, 2010) para a obtenção dos óleos essenciais. Posteriormente, através da razão entre as massas dos extrativos obtidos e as massas de folhas utilizadas, foram determinados seus rendimentos. As densidades foram calculadas considerando-se a razão entre massa e volume dos OEs obtidos. Para ambos os casos, os procedimentos foram realizados em duplicata.

2.3 **Análise da composição química do óleo essencial**

As composições químicas dos OEs foram analisadas quantitativamente através de cromatografia gasosa (CG) em cromatógrafo gasoso 7890A (Agilent) equipado com detector por ionização de chama (DIC). Para a realização do procedimento foi utilizada coluna capilar de sílica HP-5 (5% fenil, 95% metilsiloxano; 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm de espessura de fase), com o gás de arraste Hélio (1 mL/min) e o volume de injeção das amostras 2,0 µL (2:1000 em hexano; v/v) em modo *splitless*. A temperatura inicial do forno foi de 40 °C, mantida isotermicamente por 4 min. e, gradualmente, elevada até 320 °C à 4 °C/min. O tempo total de cada análise foi de 76 min., em que injetor e detector foram operados à 300 °C (PINHEIRO, 2014). As análises qualitativas das amostras foram realizadas em um cromatógrafo gasoso 7890A acoplado a um detector de espectrometria de massas Agilent modelo 5975C, com ionização por impacto de elétrons a 70 eV, utilizando coluna capilar HP5-MS, com as mesmas dimensões citadas para a CG-DIC. As temperaturas do injetor,

interface, fonte de íons e detector foram mantidas a 250 °C, 280 °C, 230 °C e 150 °C, respectivamente. O modo Scan, na faixa de massas de 40 a 320 uma, foi utilizado para confirmação dos espectros de massas. O Hélio (1 mL/min.) foi usado como gás de arraste e o aquecimento do forno foi programado da mesma forma descrita anteriormente (PINHEIRO, 2014). A identificação dos constituintes dos OE foi feita por comparação dos índices de retenção de Kovats (IR), calculados através de uma curva padrão de *n*-alcanos (C8-C32), injetados nas condições descritas anteriormente e pela fragmentação dos espectros de massas com os dados documentados nas espectrotecas (ADAMS, 2009; NIST, 2010). Todas as análises cromatográficas dos OE foram realizadas através do *software* MS Chemstation Data Analysis (Agilent Technologies, versão 2.0).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com dados da literatura, representantes da família Asteraceae contêm óleos essenciais em tricomas glandulares (STICHER et al. 2015). No entanto, não foram encontrados relatos da descrição morfoanatômica das estruturas secretoras de OE em *A. laetevirens*. Informações correspondentes foram encontradas para outra espécie do gênero, *A. inulifolium*, para a qual Tosoratto et al. (2016), descreveram a presença de tricomas glandulares do tipo filiforme capitado. A ocorrência de OE em estruturas de estocagem na superfície, mais especificamente em tricomas glandulares, sugere o processamento de material vegetal fresco para sua extração. No entanto, caso se opte pela secagem prévia do material vegetal, esta não deve ser realizada com aquecimento, uma vez que as perdas de componentes voláteis, geralmente, são frequentes (SCHINDLER; HEINZMANN, 2017).

Para *A. laetevirens*, encontram-se poucos estudos relacionados às características químicas do seu OE. Souza (2007) identificou as composições de OEs de espécies do gênero *Eupatorium* L., coletando material vegetal em diferentes cidades no estado do Rio Grande do Sul. O autor analisou o extrativo obtido de folhas frescas e inflorescências de *A. laetevirens*, extraídas conjuntamente devido à escassez de material, a partir de coleta realizada em uma população localizada na cidade de Canela, no outono, obtendo rendimento de 0,2%. No presente estudo, o OE de folhas frescas da espécie apresentou rendimento de 1,24% e densidade de 0,8440 g/ml, entretanto, a coleta foi realizada na primavera, além de ocorrer em uma população localizada em Jaguari. A diferença observada nos rendimentos pode estar relacionada ao fato dos extrativos deste estudo terem sido obtidos apenas de folhas e as coletas efetuadas em locais e épocas do ano diferentes, considerando que estas estão ligadas a diferenças de temperatura, radiação solar, condições hídricas, entre outros fatores que influem no comportamento e fisiologia das plantas (GOBBO-NETO e LOPES, 2007; TAIZ e ZEIGER, 2004).

A secagem de plantas antes da obtenção dos extrativos é geralmente considerada benéfica, uma vez que a diminuição do teor de água aumenta a estabilidade química e microbiológica do material vegetal (GONELI et al., 2014). Entretanto, para plantas com potencial produtor de OE, recomenda-se que as técnicas de secagem sejam criteriosas, considerando as características do extrativo e as estruturas produtoras, secretoras e de armazenamento dos mesmos, uma vez que procedimentos inadequados podem ocasionar a perda dos componentes de maior volatilidade e/ou degradação de constituintes (SILVA et al., 2015).

Através das análises cromatográficas do OE de folhas frescas de *A. laetevirens*, foi possível identificar 19 constituintes, representando 93,13% da composição total (Tabela 1).

Tabela 1.Composições químicas dos óleos essenciais obtidos de folhas frescas e secas de *Astroeupatorium laetevirens*.

Constituinte	IK ff	IK fs	IK lit	%		Classe
				Folhas Frescas	Folhas Secas	
α-Tujeno	926	926	925	0,45	0,67	HM
α-Pineno	934	934	933	13,28	14,52	HM
Sabineno	971	971	-	1,21	-	HM
Canfeno	-	946	945	-	1,23	HM
β-Pineno	981	-	977	49,83	54,43	HM
Mirceno	992	992	990	2,59	2,27	HM
α-Terpineno	1015	1015	1016	1,11	1,06	HM
Limoneno	1029	-	1029	5,50	-	HM
3-Careno	-	1028	1031	-	5,44	HM
β-*Z*-Ocimeno	1049	-	1045	1,34	-	HM
β-*E*-Ocimeno	-	1049	1046	-	1,00	HM
γ-Terpineno	1058	1058	1058	1,24	1,18	HM
Terpinoleno	1087	1087	1085	0,82	0,76	HM
4-Terpineol	1176	1176	1177	0,29	0,37	MO
α-Copaeno	1377	1376	1376	0,38	0,40	HS
β-Bourboneno	1386	-	1387	0,13	-	HS
β-Cubebeno	1393	-	1388	0,68	-	HS
ß-Cariofileno	1422	1421	1419	5,31	4,70	HS
α-Bergamoteno	-	1430	1433	-	0,83	HS
α-Cariofileno	1456	1455	1455	1,53	1,48	HS
Germacreno D	-	1479	1478	-	0,72	HS
α-Cubebeno	1483	-	1483	3,37	-	HS
γ-Cadineno	1493	1498	1491	0,33	2,03	HS
Biciclogermacreno	1499	-	1493	2,92	-	HS
α-Muroleno	1497	-	1499	-	0,45	HS
δ-Cadineno	1515	1517	1516	0,27	1,08	HS
Espatulenol	1580	-	1577	0,56	-	SO
Composição total identificada				**93,13**	**94,61**	

Em que: IK ff= Índice de kovats obtido para o óleo essencial de folhas frescas; IK fs= Índice de kovats obtido para o óleo essencial de folhas secas; IK lit = Índice de kovats encontrado na literatura; HM= Hidrocarbonetos monoterpênicos; MO= Monoterpenoides oxigenados; HS= hidrocarbonetos sesquiterpênicos; SO= Sesquiterpenoides oxigenados.

Entre os componentes encontrados, 77,37% pertencem à classe química dos hidrocarbonetos monoterpênicos. Foi identificado como majoritário o β-pineno, correspondendo a 49,83% do OE. Também se destacam o α-pineno, limoneno e o ß-cariofileno com percentuais de 13,28; 5,5 e 5,31%, respectivamente.

Apresentando teores acima de 1%, também foram caracterizados o sabineno (1,21%), mirceno (2,59%), α-terpineno (1,11%), β-*Z*-ocimeno (1,34%), γ-terpineno (1,24%), α-cariofileno (1,53%), α-cubebeno (3,37%) e biciclogermacreno (2,92%).

No estudo efetuado por Souza (2007) foram identificados 31 constituintes atingindo um total de 92,3% da composição do OE e destes 76,6% foram representantes da classe dos hidrocarbonetos sesquiterpênicos. Os compostos majoritários encontrados pelo autor foram β-sesquifelandreno (29,3%), seguido por β-cariofileno (16,2%), mirceno (8,6%), germacreno D (8,9%) e δ-elemeno (7,0%). Ainda em sua composição, foram identificados, em baixas percentagens, os compostos β-pineno (0,7%) e α-pineno (0,4%), encontrados no presente estudo, entretanto, como majoritários.

Ao extrair os OE de folhas das espécies representantes de Asteraceae *Eupatorium spathulatum* Hook. &Arn. e *Eupatorium polystachyum* DC., Souza (2007) obteve rendimentos de, respectivamente, 0,6 e 1,6%. As composições químicas foram semelhantes entre as espécies, predominando os hidrocarbonetos monoterpênicos, com percentuais de 56,8 e 58,9%, respectivamente. As composições dos extrativos de *E. spathulatum*e *E. poystachyum* apresentaram, como majoritários o α-pipeno (7,0 e 11,6%), β-pineno (14,9 e 24,1%), limoneno (12,2 e 13,1%) e *E*-β-ocimeno (13,3 e 2,3%), constituintes também detectados no OE de *A. laetevires*, no presente trabalho. Muitos são os fatores que podem estar relacionados a diferenças no conteúdo dos metabólitos secundários, assim como diferenças nos quimiotipos. Podem ser considerados fatores influentes a sazonalidade, o microclima, condições atmosféricas e de altitude, diferenças genéticas ou evolutivas dos indivíduos de mesma espécie, populações distintas, entre outros (GOBBO-NETO e LOPES, 2007; TREZZI et al., 2016).

O OE de folhas secas de *A. laetevirens* demonstrou rendimento de 3,53% e densidade de 0,8028 g/ml. Através da caracterização química do extrativo, foi possível identificar 19 constituintes, representando 94,61% (Tabela 1). Assim como no OE de folhas frescas, a classe química mais abrangente foi a de hidrocarbonetos monoterpênicos, com cerca de 82,56%. O constituinte majoritário detectado foi o β-pineno (54,43%), seguido de α-pineno (14,52%), 3-careno (5,44%) e β -cariofileno (4,70%). Também se destacaram com teores acima de 1% o mirceno (2,27%), γ-cadineno (2,03%) α-cariofileno (1,48%), canfeno (1,23%), γ-terpineno (1,18%), δ-cadineno (1,08%), α-terpineno (1,06%) e β-*E*-ocimeno (1,00%).

A comparação das composições químicas dos OE de folhas frescas e secas de *A. laetevirens* indica pequenas diferenças e estas aparecem preponderantemente nas percentagens dos constituintes. Desta forma, a secagem à sombra em local coberto e à temperatura ambiente pode ser utilizada no processamento pós-colheita para a espécie em estudo.

4. CONCLUSÕES

O rendimento do OE de folhas secas de *A. laetevirens* foi maior do que o detectado para folhas frescas. O OE de folhas frescas neste estudo demonstrou um rendimento cerca de cinco vezes superior ao descrito anteriormente para partes aéreas desta espécie. A secagem não influiu drasticamente na composição química do OE, sendo que o constituinte majoritário permaneceu o mesmo. A composição química do OE descrita neste estudo detectou como classe majoritária de constituintes os monoternepoides, diferindo de relato anterior para a espécie.

REFERÊNCIASBIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy.** Illinois: Allured Publishing Corporation, 2009. 804 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Farmacopéia brasileira.** 5. ed. Brasília: ANVISA, 2010.

DÍAZ-MAROTO, M. C. et al. Influence of Drying on the Flavor Quality of Spearmint (*Mentha spicata*L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 1265-1269, 2003.

EBADI, M.T., et al., Influence of different drying methods on drying period, essential oil content and composition of *Lippiacitriodora* Kunth. **J. Appl**. **Res. Med. Aromat. Plants,** 2015.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, p. 374-381, 2007.

GONELI, A. L. D. et al. Modelagem matemática e difusividade efetiva de folhas de aroeira durante a secagem. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 56-64, 2014.

HEINZMANN, B. M.; SPIZER, V.; SIMÕES, C. M. O. Óleos voláteis. In: **Farmacognosia – do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. p. 167-184.

ISMAN M. B. Neem and other botanical insecticides: barriers to commercialization. **Phytoparasitica**, v. 25, p. 339–344, 1997.

ISMAN, M. B.; MACHIAL, C. M. Pesticides based on plant essential oils: from traditional practice to commercialization. **Naturally Occuring Bioactive Compounds,** v. 3, p. 29−44, 2006.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961, p.42.

NIST**. NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library & Search Program.** Hoboken: John Wiley & Sons, 2009.

PINHEIRO, C. G. **Óleo essencial de *Hesperozygis ringens* (BENTH.) Epling: variabilidade do rendimento, composição química e atividades biológicas.** 2014. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

SCHINDLER, B.; HEINZMZNN, B. M. *Piper gaudichaudianum* Kunth: seasonal characterization of the essential oil chemical composition of leaves and reproductive organs. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 2017 .

SILVA, D. T. et al. Análise do efeito da sazonalidade sobre o rendimento do óleo essencial das folhas de *Nectandra grandiflora* Nees. **Rev. Árvore,** v. 39, n. 6, p. 1065-1072, 2015.

SOUZA, T. J. T. **Determinação da composição química e avaliação preliminar das atividades antioxidadante e anticolinesterásica dos óleos voláteis de espécies de *Eupatorium* L. (Asteraceae**). 2007. 225f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

STICHER, O.; HEILMANN, J.; ZÚNDORF, I**. Hänsel / SticherPharmakognosie Phytopharmazie.**10. Aufl. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 2015.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Emater-RS / Ascar, 2008. 222 p.

SELLAMI, I. H. et al. Qualitative and quantitative changes in the essential oil of *Laurus nobilis*L. leaves as affected by different drying methods. **Food Chemistry**, v. 126, p. 691-697, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. São Paulo: Artmed, p. 309-319, 2004.

TOSORATTO, N.; COSA, M. T.; DELBÓN, N. Morfoanatomía e histoquímica de cuatro Asteraceae nativas Del Bosque Chaqueño Serrano (Cordoba, Argentina). **Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica**, v. 51, n. 4, 2016.

TREZZI, M. M. et al. Allelopathy: driving machanisms governing its activity in agriculture. **Journal of Plant Interactions**, v. 11, n. 1, p. 1-20, 2016.

VENSKUTONIS, P. R. Effect of drying on the volatile constituents of thyme *(Thymus vulgaris* L.) and sage *(Salvia oficinalis*L.). **Food Chemistry**, v. 59, p. 219-227, 1997.

VERDI, L. G.; BRIGHENTE, M. C.; PIZZOLATTI, M. G. Gênero *Baccharis* (Asteraceae): aspectos químicos, econômicos e biológicos. **Quimica Nova**, v. 28, n. 1, p. 85-94, 2005.

WREGE, M. S. et al. **Atlas Climático da Região Sul do Brasil**: Estagos do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Editores Técnicos). Pelotas/ Colombia: Embrapa Clima Temperado/ Embrapa Florestas, 2011. 336p.

Trabalho produtivo e rendimento no desdobro de *Eucalyptus* spp. em uma serraria em Curitibanos, SC

Productive work and yield of sawing of *Eucalyptus* spp. in a sawmill in Curitibanos, SC

Ana Cristina Moura Jorge[1]
Karina Soares Modes[1]
Fernando Carniel França[1]
Magnos Alan Vivian[1]
Marina Sbardella[1]

[1] Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Rodovia Ulysses Gaboardi, km 3, Curitibanos, SC, annamouraj@gmail.com, karina.modes@ufsc.br, fernandocarniel31@gmail.com, magnosalan@ufsc.br, marina.sba@hotmail.com

Resumo: A análise do desempenho operacional das serrarias é importante para se detectar o impacto que a sequência das atividades, tipo e estado do maquinário, qualidade da matéria-prima e procedimentos de desdobro promovem na redução da produtividade. O estudo quantificou o trabalho produtivo e o rendimento em madeira serrada de toras de *Eucalyptus* spp. por uma serraria de pequeno porte localizada em Curitibanos, SC. Na avaliação do trabalho produtivo foram conduzidas observações sistemáticas das atividades de processamento da madeira em serra fita. Para avaliação do rendimento em madeira serrada as toras foram distribuídas em três classes de diâmetro. O trabalho produtivo médio foi de 41,8%, inferior ao valor mínimo sugerido pela literatura que é de 75%, sendo que os principais problemas que afetaram o trabalho produtivo foram o arranjo e a movimentação da matéria-prima. O rendimento médio no desdobro foi de 34,59%, sendo registrada uma porcentagem de 28,68% para a menor classe de diâmetro, 29,59% para a classe intermediária e 45,50% para a maior classe. Embora tenha sido observado um aumento no percentual de rendimento com o incremento no diâmetro das toras, as classes de diâmetro avaliadas não diferiram quanto o percentual de rendimento registrado.
Palavras-chave: classes de diâmetro, madeira serrada, produtividade, amostragem do trabalho

Abstract: The analysis of the operational performance of the sawmills is important to detect the impact that the sequence of the activities, type and state of the machinery, quality of the raw material and procedures of sawing promote in the reduction of the productivity. The study quantified the productive work and wood yield of logs of *Eucalyptus* spp. by a small sawmill in Curitibanos, SC. In the evaluation of the productive work were carried out systematic observations of the activities of wood processing in band saw. To evaluate the yield of sawn wood the logs were distributed in three diameter classes. The average productive work was 41.8%, lower than the minimum value suggested by the literature that is 75%, and the main problems that affected the productive work were the arrangement and the movement of the raw material. The average yield was 34.59%, with a percentage of 28.68% for the smallest diameter class, 29.59% for the intermediate class and 45.50% for the largest class. Although an increase in the yield percentage was observed with the increase in log diameter, the diameter classes evaluated did not differ as to the percentage of yield recorded.
Key words: diameter classes, lumber, productivity, work delay ratio

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2017) o total de árvores plantadas em 2016 foi de 7,84 milhões de hectares, aumento de 0,5 % em comparação ao ano anterior, decorrente do acréscimo de áreas convertidas em plantios de *Eucalyptus* spp.

Apesar de o estado de Santa Catarina apresentar maior concentração de plantios do gênero *Pinus*, a taxa de crescimento anual de área plantada deste gênero não é significativa (apenas 1,9% a.a.) em contrapartida o gênero *Eucalyptus* apresentou maior crescimento durante os últimos anos, da ordem de 10,9% a.a. sobre menor base plantada em relação ao *Pinus* (ACR, 2016). Segundo a mesma fonte o gênero *Eucalyptus* com destinado à madeira serrada tem crescido principalmente junto a produtores florestais independentes nas regiões sul, centro Oeste e Sudeste.

O segmento industrial de madeira serrada agrupa produtos obtidos por meio do processamento mecanicamente da madeira in natura, como tábuas, pranchas, caibros, sarrafos, vigas, ripas e vigotes, normalmente utilizados na construção civil, no transporte de mercadorias e na produção de móveis e componentes de decoração (IBÁ, 2017).

A utilização de *Eucalyptus* spp. em serrarias está em pleno desenvolvimento, no entanto existem algumas questões a serem solucionadas, que diz respeito a falta de conhecimento da própria matéria prima pelos gestores e o uso de equipamentos considerados ultrapassado, incompatíveis com as características da madeira, propensas a possíveis defeitos de desdobro, ocasionando em grandes perdas na produção, atribuídas a geração de grandes quantidades de resíduo e qualidade inadequada do produto final.

Deste modo, faz-se necessário a análise do desempenho operacional das serrarias que trabalham com esta matéria prima especificamente e dentro deste contexto tem-se a avaliação do rendimento e do trabalho produtivo.

O rendimento em madeira serrada está atrelado à lucratividade do empreendimento, e sua avaliação serve como suporte para avaliar o nível de impacto da qualidade da matéria-prima utilizada no processamento, visando a tomada de decisão pela indústria em busca por adequações no processo, seja pela utilização de toras com procedência de plantios manejados e o tipo de maquinário utilizado no processamento. Já a amostragem do trabalho possibilita verificar a proporção de tempo gasto pelas atividades que envolvem o processamento da madeira a fim de dar subsídios para a identificação dos gargalos ao aumento da produtividade.

O resultado das informações coletadas no presente estudo, possibilitará a unidade de processamento avaliada uma análise para posterior tomada de decisão tanto no que se refere a padronização do tipo de matéria-prima que ingressa na produção, como na qualificação da mão de obra e racionalização das atividades com resultados positivos nos lucros, aumento da competitividade de seus produtos e não menos importante no uso racional dos recursos naturais utilizados.

O presente estudo teve por objetivo avaliar o desempenho operacional e o rendimento em madeira serrada em diferentes classes de diâmetro no desdobro de toras de *Eucalyptus* spp. por uma serraria de pequeno porte localizada no município de Curitibanos, SC.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

O presente estudo foi conduzido nas instalações de uma unidade de processamento da madeira no município de Curitibanos, SC, que realiza o desdobro da madeira do gênero *Eucalyptus*, principalmente *Eucalyptus dunnii*, *E. grandis* e *E. saligna* de plantios com idade de 12 anos e diâmetro das toras entre 20 a 50

centímetros. O processamento é de 50 toneladas de toras por dia, o que a classifica como de pequeno porte, segundo Rocha (2002). A serraria é constituída por uma serra fita vertical simples, uma serra horizontal resserradeira, e uma serra refiladeira. Para o estudo foi conduzida a avaliação referente à atividade de desdobro primário na serra fita vertical simples, em virtude da sua importância nos fluxos produtivos.

2.1 **Determinação da amostragem do trabalho**

O método da amostragem do trabalho foi a técnica empregada para quantificar e analisar o trabalho produtivo. Essa técnica foi utilizada devido a sua confiabilidade estatística e por ter sido bem-sucedida na avaliação operacional de serrarias, conforme já relatado no trabalho de Batista et al. (2013).

A amostragem piloto foi realizada no primeiro dia de avaliações, no qual foram conduzidas observações de dois em dois minutos, durante 240 minutos, totalizando 120 observações diretas da linha de produção em cada turno. As atividades observadas na amostragem piloto foram classificadas apenas em trabalho produtivo e tempo perdido. Foi considerado trabalho produtivo aquelas atividades intrínsecas ao processo de desdobro, e que tinham como produto a madeira serrada.

Para cálculo da proporção de trabalho produtivo (P), as atividades classificadas como trabalho produtivo durante a amostragem piloto foram quantificadas e divididas pelo número total de observações. A amostragem real a ser conduzida na linha de produção foi calculada pela Equação 1, proposta por Stevenson (2001).

$$N = \frac{z^2 \times p \times q}{e^2} \qquad \text{(Eq. 01)}$$

Em que: N= número real de observações;
Z= desvio normal padrão para o nível de confiança desejado;
p= proporção determinada na amostragem piloto;
q= 1-p;
e= erro máximo por nível de precisão.

Foi adotado o nível de confiança de 5% e erro máximo de ± 4% da mesma forma que Stevenson (2001).

Calculado o número real de amostras, deu-se prosseguimento a coleta das observações. Da mesma forma que na amostragem piloto foram conduzidas observações sistemáticas com intervalo de 2 min e registro da natureza de cada uma delas em planilha. Após as mesmas foram classificadas em trabalho produtivo e tempo perdido, esta última ainda em trabalho não produtivo, tempo ocioso e demoras, levando em consideração as definições descritas no trabalho de Batista e Carvalho (2007).

2.2 **Determinação do rendimento em madeira serrada**

Para o desenvolvimento do estudo foi selecionada de forma aleatória uma pilha de toras no pátio da empresa no qual foi conduzida a análise da diversidade de diâmetro existente e a possibilidade de separação dos mesmos em classes. As toras com comprimento final já dimensionado (2,90 m) foram, em número de 5 (cinco), separadas nas seguintes classes de diâmetro (17,0 a 20,0), (22,0 a 25,0 cm) e (27 a 30 cm). A determinação do diâmetro foi realizada por meio da média dos valores registrados nas duas extremidades com auxílio de uma trena, precedida da remoção

da casca nas posições de avaliação. O processamento das toras resultou na produção de peças de madeira serrada com larguras nominais de 50, 90, 108 e 160 mm e espessura nominal de 22 mm.

Para a avaliação do rendimento em madeira serrada foi utilizado um total de quinze toras, e conduzida à determinação do volume em que cada peça produzida teve a espessura (registrada em 6 pontos distintos da tábua), largura (3 medidas ao longo do comprimento da peça) e comprimento mensurado. O volume total de madeira serrada foi determinado pela somatória do volume de cada tabua produzida em cada classe de diâmetro avaliada.

O rendimento em madeira serrada por classe de diâmetro foi obtido a partir da razão entre o volume de madeira convertido em tábuas (m³) obtido de determinada tora e o volume inicial da tora (m³) pertencente a cada classe de diâmetro, da mesma forma que Anjos e Fonte (2017).

Na avaliação do rendimento em madeira serrada foi empregado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos e cinco repetições (toras) para cada tratamento. Efetuou-se a análise de variância (ANOVA), com posterior comparação de médias pelo teste de Tukey, em nível de 1% e 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de observações necessárias para atender as condições estatísticas propostas pelo presente estudo foi de 583 avaliações. Foi adotado um total de 720 observações no decorrer de 3 dias (2 turnos diários), contabilizando o período da amostragem piloto. Essa medida visou diminuir o erro amostral já que de acordo com Batista et al. (2013), quando o número de amostras tomadas for superior à calculada, considerando a amostragem piloto, aumenta-se a confiabilidade estatística da amostragem.

Os dados representados na Figura 1 indicam que a serra passou em média 41,80% do tempo em atividade produtiva.

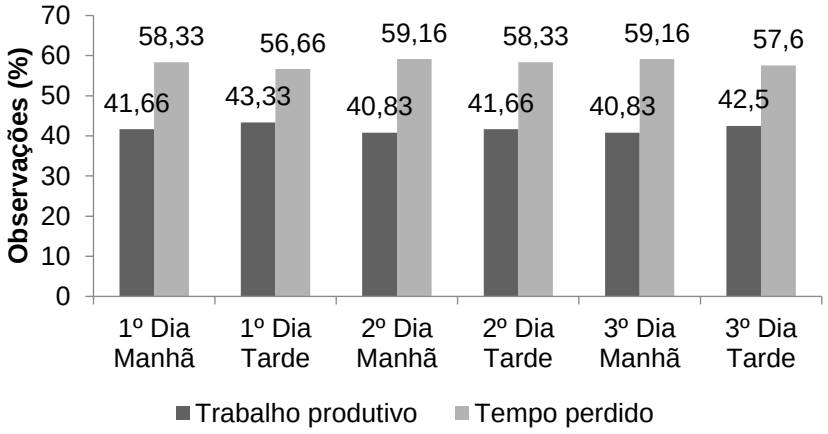


Figura 1. Porcentagens de trabalho produtivo e tempo perdido por turno de avaliação.

Este resultado é inferior ao valor mínimo de 75% sugerido por Martins e Laugeni (2003) apud Batista e Carvalho (2007) com tolerância para necessidades pessoais dos operadores em torno de 5% e 20% para alívio da fadiga. A porcentagem de trabalho produtivo registrada é inferior à média de 69,6% obtida por Silva (2010), aos

90% observado por Abreu et al. (2005) que encontraram um valor médio de 90% de trabalho produtivo no processamento de espécies tropicais. Observa-se que a porcentagem registrada no presente estudo foi superior à relatada por Batista e Carvalho (2007) (28,60%) avaliando as atividades também de uma serra fita vertical simples, com a espécie de *Eucalyptus*.

Ao contrário de Batista e Carvalho (2007) e Abreu et al. (2005) que encontraram uma porcentagem maior do trabalho produtivo no período matutino devido a menor incidência de avarias nos maquinários e necessidades de trocas de serras, houve predominância de um maior tempo de trabalho produtivo no período da tarde, o que pode ser atribuído aos problemas mecânicos que foram observados sempre no período da manhã e a falta de matéria-prima, que na maioria das vezes ocorreu nesse mesmo período.

O baixo desempenho da serraria em estudo em relação aos estudos utilizados para comparação pode ser explicado pelo fato da serraria avaliada apresentar baixo nível de mecanização e automação da linha de produção.

Observou-se a predominância de maior porcentagem de demoras (53%) em relação ao trabalho não produtivo e o tempo ocioso (Figura 2A), assim como Batista (2007), que encontrou valores semelhantes, em que as demoras contribuíram com maior parte do tempo perdido médio (50,71%).

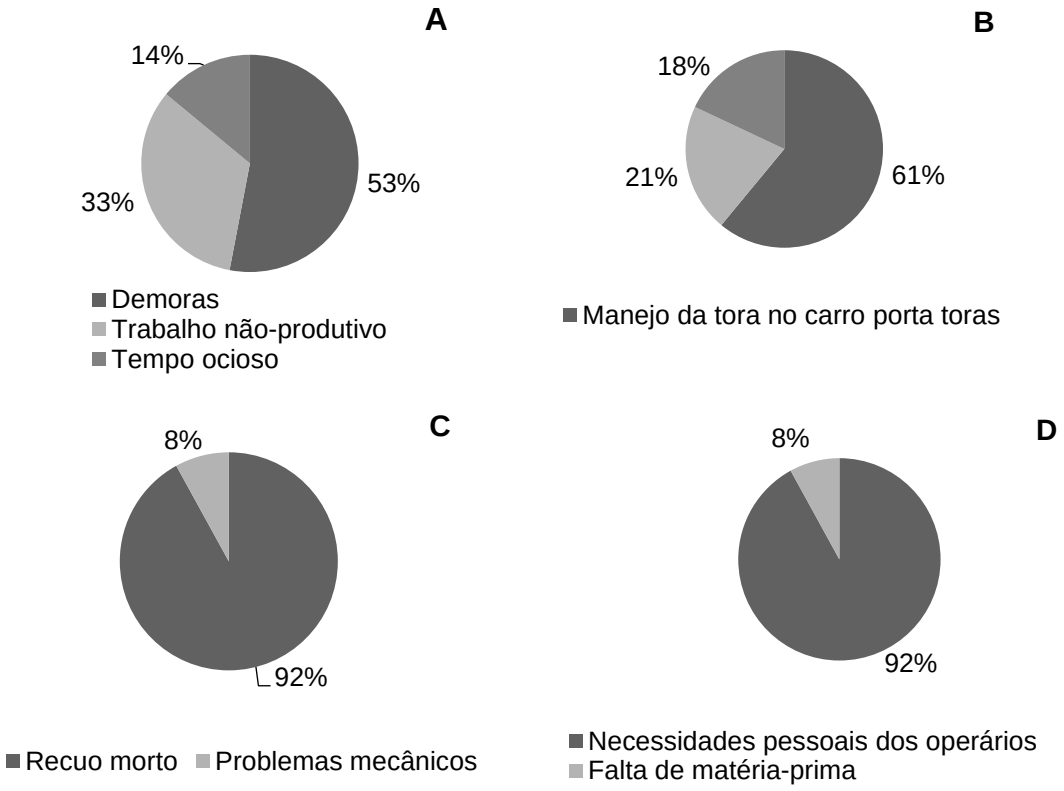


Figura 2. Percentual das atividades classificadas em demoras, trabalho produtivo e tempo ocioso no total do tempo perdido (A); Percentual de participação das atividades classificadas como demoras (B); Percentual de participação das atividades classificadas como trabalho não produtivo (C); Percentual de participação das atividades classificadas como tempo ocioso (D).

No presente estudo tal fato se deve em nível de relevância, ao manejo da tora no carro porta-toras, o manejo da tora na esteira de abastecimento, o acúmulo de resíduos no fosso e na esteira coletora de serragem (Figura 2B).

Na Figura 2C, observa-se a distribuição das atividades classificadas como trabalho não produtivo. Em ordem de relevância, o movimento de recuo morto do carro-porta toras, e a ocorrência de problema mecânicos, como problema no pistão do carro porta-toras e na correia da esteira que leva os pranchões no qual acarretou em um acúmulo desses produtos, ocasionando paradas nas atividades de desdobro.

O tempo ocioso em ordem de relevância consistiu na pausa dos operários para as necessidades pessoais, em que há uma pausa em torno de 40 minutos diários (contabilizando os 2 turnos) para alívio da fadiga e a falta de matéria-prima, recorrente aos atrasos no carregamento ocasionados pela a utilização de um mesmo carregador para o abastecimento de matéria-prima quanto para o abastecimento dos caminhões (Figura 2D).

O manejo da tora no carro porta-toras teve grande influência na redução do trabalho produtivo, devido a morosidade do processo, visto que essa atividade ocorre por meio de uma bancada improvisada, no qual a tora é manualmente conduzida até o carro porta-toras. Esta má operação pode ser ajustada a níveis aceitáveis utilizando-se uma forma automatizada de acomodar a tora ao carrinho ou com a utilização de uma esteira roletada.

Outro fator que contribuiu na redução do trabalho produtivo, fator mais representativo das atividades observadas, foi o manejo da tora no carro porta-toras, atividade que é realizada por 2 operários, o qual um deles, muitas vezes exerce duas funções, e no momento da operação está ausente para auxiliar seu companheiro na atividade, levando a uma demora no processo. Essa inconformidade poderia ser solucionada com a utilização de uma serra fita equipada com um braço mecânico para manejar a tora sobre o carro porta-toras.

Na Figura 3 podem-se observar as atividades referentes ao arranjo e a movimentação da matéria-prima, e a limpeza do fosso em que são depositados os resíduos, na unidade de processamento avaliada.

Figura 3. Manejo da tora na bancada (A); Manejo da tora no carro porta-toras (B); Limpeza dos resíduos no fosso e esteira de coleta de serragem (C).

Na Figura 4 consta o rendimento registrado para cada uma das classes de diâmetro avaliadas.

O rendimento médio no desdobro das toras foi 34,59%. A análise de variância indicou haver diferença significativa das médias de diâmetro entre as três classes avaliadas, tendo sido registradas médias de 28,65 cm para a classe (27-30 cm), 23,59 cm para a classe (22-25 cm) e 18,55 cm para a classe (17-20 cm), porém não foi suficiente para promover um incremento significativo no rendimento em madeira

serrada entre as classes, que embora tenha aumentado com o aumento da classe de diâmetro não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% e 5% de probabilidade de erro. Biasi e Rocha (2007) em estudo com espécies tropicais observaram uma tendência de redução do aproveitamento em toras de menores diâmetros, porém também não encontraram diferenças estatísticas significativas entre as classes diamétricas avaliadas e sugere como importante o monitoramento das operações ao se optar pela utilização de toras com diâmetros muito distintos, a fim de evitar desperdícios.

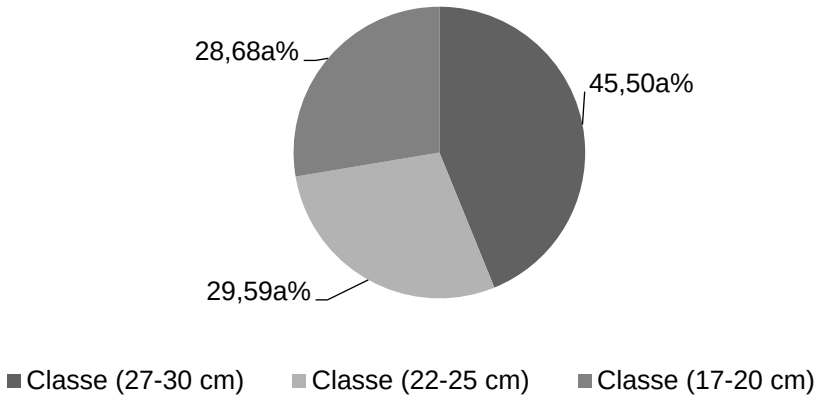


Figura 4. Rendimento (%) nas diferentes classes de diâmetro.

No que se refere a resultados de estudos de rendimento também com o gênero *Eucalyptus* a porcentagem para a classe de maior diâmetro foi próximo ao registrado por Anjos e Fonte (2017) (41,02%) e inferior ao observado pelos mesmos autores para a classe intermediária (41,02%). Observa-se ainda que o coeficiente de determinação obtido (0,3025) para a equação linear gerada para estimativa do rendimento em função do diâmetro das toras é considerado baixo porém próximo ao registrado por Melo et al. (2016) (0,38) para a madeira de cambará (Figura 5).

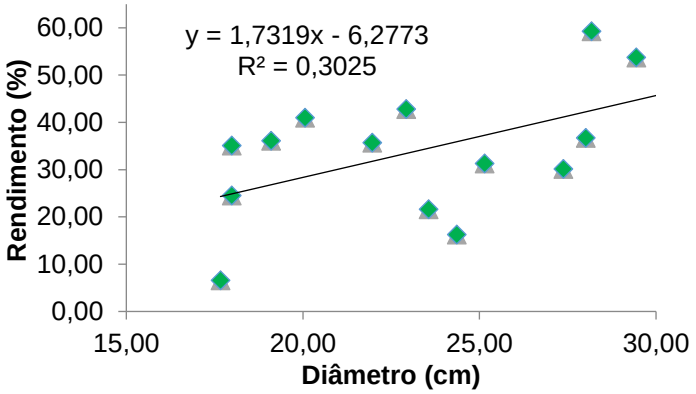


Figura 5. Análise de regressão avaliando a influência do diâmetro das toras no rendimento em madeira serrada.

Embora a espécie alvo do presente estudo não se refira a madeira tropical, com as particularidade relacionadas a forma do tronco, espécies do gênero *Eucalyptus* são conhecidas por desenvolver rachaduras nas extremidades das toras em função da liberação das tensões de crescimento, fato que foi observado nas toras avaliadas já no pátio de armazenamento.

4. CONCLUSÕES

A porcentagem média de trabalho produtivo foi de 41,80% inferior ao mínimo estabelecido na literatura especializada que é de 75%. Atividades classificadas como demoras foram as maiores responsáveis pela redução do trabalho produtivo, seguido do trabalho não produtivo e do tempo ocioso.

Como recomendação para o aumento do trabalho produtivo registrado está a implantação de maior automatização do processo como um sistema de esteira para condução das toras à serra fita bem como um braço mecânico para manejo das toras sobre o carro porta toras.

O rendimento em madeira serrada não diferiu estatisticamente entre as classes de diâmetro avaliadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, F. A.; LATORRACA, J. V. F.; CARVALHO, A. M. Eficiência operacional de serra fita: estudo de caso em duas serrarias no município de Paragominas, PA. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 12, n. 1, p. 44 – 49, 2005.

ANJOS, R.A. M.; FONTE, A.P.N. Rendimento de madeira serrada de espécies de *Eucalyptus***. Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.16, n.1, p.26-32, 2017.

ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE EMPRESAS FLORESTAIS. **Anuário Estatístico de Base Florestal para o Estado de Santa Catarina 2016 (ano base 2015)**. Lages: Associação Catarinense de Empresas Florestais, 2016. 108p.

BATISTA, D. C.; CARVALHO, A. M. Avaliação do desempenho operacional de uma serraria através de estudo de tempo, rendimento e eficiência**. Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 75, p. 31 – 38, 2007.

BATISTA, D. C.; SILVA, J. G. M.; CORTELETTI, R. B. Desempenho de uma serraria com base na eficiência e na amostragem do trabalho**. Floresta e Ambiente,** Seropédica, v. 20, n. 2, p. 271 - 280, 2013.

BIASI, C. P.; ROCHA M. P. Rendimento em madeira serrada e quantificação de resíduos para três espécies tropicais**. Floresta**, Curitiba, v.37, n.1, p.95-108, 2007.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - **IBÁ.** Relatório anual 2017. Disponível em: < http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf>. Acesso em: 02/07/2017.

MELO, R. R. de; ROCHA, M. J.; RODOLFO JUNIOR, F.; STANGERLIN, D. M. Análise da influência do diâmetro no rendimento em madeira serrada de cambará. Pesquisa florestal brasileira, Colombo, v. 36, n. 88, p. 393-398, 2016.

ROCHA, M. P. da. Técnicas e planejamento em serrarias. Curitiba: FUPEF, 2002. 121p (Série didática, 02).

SILVA, J. G. M. **Desempenho e amostragem do trabalho de uma serraria no município de Alegre, Espírito Santo.** 52f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2010.

STEVENSON, W. J**. Administração das operações de produção.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2001. 701 p.