12º CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
12 a 14 de maio de 2015

ISBN: 978-85-66608-01-4
ISSN: XXXX - XXXX

ANAIS

VOLUME II

12º CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

12 a 14 de maio de 2015

NOVA PRATA - RS

Dezembro/2015

Floresta e Sociedade

PROMOÇÃO:

REALIZAÇÃO:

PATROCÍNIO:

APOIO:

ASSOCIAÇÃO CONGRESSO
FLORESTAL ESTADUAL
DO RIO GRANDE DO SUL

12º Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul

Anais

Volume II

12 a 14 de maio de 2015
Nova Prata – RS

Editores

Doádi Antônio Brena
João Augusto Bagatini

Nova Prata – RS
Dezembro/2015

APRESENTAÇÃO

É com grata satisfação que a Associação Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul e o Município de Nova Prata apresentam o segundo compêndio dos **Anais do 12º Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul** (Volume II).

A 12ª edição do Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul, realizada de 12 a 14 de maio de 2015, na cidade de Nova Prata, RS, foi especial porque ganhou a companhia de outros quatro eventos realizados simultaneamente: **I Fórum Sulbrasileiro da Engenharia Florestal**; **5ª Feira da Floresta**; **3º Ciclo de Palestras para Produtores Rurais**; **Prêmio Mérito Florestal AGEFLOR**, **Distinção Congresso Florestal**, e **Prêmio Feira da Floresta**.

Esses eventos são estreitamente relacionados, sinérgicos e complementares, permitindo ampliar a abordagem da cadeia produtiva de base florestal e transformando Nova Prata, naquele período, o centro das discussões, de atualização, de inovação, de negócios e de destaques do setor florestal.

O **I Fórum Sulbrasileiro da Engenharia Florestal**, evento que surgiu de uma demanda criada pelos profissionais Engenheiros Florestais, categoria que congrega a maioria dos participantes dos Congressos Florestais.

A Câmara Especializada de Engenharia Florestal do CREA-RS e as entidades gaúchas que congregam os profissionais Engenheiros Florestais têm realizado reuniões paralelas da classe durante os Congressos Florestais.

Porém, o número crescente de participantes dessas reuniões paralelas, chamou a atenção da comissão organizadora do Congresso Florestal para a necessidade e a oportunidade de criar um espaço específico e permanente para os Engenheiros Florestais discutirem e aprofundarem os temas e questões atinentes a categoria.

Nesse sentido, o Fórum Sulbrasileiro da Engenharia Florestal foi criado como um evento permanente, e que possa ser precursor de um processo de discussão das questões que afetam a classe e estimule a organização dos profissionais na região sul do país, na expectativa de que essa iniciativa seja replicada em outras regiões do país.

A **5ª Feira da Floresta** e o **3º Ciclo de Palestra para Produtores Rurais**, eventos que se realizavam na cidade de Gramado, RS, foram atraídos para realizar essas edições em Nova Prata pela trajetória histórica dos Congressos Florestais construída ao longo de 5 décadas.

Esses eventos fortaleceram o Congresso Florestal, ampliaram o seu espectro de atuação e abrangência, e consolidaram Nova Prata como centro de referência do setor florestal em nível nacional.

E para coroar os Eventos Florestais de Nova Prata no ano de 2015, realizou-se, no dia 13 de maio, uma sessão especial de homenagens do setor florestal incluindo o **Prêmio Mérito Florestal Ageflor**, as **Distinções do Congresso Florestal**, e o **Prêmio Feira da Floresta**.

A realização desses eventos florestais em Nova Prata se tornou possível a partir do estabelecimento de novas parcerias, particularmente com a Associação Gaúcha de Empresas Florestais (AGEFLOR) como promotora da Feira da Floresta, Ciclo de Palestras para Produtores Rurais e Mérito Florestal, e realização da Futura Feiras. E da Prefeitura Municipal de Nova Prata e a Associação Congresso Florestal como promotoras do 12º Congresso Florestal

Estadual do Rio Grande do Sul, I Forum Sulbrasileiro da Engenharia Florestal e Distinção Congresso Florestal.

Outra parceria da maior importância foi consolidada com a Universidade Federal de Santa Maria – Campus Frederico Westphalen (UFSM-FW), através do Departamento de Engenharia Florestal, e do Curso de Engenhria Florestal, resultando o envolvimento efetivo de todos os seus docentes na composição do Comitê Técnico-Científico, e grande participação dos alunos tanto na submissão de trabalhos científicos, como no Congresso Florestal e demais eventos.

Merece destacar que a UFSM-FW elegeu o Congresso Florestal e demais eventos simultâneos como prioritários para a participação do corpo docente e discente, realizando a Semana Acadêmica do curso de Engenharia Florestal de 2015 nesses eventos.

Prof. Dr. Doádi Antônio Brena
Presidente

SUMÁRIO

VOLUME II

APRESENTAÇÃO ..... -

SUMÁRIO..... i

COMISSÃO ORGANIZADORA..... ix

8.4 TRABALHOS DE MANEJO FLORESTAL 332

- **Caracterização de povoamentos de *Pinus taeda* L. danificados por macaco-prego, na região de Caçador – SC** 333
- **Comparação entre diferentes métodos de cubagem e rendimento de madeira serrada de *Pinus elliottii* Engel.** 343
- **Crescimento de *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl. na região de Frederico Westphalen, RS**. 352
- **Identificação e grau de desbaste em povoamento experimental de *Pinus elliottii* Engelm** 361
- **Crescimento em volume da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em diferentes sítios naturais na Floresta Nacional de Canela, RS**. 369
- **Dinâmica da distribuição diamétrica e ajuste da relação h/d para *Araucaria angustifolia* no Planalto Catarinense** 377
- **Estudo da qualidade e forma de fuste da espécie *Apuleia leiocarpa* na Floresta Estacional Decidualdo Alto Uruguai – RS** 386
- **Modelagem do volume individual de *Pinus taeda* L. na serra do Sudeste, Rio Grande do Sul** 392
- **Equações volumétricas para povoamentos de *Pinus taeda* L. na região de Lages – SC** 400
- **Funções de afilamento para povoamentos de *Pinus taeda* L. na região de Lages – SC** 407
- **Caracterização morfométrica de árvores de crescimento livre por meio de técnicas de desenho digital** 413
- **Efeito da precipitação no incremento corrente mensal em plantas de Cumarú (*Dipteryx odorata* (AUBL.) Willd.) em plantio na região de Santarém-PA** 422
- **Crescimento intra anual de *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze em Santa Maria – RS** 429
- **Comportamento da relação hipsométrica de *Eucalytus grandis* em um povoamento localizado em Dois Vizinhos – PR** 434
- **Ajuste de modelos hipsométricos para *Luehea Divaricata* Mart. & Zucc em Dois Vizinhos – Paraná** 442
- **Incremento médio anual de dez progênies de *Pinus taeda*L. no Norte do Estado de Santa Catarina** 449
- **Modelos de equações de altura e diâmetro e relações hipsométricas para plantações de *Eucalyptus urophylla* do município de Dois Vizinhos-PR**. 454

8.5 TRABALHOS DE TECNOLOGIA DE PRODUTOS FLORESTAIS 462

- **Variação radial da estrutura anatômica no lenho de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage** 463
- **Análise preliminar do lenho de espécies do gênero *Calycophyllum* A. DC. (RUBIACEAE)** 468
- **Substituição de seiva no tratamento preservativo da madeira de *Eucalyptus dunni*** 475
- **Influência de diferentes temperaturas no surgimento de tensões decorrentes da secagem de madeira serrada de *Eucalyptus grandis*** 482
- **Características colorimétricas das madeiras de *Cordia americana, Melia azedarach* e *Parapiptadenia rigida* por meio do método CIEL*a*b*** 489
- **Variação axial da massa específica básica de *Hovenia dulcis* Thunberg.** 494
- **Propriedades físico-mecânicas de painéis laminados produzidos com madeira de *Pinus taeda* em diferentes composições** 500
- **Caracterização química e física de madeiras de *Eucalyptus* para produção de polpa celulósica no estado do Rio Grande do Sul** 508
- **Avaliação do método de substituição de seiva em moirões de *Hovenia dulcis* Thumberg** 516
- **Potencial de extração dos polifenóis das cascas de folhosas para produção de adesivos** 523
- **Variação radial da estrutura anatômica da madeira de *Cupressus lusitanica* Mill.** 531
- **Quantificação de extrativos e lignina em madeira de *Parapitadenia rigida, Melia azedarach* e *Cordia americana*** 539
- **Reciclagem de poliestireno para fabricação de painéis WPC** 544
- **Avaliação das propriedades físicas de painéis aglomerados produzidos com a madeira de *Pinus patula* Schltdl. & Cham. e de *Pinus* spp.** 552
- **Variação axial da massa específica básica de *Handroanthus chrysotrichus*** 561
- **Retratibilidade de três espécies florestais importantes para região serrana de Santa Catarina** 566
- **Avaliação de três medidores de umidade em madeiras de *Eucalyptus tereticornis* Smith e *Pinus* spp.** 572
- **Caracterização reológica e estrutural de amostras de amido de pinhão (*Araucaria angustifolia*) do banco de germoplasma da Embrapa** 578
- **Retratibilidade da madeira de três espécies da floresta estacional decidual** ... 584

8.6 TRABALHOS DE ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA NATUREZA 590

- **Sazonalidade da serapilheira em um fragmento de floresta nativa na região Central do RS** 591
- **Curva de retenção e água disponível em solos de várzea e de coxilha sob diferentes usos** 598
- **Grau de herbivoria em *Gymnanthes concolor* (Spreng.) Mull. Arg. em Floresta Estacional Decidual** 606

- **Avaliação da Resiliência de uma Área Degradada no Planalto Serrano Catarinense a partir da Regeneração Natural** 614
- **Uso de poleiros artificiais para restauração de área degradada por atividade de mineração** 623
- **Relação solo-vegetação em fragmentos de Floresta Estacional Decidual no bioma Pampa, RS** 628
- **Panorama do conhecimento empírico sobre a importância da mata ciliar na conservação das águas no município de Dois Vizinhos – PR** 636
- **Características funcionais da espécie *Podocarpus lambertii* klotzsch ex Endl. em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages, SC** 644

8.7 TRABALHOS DE FITOSSOCIOLOGIA 650
- **Dados fenológicos de *Terminalia australis* Camb. em Mata Atlântica no noroeste do Rio Grande do Sul** 651
- **Fitossociologia e padrão espacial de espécies abundantes da Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS** 660
- **Estrutura vertical de sete espécies em um fragmento de Floresta Estacional Decidual na região do Alto Uruguai/RS** 666
- **Desenvolvimento de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan em fragmentos de Floresta Estacional Decidual** 671
- **Padrão de distribuição espacial de espécies arbóreas em fragmento de Floresta Ombrófila Mista** 678
- **Dinâmica e diversidade de espécies em uma Floresta Ombrófila Mista após 13 anos da aplicação de corte seletivo pesado** 684
- **Estrutura e Regeneração Natural de Clareiras em Fragmento Florestal no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul** 692
- **Levantamento fitossociológico de um sistema silvipastoril agroecológico na cidade de Pinhais- PR** 699

8.8 TRABALHOS DE ARBORIZAÇÃO URBANA 706
- **Análise de exemplares arbóreos para fins de supressão na Praça Camilo Mércio, São Gabriel – RS** 707
- **Epifitas e hemiparasitas vasculares ocorrentes em três espaços livres públicos de São Gabriel, RS** 713
- **Metodologia para avaliação de espécies arbóreas: estudo de caso da Praça Fernando Abbot, São Gabriel-RS** 722
- **Utilização de espécies florestais nativas em espaços residenciais de São Gabriel – RS** 731
- **Diagnostico da vegetação arbórea de praças de São Gabriel-RS** 736
- **Qualidade do conforto térmico proporcionado pela espécie *Lagerstroemia indica* (extremosa)** 743
- **Benefícios ambientais da arborização urbana: Conforto térmico, visual e de ações dos ventos** 750
- **Caracterização e distribuição espacial de *Mangifera indica* L. na arborização urbana de Frederico Westphalen** 758

- **Composição florística da praça Camilo Mércio no Centro Histórico de São Gabriel – RS** 762
- **Diagnóstico da Arborização Urbana no Município de São Gabriel - RS** 770
- **Avaliação Qualitativa da Arborização Urbana de Engenho Velho, Rio Grande do Sul, Brasil** 777

COMISSÃO ORGANIZADORA

DIRETORIA EXECUTIVA

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

Conselho Fiscal:

Titulares: Ana Paula Mignoni; Carlos Antônio Costella; Rômulo Bernardi
Suplentes: Rosa Maria Ghidini Gotardo; Carlos Alberto Zancan; Sônia Reginato

Conselho Deliberativo:

Luciano Toscan; Ilda Paludo; Myrta Maria Cherubini; Carlos Antônio Costella; Rômulo Bernardi.
E os ex-presidentes:
Túlio Antônio de Amorim Carvalho (Presidente do 7º Congresso Florestal)
Doádi Antônio Brena (Presidente do 8º Congresso Florestal)
Pedro Roberto de Azambuja Madruga (Presidente do 9º Congresso Florestal)
Claudio Dilda (Presidente do 10º Congresso Florestal)
Aino Victor Ávila Jacques (Presidente do 11º Congresso Florestal)

COMITÊ TÉCNICO-CIENTÍFICO
Coordenador: Prof. Dr. Rafaelo Balbinot - UFSM-FW
Dra. Adelaide Juvena Kegler Ramos - EMATER
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. Eduardo Pagel Floriano - UNIPAMPA
Prof. Dr. Elder Eloy – UFSM-FW
Prof. Dr. Fabiano de Oliveira Fortes – UFSM-FW
Prof. Dr. Fábio Marcelo Breunig – UFSM-FW
Prof. Guilherme Bordignon Ceolin UFSM-FW
Profa. Hilda Hildebrand Soriani – 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. Leonardo Oliveira - UFPEL
Prof. Dr. Magda Lea Bolzan Zanon – UFSM-FW
Profa. Dra. Márcia D'ávila - UFSM-FW
Profa. Dra. Marília Lazarotto – UFRGS
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

COMISSÕES SETORIAIS

Comissão de Organização Funcional
Aline Franke Renz
João Augusto Bagatini
João Carlos Reginato
Rômulo Bernardi

Comissão de Áudio-Visual, Mídia e Impressos Gráficos
Aline Franke Renz
Carlos Alberto Zancan
Claucir Roque de Marco
Sônia Reginato

Comissão de Recursos Financeiros e Patrocínios
Doádi Antônio Brena
Luiz Carlos Zanella
Edison Carlos Ferreira
Carlos Antônio Costella

Comissão de Inscrições
João Augusto Bagatini
Nanci Carmen Bagatini
João Carlos Reginato

Comissão de Protocolo
Gustavo Bodanese Prates
Odila Gema Perin Fonseca

Comissão de Alimentação
Jorge Capelari
Rômulo Bernardi
Marilia Minozzo
José Oscar Rigon
Myrta Maria Cherubini

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

Recepcionistas:
Angela Andretta
Alessandra Pagnoncelli
Ana Beatriz Sasias
Amanda Comin
Carla Pagnoncelli
Eduarda Costenaro Berghan
Eduarda Destri Guadagnin
Fernanda Minozzo

Gabriele Tancredo
Jaqueline Canale
Juliane Andretta
Keila Luiza Sostisso Groth
Laura Aparecida Bristot
Letícia Marin
Livia Talyta Gulart da Silva
Mariáh Lima Reginato
Marta Laura Pereira
Paola Eduarda Moraes
Polyana Perosa
Rubiane Kajenski
Tainá Zanetti

Comissão de Hospedagem e Segurança
Carlos Antônio Costella
Edison Carlos Ferreira
Delmo Bernardo Cherubini
Jorge Capelari
José Oscar Rigon
Marilia Minozzo
Rômulo Bernardi

8.4 TRABALHOS DE MANEJO FLORESTAL

Caracterização de povoamentos de *Pinus taeda* L. danificados por macaco-prego, na região de Caçador – SC

Characterization of *Pinus taeda* L. stands damaged by capuchin monkeys, in the region of Caçador – SC

Saulo Jorge Téo[1]
Karine Maria Atuatti Chiarello[1]
Francieli Baggio dos Santos[1]
Luan Demarco Fiorentin[1]
Felipe Marcon[1]
Chaiane Rodrigues Schneider[1]
Reinaldo Hoinacki da Costa[2]

[1] Universidade do Oeste de Santa Catarina – UNOESC, Rua Dirceu Giordani, 696, CEP 89820-000, Xanxerê, SC, Brasil. e-mail: sauloteo@yahoo.com.br; karinechiarello@uol.com.br; francieliefrancieli@yahoo.com.br; luanfiorentin@hotmail.com; felipemarconnn@hotmail.com; chai.rodriguesschneider@gmail.com

[2] Juliana Florestal Ltda., Rua Padre Feijó, 241, 89500-000, Caçador, SC, Brasil. e-mail: reinaldo@frameport.com.br

Resumo: A presente pesquisa teve como objetivo caracterizar os danos causados por macaco-prego (*Sapajus nigritus* Goldfuss), em povoamentos de *Pinus taeda* L., na região de Caçador – SC. Foram analisadas três fazendas com árvores danificadas por *Sapajus nigritus*, totalizando uma área de 670,83 hectares de plantios de *Pinus taeda*, com 10 anos de idade e espaçamento inicial de 2,5 x 2,5 m. Os dados foram provenientes de inventário florestal de uma ocasião, com parcelas de área fixa (300 a 800 m²), distribuídas aleatoriamente pela área de estudo. Tanto o número de árvores danificadas, como seus volumes, atingiram grandes proporções, dentro de extensas áreas de plantios. Os danos causados por *S. nigritus* ocorreram com grande variação de frequência, uniformidade e distância com relação aos fragmentos de floresta nativa mais próximos. Nem a qualidade do sítio florestal, posição sociológica, tão pouco as classes de diâmetro das árvores de *Pinus taeda*, são fatores determinantes na preferência do macaco-prego no momento da predação.
Palavras-chave: Pragas do *Pinus*, Predação por *Sapajus nigritus*, Inventário florestal. Proteção florestal.

Abstract: The objective of this research was to characterize the damages caused by capuchin monkeys (*Sapajus nigritus*Goldfuss), in *Pinus taeda* L. stands, in the region of Caçador – SC, Brazil. It was analyzed three farms with trees damaged by *Sapajus nigritus*, totaling an area of 670.83 hectares of *Pinus taeda* stands, with the age of 10 years and initial spacing of 2.5 x 2.5 m. The data came from a temporary forest inventory, with fixed area sampling plots (300 to 800 m²), randomly distributed in the study area. Both the number of trees damaged, as its volumes, reached great proportions, within a large area of *Pinus taeda* stands. The damages caused by *S.nigritus* occurred with a big variation of frequency, uniformity and distance in relation to the nearest native forest fragment. Neither the quality of the forest site, sociological position, so little the diameter classes of *Pinustaeda* trees are determining factors for the capuchin monkeys preferences when they are preying.
Key words: Pests of *Pinus*, Predation by *Sapajusnigritus*,Forest Inventory, Forest protection.

1. Introdução

A implantação de povoamentos florestais puros tornou-se uma técnica cada vez mais comum, a fim atender às necessidades industriais. As indústrias optaram pela implantação de espécies com rápido crescimento e fácil manejo, como as do gênero *Pinus*, principalmente *Pinus taeda* L.e *Pinus elliottii* Engelm., resultando na formação de grandes maciços florestais homogêneos (ANDREIV, 2002), com o objetivo de promover o uso da madeira proveniente de reflorestamento, para reduzir o desmatamento (SILVAet al., 2002).

No entanto, a existência destes grandes maciços florestais provoca problemas quanto à sua proteção, uma vez que plantios homogêneos mostram-se mais susceptíveis a danos e ataques de pragas devido, principalmente, ao afunilamento da cadeia alimentar, à falta de inimigos naturais e à rápida multiplicação das pragas(ANDREIV, 2002).

A espécie *Sapajus nigritus* Goldfuss, também conhecida como macaco-prego, a qual, devido à sua dieta onívora, apresenta grande capacidade de adaptação a ambientes alterados pelo homem (ROCHA, 2000). Os primatas do gênero *Sapajus* apresentam ampla distribuição geográfica, estendendo-se por toda a região Neotropical (VILANOVA et al., 2005). Sendo a espécie *Sapajus nigritus* característica da Floresta Atlântica presente na porção sul e sudeste do Brasil (LUDWIG et al., 2005).

O macaco-prego é capaz de sobreviver em áreas de florestas fragmentadas, mínimas e degradadas desde que tenha acesso a plantações ao redor de seu ambiente. É justamente nessa situação que essa espécie é vista como uma praga por produtores rurais, pois invadem plantações e passam a consumir pomares, milharais, canaviais e até mesmo plantações de *Pinus* spp. (ROCHA, 2000). De acordo com Mikiche Liebsch (2009), esse comportamento, obviamente, causa preocupação entre os silvicultores, em função dos prejuízos econômicos potenciais ou reais provocados por esse primata.

O descascamento das árvores pelo macaco-prego pode variar desde um pequeno painel, 5 cm de largura por 10 cm de altura, até o anelamento completo com altura superior a 1 m. A medida que aumenta a superfície do dano, aumenta também a possibilidade de deterioração da madeira, morte e queda da copa (KOEHLER e FIRKOWSKI, 1994). De acordo com Rocha (2000), o terço superior das árvores atacadas pelo macaco-prego seca e, posteriormente cai, principalmente pela ação do vento. Outra constatação importante é que, além do prejuízo causado à árvore, a ação dos primatas também pode aumentar a possibilidade de ocasionar acidentes de trabalho pela queda dos ponteiros nos operários durante a colheita da madeira.

O dano mais preocupante, em função da sua expressividade e significância, é o anelamento do terço superior da árvore, pela retirada da casca por toda a circunferência do tronco (KOEHLER e FIRKOWSKI, 1994), o qual pode chegar a constituir mais de 60% dos casos (CARVALHO, 2007).

Já foram feitas diversas propostas para controlar ou minimizar os ataques de *Sapajus nigritus* em povoamentos de *Pinus spp.*, envolvendo tanto o manejo dos plantios de *Pinus*, como dos animais (ROCHA, 2000). No entanto, são muito raros os trabalhos sobre a caracterização dos povoamentos, ou árvores danificadas, os quais poderiam servir de base para o planejamento e desenvolvimento dos métodos de controle dessa praga florestal.

Em povoamentos homogêneos do gênero *Pinus*, predominando a espécie *Pinus taeda*, detectou-se a ocorrência de macacos-prego causadores de injúrias em plantios localizados na região de Caçador, Santa Catarina. Diante dessa problemática, o presente estudo tem por objetivo caracterizar os povoamentos de *Pinus taeda* L. danificados por macaco-prego (*Sapajus nigritus*), na região de Caçador, Santa Catarina.

2. Metodologia de Trabalho

O presente estudo foi realizado na região de Caçador, Santa Catarina, em áreas de propriedade da empresa Juliana Florestal Ltda. Mais precisamente, os povoamentos de *Pinus taeda*, os quais foram analisados neste estudo estão presentes, nos municípios Lebon Régis (Fazenda Santa Maria – Juliana 10 e Fazenda Perdiz Grande – Juliana 11) e Rio das Antas (Fazenda Caixa d'água – Juliana 1D). O município de Lebon Régis apresenta grande parte de seu território com altitudes superiores a 1.000 m acima do nível do mar, chegando a 1.293 m na Serra do Espigão. Já Rio das Antas, localiza-se ao sul de Caçador, na bacia do Rio do

Peixe, com a maior parte de seu território em altitudes inferiores a 1.000 m acima do nível do mar. (IBGE, 1973; IBGE, 2009; IBGE, 2011). A área das Fazendas Juliana 10, 11 e 1D são de 209,63, 246,36 e 214,84 hectares, respectivamente, totalizando 670,83 hectares.

O clima é mesotérmico, subtropical úmido, sem estação seca, com verões frescos. Segundo a classificação de Köppen, é uma região de ocorrência de clima tipo Cfb, isto é, temperado úmido, com geadas severas, temperatura do mês mais quente inferior a 22°C e nos meses de inverno, entre 6 e 8°C (CALDATOet al., 1999). Conforme informações meteorológicas da Estação Experimental de Caçador, a temperatura média anual é de 16,5°C, a precipitação média anual de 1.608 mm, umidade relativa do ar média anual de 77% e ocorrência de, em média, 26 geadas por ano (KURASZ, 2005).

A vegetação original da região de estudo é a Floresta Ombrófila Mista, principalmente, em sua formação Floresta Ombrófila Mista Montana, a qual ocupava quase inteiramente o planalto acima de 500 m de altitude, nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Na região deste estudo, a *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. está associada à imbuia (*Ocotea porosa* [Ness e Mart.] Barroso), formando agrupamentos bem característicos (IBGE, 2012).

Os principais solos da área de estudo são Cambissolos háplicos, com grande variação de profundidade e drenagem variando de acentuada à imperfeita, e Nitossolos brunos, de textura argilosa ou muito argilosa, em geral, moderadamente ácidos a ácidos (IBGE, 2007).

Os dados para a realização desta pesquisa são provenientes de inventário florestal de uma ocasião, em povoamento de *Pinus taeda*. As informações foram obtidas por meio de medições de parcelas temporárias, de área fixa, variando entre 300 e 800 m². A distribuição das parcelas ocorreu de maneira aleatória dentro da área de estudo. No interior das unidades amostrais executou-se a medição da circunferência à altura do peito e altura total das árvores. Os povoamentos medidos possuem 10 anos de idade, com espaçamento inicial de 2,5 x 2,5 m.

A caracterização dos povoamentos florestais atacados em relação à preferência do macaco-prego quanto ao sítio florestal, foi realizada utilizando-se a Equação1 para classificação de sítios florestais ajustada por Téo et al. (2011), para povoamentos de *Pinus taeda*, na região de Caçador, Santa Catarina.

$$h_{dom} = 56{,}59182 * (1 - e^{(-\,0{,}032165*I)}) \qquad \text{(Eq. 01)}$$

onde: $h_{dom} =$ altura dominante (m);$I =$ idade (anos);$e =$ constante de Euler (2,718281829...).

Por meio desta equação, cada unidade amostral com presença de árvores atacadas pelo macaco-prego pôde ser classificada em Classe de Sítio I, II ou III, as quais apresentam os índices de sítio de 35,9, 30,1 e 24,4 m, respectivamente, para a idade de referência de 24 anos (TÉO et al., 2011).

Quanto à localização das árvores predadas, ocorreu a análise de informações geográficas, por meio de mapas dos povoamentos. A localização das árvores danificadas foi caracterizada pela distância em que se encontravam até a áreade floresta nativa mais próxima.

No processamento dos dados para quantificar o número de árvores predadas pelo macaco-prego, foi efetuada a contagem dos indivíduos danificados, em todas as unidades amostrais distribuídas pela área de estudo, anteriormente descrita. Dessa forma, foi possível

calcular o número de árvores danificadas pelo macaco-prego, em porcentagem e número de árvores por hectare.

Para a determinação das potenciais perdas em volume total de madeira, devido aos danos causados pelo macaco-prego, foi utilizada uma equação de volume, para povoamentos de *Pinus taeda*, com 10 anos de idade, na região de Caçador, SC. Com a utilização desta equação de volume, foi possível obter a estimativa do volume dos indivíduos danificados pelo macaco-prego,bem como o volume total de cada unidade amostral.

De posse dos valores de volume dos indivíduos danificados pelo macaco-prego, para cada unidade amostral, foram estimadas a média e total da população, bem como, intervalo de confiança (probabilidade de 95%), considerando-se o processo de amostragem aleatória simples. Estes estimadores foram calculados para as Fazendas Juliana 10, 11 e 1D, separadamente.

Os indivíduos atacados pelo macaco-prego foram caracterizados quanto à sua classificação diamétrica, para tanto, foram separados de acordo com seus valores de diâmetro à altura do peito. A distribuição diamétrica dos indivíduos danificados pelo macaco-prego foi feita considerando-se cada Fazenda separadamente, e comparada à distribuição diamétrica para todas as árvores amostradas.

A classificação diamétrica, tanto das árvores danificadas, como para todas as árvores, foi realizada com intervalos de classe de 2 cm, o qual resultou em 17 classes de diâmetro. Além disso, para caracterizar as distribuições diamétricas, foi ajustada a função de densidade probabilística Sb de Johnson, a qual é dada pela Equação 2.

$$f(x) = \frac{\delta}{\sqrt{2\pi}} * \frac{\lambda}{(x-\varepsilon)(\lambda+\varepsilon-x)} * e^{\left\{-\frac{1}{2}\left[\gamma+\delta*ln\left(\frac{x-\varepsilon}{\lambda+\varepsilon-x}\right)\right]^2\right\}} \qquad \text{(Eq. 02)}$$

onde:x = variável independente, neste caso diâmetro (cm);ε = indica locação;λ = indica escala;δ, γ = determinam a forma da distribuição.

A função Sb de Johnson foi ajustada com a utilização da ferramenta "*Solver*" do *software* MS Excel 2013, utilizando-se o algoritmo linear de gradiente reduzido generalizado (GRG) na interação dos parâmetros, visando minimizar a soma de quadrados dos resíduos da função. Após o ajuste da função foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov, para verificar a aderência da função aos dados de frequência por classe de diâmetro.

3. Resultados e Discussão

Conforme observado na Tabela 1, as classes de sítio predominantes nos povoamentos com árvores danificadas pelo macaco-prego, coincidem com as classes de sítio II, para as Fazendas Juliana 10 e 11 e o sítio I, para a Juliana 1D. Considerando todas as Fazendas, há maior frequência de ataques pelo macaco-prego na classe de produtividade intermediária (classe de sítio II).

No entanto, o sítio II é a classe de produtividade mais frequentemente encontrada considerando-se também todas as unidades amostrais, ou seja, incluindo as unidades amostrais com e sem presença de árvores danificadas por *Sapajus nigritus*. Quando a Tabela 1 é analisada, nota-se que não há diferenças expressivas entre as frequências das classes de sítio, considerando todas as unidades amostrais e apenas as unidades amostrais com árvores danificadas por *S. nigritus*. Sendo assim, este resultado pode evidenciar que o sítio florestal não é um elemento que influencia o ataque do macaco-prego, pois o mesmo, não atacou apenas os indivíduos presentes em uma das classes de sítio. O fato dos ataques ocorrerem

em todas as classes de sítio, em proporção semelhante à que ocorre para todas as unidades amostrais, pode demostrar a não preferência do macaco-prego por árvores presentes nos melhores, ou piores sítios florestais.

Tabela 1. Classificação de sítios florestais (em %) para todas as unidades amostrais e para as unidades amostrais com árvores de *Pinus taeda* L. danificadas por *Sapaju snigritus*, na região de Caçador – SC.

Todas as unidades amostrais			
Fazenda	**Classe de Sítio**		
	I	**II**	**III**
Juliana 10	13,10	84,52	2,38
Juliana 11	6,56	91,80	1,64
Juliana 1D	63,54	36,46	0,00
Total	31,54	67,22	1,24

Unidades amostrais com árvores danificadas			
Fazenda	**Classe de Sítio**		
	I	**II**	**III**
Juliana 10	11,69	85,71	2,60
Juliana 11	11,11	83,33	5,56
Juliana 1D	62,86	37,14	0,00
Total	25,38	72,31	2,31

Na Tabela 2, pode-se observar que o ataque do macaco-prego nos povoamentos de *Pinus taeda* ocorreu com grande amplitude da distância a ser percorrida desde a floresta nativa. Dentre as Fazendas Juliana 10, 11 e 1D, a primeira apresentou a maior amplitude de valores para a distância, seguida da Fazenda Juliana 1D e, por último, Juliana 11. A grande variabilidade das distâncias entre as unidades amostrais com árvores de *Pinus taeda* danificadas e a floresta nativa pode indicar que a distância a ser percorrida pelo macaco-prego não é fator impeditivo para o seu ataque.

Tabela 2. Distâncias médias, máximas e mínimas das unidades amostrais com árvores de *Pinus taeda* L. danificadas por *Sapajus nigritus*, em relação à floresta nativa, na região de Caçador – SC.

Fazenda	$\bar{D}$ **(m)**	$D_{máx}$ **(m)**	$D_{mín}$ **(m)**
Juliana 10	167,02	819,85	16,58
Juliana 11	72,48	213,07	22,73
Juliana 1D	110,30	301,67	17,00

Onde: $\bar{D}$ = distância média entre as unidades amostrais com árvores danificadas e a floresta nativa (m); $D_{máx}$ = distância máxima entre as unidades amostrais com árvores danificadas e a floresta nativa (m); $D_{mín}$ = distância mínima entre as unidades amostrais com árvores danificadas e a floresta nativa (m).

Koehler e Firkowski (1994) relataram que os danos devido ao ataque do macaco-prego ocorreram tanto nas árvores do interior dos talhões de *Pinus taeda*, como naquelas que se confrontam com a vegetação nativa.Os resultados encontrados neste estudo, de certa forma, reiteram aqueles encontrados por Koehler e Firkowski (1994) e colocam em dúvida a eficácia das medidas de controle do macaco-prego que envolvem a criação de barreiras de

proteção às florestas de *Pinus* com outras culturas, de espécies que não sejam de interesse do animal, como reportadas por Rocha (2000) e Mikich e Liebsch (2009).

A Fazenda Juliana 10 apresentou ataque em 92,77% das unidades amostrais do inventário florestal, enquanto que, para a Juliana 11 e Juliana 1D, as árvores danificadas apresentaram-se com menor frequência, de 29,51 e 36,46% das unidades amostrais, respectivamente. Esses resultados também indicam que os ataques apresentam-se de maneira mais uniforme na Fazenda Juliana 10 e de maneira mais concentrada nas Fazendas Juliana 11 e 1D. Esses resultados tem relação diretamente proporcional aos resultados encontrados na Tabela 2, ou seja, quanto maiores a frequência e uniformidade dos ataques do macaco-prego, maiores as distâncias de seus locais em relação à floresta nativa.

De acordo com Carvalho (2007), a frequência e uniformidade dos danos causados por *S. nigritus* aos povoamentos de *Pinus spp.*podem estar relacionadas com a extensão territorial e necessidade de locomoção dos grupos desses primatas. De maneira que, quanto maior o território e necessidade de deslocamento entre fragmentos de floresta nativa com locais de alimentação, menos uniforme e mais concentrada se torna a predação.

Além do número de unidades amostrais, o número de árvores danificadas por *S. nigritus* também foi superior para a Fazenda Juliana 10, em comparação às Fazendas Juliana 11 e 1D (Tabela 3). Contudo, quando são consideradas as árvores por unidade amostral, os resultados foram semelhantes para as três Fazendas, de em média, 16, 11 e 13 árvores danificadas por unidade amostral com presença de danos, para as Fazendas Juliana 10, 11 e 1D, respectivamente.

Tabela 3.Número absoluto e relativo (%) de árvores de *Pinus taeda* L. danificadas por *Sapajusnigritus*, das Fazendas Juliana 10, 11 e 1D, na região de Caçador – SC.

Fazenda	m	m_d	m_d (%)
Juliana 10	6.453	1.194	18,50
Juliana 11	5.723	196	3,42
Juliana 1D	7.347	445	6,06
Total	19.523	1.835	9,40

Onde: m = número de árvores; m_d = número de árvores danificadas.

Tanto na forma absoluta, como relativa, a Fazenda Juliana 10 apresentou maior quantidade de árvores danificadas por *S. nigritus*, seguida da Fazenda Juliana 1D e, por fim, Juliana 11, considerando-se as três Fazendas, a porcentagem de árvores danificadas foi de 9,40%. De posse da área amostrada pelo inventário florestal de cada Fazenda, foi possível estimar o número de árvores danificadas por hectare, o qual foi de 284, 53 e 91 árvores, para as Fazendas 10, 11 e 1D, respectivamente.

De acordo com Carvalho (2007), a porcentagem de árvores de *Pinus spp.*danificadas por *Sapajus nigritus* foi de 14,33%, para a área estudada no município de Ventania e de 3,44%, em Jaguariaíva, ambos no estado do Paraná.

Koehler e Firkowski (1994), após monitorar grupos de macacos-prego em povoamentos de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, no município de Castro – PR, identificaram apenas 4 árvores danificadas em uma área de aproximadamente 1 hectare por onde se movimentaram. Entretanto, convém ressaltar que este dano foi decorrente de apenas um dos ataques.

A Fazenda que apresentou maior volume de madeira potencialmente afetado pelo ataque do macaco-prego, foi a Juliana 10 com uma média de 47,56 $m^3.ha^{-1}$ (Tabela 4), podendo variar entre 37,55 e 57,57 $m^3.ha^{-1}$, com 95% de probabilidade de confiança. Já o volume total potencialmente afetado para a Fazenda Juliana 10 é de 9.970,42 m^3, podendo variar de 7.871,89 a 12.068,95 m^3, com 95% de probabilidade de confiança. Em comparação com

estudo realizado por Carvalho (2007), que caracterizou e quantificou a mortalidade em *Pinus spp*.em decorrência do dano causado pelo *Sapajusnigritus*, na Região Nordeste do Paraná, resultando em uma perda de volume total de 145,07 m³ para uma área de 2,5 ha, equivalente a um volume médio de 58,03 m³.ha^{-1}.

Tabela 4.Estimativas da média e total da população para as variáveis volume de madeira e volume de madeira das árvores danificadas pelo *Sapajus nigritus*, em povoamentos de *Pinus taeda* L., na região de Caçador – SC.

Fazenda	$\bar{v}$ (m³.ha^{-1})	$\bar{v}_d$ (m³.ha^{-1})	$\hat{V}$ (m³)	$\hat{V}_d$ (m³)	$\hat{V}_d$ (%)
Juliana 10	253,79	47,56	53.201,69	9.970,42	18,74
Juliana 11	263,56	8,85	64.931,81	2.179,90	3,36
Juliana 1D	335,41	20,00	72.060,36	4.296,98	5,96
Total			190.193,86	16.447,30	8,65

Onde: $\bar{v}$ = média do volume de madeira; $\bar{v}_d$ = média do volume de madeira das árvores danificadas; $\hat{V}$ = volume total da população; $\hat{V}_d$ = volume total da população das árvores danificadas.

As Fazendas Juliana 11 e Juliana 1D apresentaram menores valores absolutos de volume de madeira para as árvores danificadas por *S. nigritus*. A Fazenda Juliana 11 apresentou volume médio de madeira das árvores danificadas de 8,85 m³.ha^{-1}, podendo variar de 3,30 a 14,39 m³.ha^{-1} e total da população de 2.179,90 m³, variando de 813,62 a 3.546,17 m³. Já para a Fazenda Juliana 1D, os valores foram de20,00 m³.ha^{-1}, podendo variar de 13,34 e 26,67 m³.ha^{-1} e total da população de 4.296,98 m³, variando de 2.865,11 e 5.728,84 m³, com probabilidade de confiança de 95%.

Os danos causados pelo ataque do macaco-prego nos indivíduos de *Pinus taeda* remetem a uma perda potencial em volume de madeira, entretanto, esses valores poderão se tornar efetivos, em caso de mortalidade. Caso contrário, essas árvores continuarão nos povoamentos com possibilidade restrita de uso futuro e com menor incremento.

Os erros de amostragem relativos (%) do inventário florestal, para a variável volume de madeira das árvores danificadas por *S. nigritus*, foram de 4,18, 22,61 e 9,93%, para as Fazendas Juliana 10, 11 e 1D, respectivamente. Para a Fazenda Juliana 11, em que os danos ocorreram com menor frequência e de maneira mais concentrada, a amostragem foi menos precisa, excedendo ao limite recomendado para inventários florestais de 10% com relação à média estimada (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997).

De acordo com os resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov, a função Sb de Johnson apresentou aderência somente para a distribuição diamétrica das árvores danificadas por *S. nigritus*, a qual apresentou valores de D_{calc} de 0,0163^{ns}, 0,0256^{ns} e 0,0135^{ns}. No entanto, para a distribuição diamétrica de todas as árvores dos povoamentos de *Pinus taeda*, o teste de Kolmogorov-Smirnov não indicou aderência da função Sb de Johnson às frequências observadas.

De acordo com os gráficos de distribuição diamétrica para as três Fazendas (Figura 1), foi possível observar que os ataques de *S. nigritus* se concentraram nas árvores das classes diamétricas intermediárias, as quais possuem maior frequência. Deste modo, entende-se que o macaco-prego não prioriza as árvores de *Pinus taeda* por sua classe de tamanho, ou posição sociológica, mas o ataque ocorre em função da frequência das árvores.

Tanto Koehler e Firkowski (1994), como Carvalho (2007) reportaram que o ataque pelo macaco-prego ocorreu com maior frequência nas árvores de *Pinus spp*.consideradas dominantes, as quais contêm os maiores diâmetros, apresentando, em um dos casos, mais de 70% de predação em árvores dominantes. Uma explicação para esses resultados pode estar

ligada à frequência de árvores dominantes nos povoamentos florestais que já sofreram desbastes, pois estes povoamentos são manejados de forma que apenas as árvores de maior porte permaneçam após cada desbaste realizado.

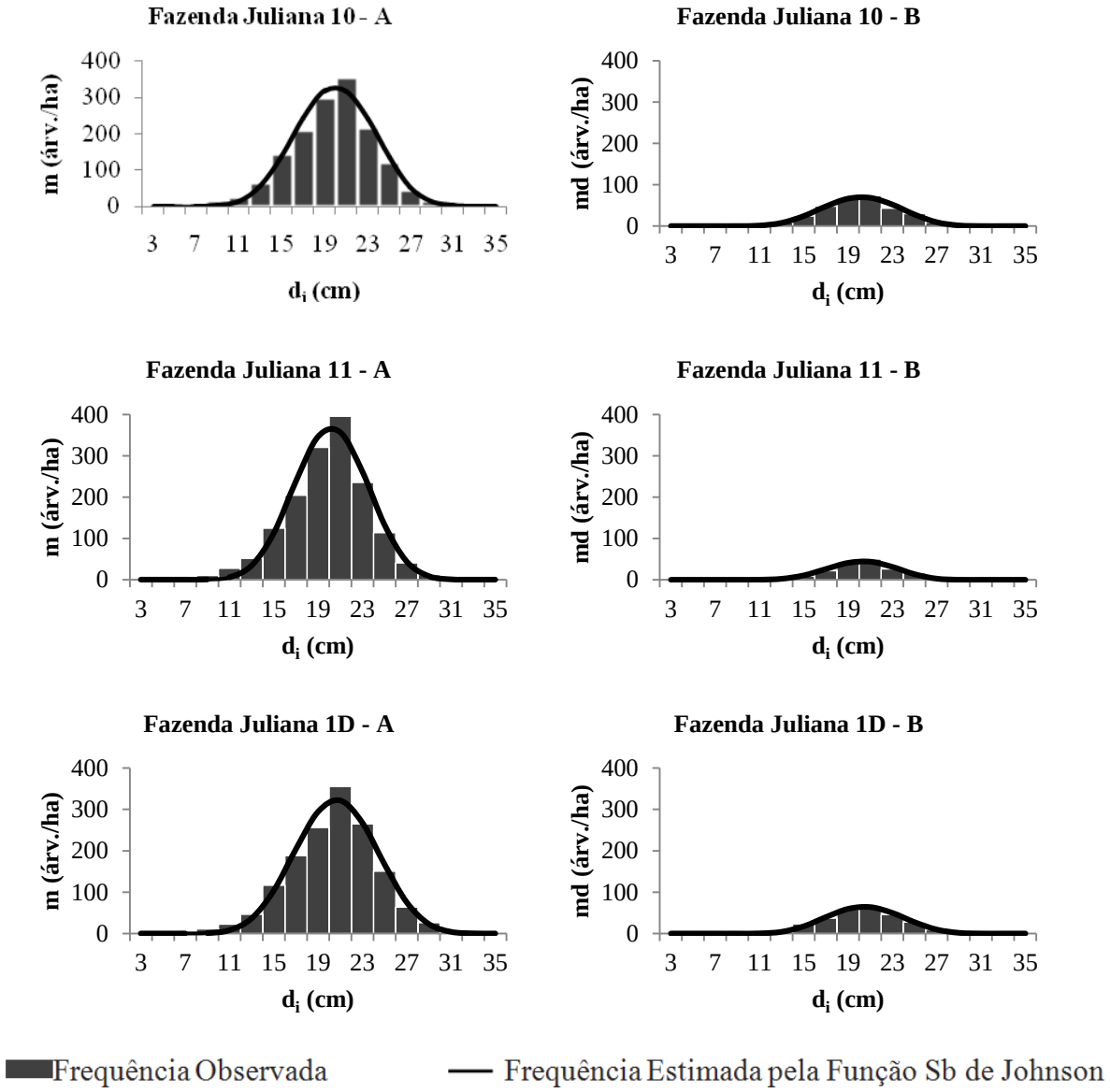


Figura 1. Distribuição diamétrica de todas as árvores (A) e das árvores danificadas pelo *Sapajusnigritus* (B), em povoamentos de *Pinus taeda* L., na região de Caçador – SC.

4. Conclusões

O número de árvores danificadas por *Sapajus nigritus*, bem como seus volumesatingem grandes proporções,dentro de extensas áreas de plantios de *Pinus taeda*.

Os danos causados por *Sapajus nigritus* nos povoamentos de *Pinus taeda* ocorrem com grande variação de frequência, uniformidade e distância com relação aos fragmentos de floresta nativa mais próximos. Sendo assim, a distância das árvores de *Pinus taeda* até a floresta nativa não é fator limitante, tão pouco impeditivo para a ocorrência dos danos causados por *Sapajus nigritus*.

Nem a qualidade do sítio florestal, posição sociológica, tão pouco as classes de diâmetro das árvores de *Pinus taeda*, são fatores determinantes na preferência do macaco-prego no momento da predação.

Referências Bibliográficas

ANDREIV, J. **Danos causados por roedores em povoamentos de pinus e técnicas de redução de danos**. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

CALDATO, S. L.; LONGHI, S. J.; FLOSS, P. A. Estrutura populacional de *Ocotea porosa* (Lauraceae) em uma Floresta Ombrófila Mista, em Caçador (SC). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 89-101, 1999.

CARVALHO, D. R. J.de.**Predação em *Pinus* spp. por *Cebus nigritus* (Goldfuss, 1809) (Primates; Cebidae) na região Nordeste do Paraná – Brasil**. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manuais técnicos em geociências**: Manual técnico da vegetação brasileira. n. 1. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 275 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manuais técnicos em geociências**: Manual técnico de pedologia. n. 4. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 300 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (Rio de Janeiro, RJ). **Caçador**. Rio de Janeiro, 1973. Carta topográfica. Escala: 1:100.000.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (Rio de Janeiro, RJ). **Mapa físico do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro, 2011. Mapa físico. Escala: 1:800.000.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (Rio de Janeiro, RJ). **Mapa político do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro, 2009. Mapa político. Escala: 1:800.000.

KOEHLER, A.; FIRKOWSKI, C. Descascamento de pinus por macaco-prego (*Cebusapella*). **Floresta**, Curitiba, v. 24, n. 1/2, p. 61-75, 1994.

KURASZ, G. **Sistema de informações geográficas aplicado ao zoneamento ambiental da Reserva Florestal Embrapa/Epagri, Caçador/SC.** 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

LUDWIG, G.; AGUIAR, L. M.; ROCHA, V. J. Uma avaliação da dieta, da área de vida e das estimativas populacionais de *Cebusnigritus* (Goldfuss, 1809) em um fragmento florestal no Norte do Estado do Paraná. **Neotropical Primates**, Arlington, v. 13, n. 3, p. 12-18, 2005.

MIKICH, S. B.; LIEBSCH, D. **O macaco-prego e os plantios de *Pinus spp***. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 5 p. (Comunicado Técnico, 234).

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Editado pelos Autores, 1997. 316 p.

ROCHA, V. J. Macaco-prego, como controlar esta nova praga florestal? **Floresta**, Curitiba, v. 30, n. 1/2, p. 95-99, 2000.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R.**Economia Florestal**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 178 p.

TÉO, S. J.; BRESSAN, D. R.; COSTA, R. H. da. Uso de modelos estatísticos para classificação de sítios em povoamentos de *Pinus taeda* na região de Caçador, SC. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 1, p. 179-188, 2011.

VILANOVA, R.; SILVA JÚNIOR, J. S. e; GRELLE, C. E. V.; MARROIG, G.; CERQUEIRA, R. Limites climáticos e vegetacionais das distribuições de *Cebusnigritus*e *Cebusrobustus* (Cebinae, Platyrrhini). **Neotropical Primates**, Arlington, v.13, n.1, p. 14-19, 2005.

Comparação entre diferentes métodos de cubagem e rendimento de madeira serrada de *Pinus elliottii* Engel.

Comparison of different methods of scaling and lumber yield of *Pinus elliottii* Engel.

Elenice Broetto Weiler[1]
Magda Lea Bolzan Zanon[2]

[1]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Rua Padre João Bosco Penido Burnier, Bairro Camobi, Santa Maria/RS. elenice.bere@hotmail.com

[2] Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Centro de Educação Superior Norte do RS, Universidade Federal de Santa Maria, Linha Sete de Setembro s/n, BR 386, Km 40, CEP 98400-000, Frederico Westphalen/RS. magdazanon@ufsm.br

Resumo: O Brasil possui uma área florestal significativa, destacando-se em diversos setores que utilizam a madeira como insumo principal. *Pinus elliottii* Engel destaca-se como uma das espécies mais utilizadas em plantios comerciais na região sul, adaptando-se a produção e diferentes condições ambientais de cultivo. Comercialmente determinar o volume das toras, para posteriormente realizar o desdobro, viabiliza a tomada de decisão de madeireiras e centros consumidores do produto, desde o processamento até a expedição. Com isso, o trabalho objetivou comparar e escolher entre os métodos de cubagem qual é o melhor para toras de *Pinus elliottii*, quantificando o volume do desdobro das toras processadas, para obter o rendimento da madeireira em estudo. Foram avaliadas 52 toras de 3 m cada e mensurados os diâmetros das mesmas. Após o desdobro com serra-fita vertical, mediu-se o comprimento, largura, espessura e número das tábuas para fins de cálculo de aproveitamento. Os métodos para obtenção de volume utilizados no trabalho foram os de Smalian, Huber, Newton e Cordão. Concluiu-se que entre os métodos de cubagem utilizados o melhor para toras de *Pinus elliottii*, foi o Método de Huber, com um volume de 16,6470 m³, obtendo o maior rendimento, cerca de 61,60% para a madeireira em estudo.
Palavras-chave: desdobro, serraria, madeireira, tábuas.

Abstract: Brazil has a significant forest area, highlighting in various industries that use wood as the main input. *Pinus elliottii* Engel stands out as one of the species most commonly used in commercial plantations in the south, adapatndo to production and different growing conditions. Commercially determine the volume of logs, to further carry out the sawing, enables decision-timber-making and product consumption centers, from processing to shipping. Thus, the study aimed to compare and choose from the scaling of methods which one is best for *Pinus elliottii* logs, quantifying the unfolding of the volume of logs processed to obtain the yield of timber under study.52 logs were evaluated every 3 m and measured the diameters of the same. After sawing with vertical-band saw, measured the length, width, thickness and number of boards for use in calculations. Methods for obtaining volume used in this research was to Smalian, Huber, Newton and Cord. It was concluded that among the scaling methods used best for *Pinus elliottii* logs, was the Huber method, with a volume of 16.6470 m³, obtaining the highest yield, about 61.60% for the timber under study.
Key words: unfold, sawmill, timber, boards.

1.Introdução

A cobertura florestal do território brasileiro, associada às excelentes condições edafoclimáticas para a silvicultura, confere ao País grandes vantagens comparativas para a atividade florestal. Existe um consenso entre especialistas, tais como Garlip (2001), Assis (2003), Silva (2003), entre outros quanto à relevância social, econômica e ambiental do setor florestal e sua importância para o desenvolvimento do Brasil. De fato, dados do IPEF (2013) indicam que o setor florestal brasileiro apresenta aproximadamente, 1,8 milhões de ha de plantações de *Pinus* e 4 milhões de ha de *Eucalyptus*.

Cerca de 3 mil empresas no Brasil, localizadas sobretudo nas regiões Sul e Sudeste, utilizam Pinus nos seus processos produtivos, concentrando-se nos seguintes produtos: indústria de madeira serrada, celulose e papel, painéis, compensados, MDF e OSB. O consumo dessas empresas vem aumentando e algumas produtoras de madeira de Pinus têm até mesmo abandonando o mercado externo para vender aqui (ABRAF, 2006; SBS, 2006).

Muitas espécies do gênero *Pinus* são utilizadas no setor de madeira serrada, sendo seu comportamento conhecido e dominado, porém há sempre desafios para melhorar a eficiência das serrarias. Exemplo disto é o *Pinus elliotti*, pertencente à família Pinaceae, que possui madeira de fácil trabalhabilidade, desdobramento, aplainamento, fácil de desenrolar, lixar, tornear, furar, fixar, colar e permite bom acabamento, além da facilidade na secagem (IPT,1989).

Mas, é preciso ressaltar que a eficiência está relacionada com o rendimento em madeira serrada que é influenciado por diversos fatores, tais como características da espécie, produtos, maquinário, mão de obra e, principalmente, pelo diâmetro das toras. Além desses fatores, o tratamento que é dado às toras ainda no pátio da serraria e outras decisões de como desdobrá-las são fatores fundamentais para que se atinjam bons níveis de rendimento (MURARA JUNIOR et al, 2005). Dessa forma, surgiu a necessidade de se otimizar o processo de desdobro das toras quando o produto final tem finalidade para a indústria de serrados e moveleira (MURARA JUNIOR et al, 2005).

1.1.Determinação do volume de toras para serraria

É de grande valia para as madeireiras saber o volume de toras que se têm no pátio. A partir disto é possível verificar o rendimento e aproveitamento e otimizar o serviço, no entanto, é preciso adotar um método que determine este volume da maneira mais precisa possível.

Os troncos são bastante irregulares e não existem dois que sejam totalmente idênticos. Contudo os troncos apresentam uma forma geométrica semelhante a um cilindro. Desta forma a determinação do volume das toras pode ser realizada de diversas formas de acordo com a finalidade a que se destina a madeira e com a tradição de comércio local. Geralmente, o volume da tora sofrerá descontos, buscando abater o volume das porções não aproveitáveis (FINGER, 1992). Assim, as madeiras que se destinam a serrarias, tem as medidas tomadas na ponta fina visando descontar a parte relativa as costaneiras (SILVA e PAULA NETO, 1979).

As principais fórmulas empregadas na cubagem são a de Smalian, Huber e de Newton, considerando que estas são válidas quando as seções assemelham-se a um tronco de parabolóide de revolução. A fórmula de Smalian foi concebida por Septofontaines em 1971 e, posteriormente, introduzida na Alemanha por Smalian, tendo por isto, seu nome a ela associado (SILVA, 1977). Nesta fórmula o volume de cada seção é calculado em função do comprimento e das áreas basais obtidas nas extremidades das secções. E quando ocorrem irregularidades nos troncos, seja devido a existência de galhos ou nós, o ponto de medição pode ser transferido para o local onde o tronco volta ao normal.

A fórmula de Huber foi criada por Kaestner em 1758 e foi somente em 1825 que se tornou conhecida a partir dos estudos daquele autor. Por este procedimento o volume da secção será determinado pelo comprimento da secção (L) e pela área basal tomada no meio da secção (g_m). Já a fórmula de Newton utiliza no cálculo do volume, as áreas basais das extremidade inferior, ou base da tora (g_i), do meio da secção (g_{mi}) e da extremidade superior, ou topo (g_{i+1}) para uma secção de tora.

As três fórmulas, segundo Silva (1977), dão resultados corretos embora as de Huber e Smalian sejam mais empregados devido à maior rapidez da medição. A fórmula de Newton

é considerada mais precisa, mas o seu uso envolve mais uma determinação de diâmetro e mais cálculo. Para o autor, o emprego de um ou outro método de cubagem dependerá da precisão que se deseja, do tempo disponível e da tradição da empresa.

Muito utilizado por madeireiros, há outro método conhecido como Método de Cordão, que se baseia na medição do diâmetro das pontas da tora e ainda são retirados quatro centímetros em cada lado.

A partir disto o trabalho objetiva comparar e escolher entre os métodos de cubagem existentes qual é o melhor para toras de *Pinus elliottii*, quantificando o volume do desdobro das toras processadas, para obter o rendimento da madeireira em estudo.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Obtenção de dados

Foram avaliadas 52 toras provenientes de um povoamento de *Pinus elliottii*. A carga de toras chegou ao pátio da Madeireira Walter, e foi avaliada no dia 30 de fevereiro de 2014. O primeiro procedimento foi cortar os troncos em toras de 3 m de comprimento (Figura 1). Os diâmetros foram mensurados com o auxílio de uma suta graduada em centímetros, e o comprimento das toras com uma trena graduada em metros.

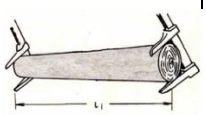
Após esta avaliação as toras foram conduzidas para o desdobro, neste mesmo local. A serraria é de médio porte, de propriedade particular, localizada no município de Tenente Portela/RS. O sistema de serragem de toras instalado no local de avaliação é do tipo serra-fita vertical (espessura de fita de 25 mm).

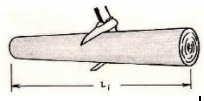
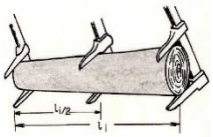
Figura 1. Procedimento de preparação das toras na dimensão de 3 metros.
Figure 1. Procedure for preparation of the logs on the size of three meters.

2.2.Métodos de cubagem

Os métodos para obtenção do volume real de cada tora utilizados no trabalho foram os de Smalian, Huber, Newton e Cordão (Quadro 1).

Quadro 1. Métodos de Cubagemutilizados para avaliar as toras de *Pinus elliotti*.
Picture 1. Cubing methods used to evaluate the logs of *Pinus elliottii*.

Método	Fórmula	Descrição	Ilustração
SMALIAN	Vi = (gi+gi+1)/2 *li	**V_i**= vol. das secções intermediárias; **g_i e g_{i+1}** = áreas basais das secções; **l_i**= comprimento da tora.	

Método	Fórmula	Descrição	Ilustração
HUBER	Vi = gmi * li	**V_i** = volume das secções intermediárias; **g_m** = área basal no centro da tora; **l_i** = comprimento da tora.	
NEWTON	V = (gi+4gm+gi+1)/6 * h	**V_i** = volume das secções intermediárias; **g_m** = área basal no centro da tora; **g_i e g_{i+1}**= áreas basais das extremidade da tora; **l_i** = comprimento da tora.	
CORDÃO	Vt= (Cir(m)/4) – 0,04)² * L	**Vt =** Volume da tora (m³); **Cir(m)** =(Cf))/100 →Cf: Circunferência na ponta fina; **L** = Comprimento da tora.	

2.3 Cálculo de Aproveitamento

Para o cálculo do volume comercial (Equação 1), a percentagem de aproveitamento das toras foi dada pela relação entre volume esquadrejado e o volume real da tora.

$$A(\%) = Ve/Vr.100 \qquad \text{(Eq. 01)}$$

Onde:

A(%) = percentagem de aproveitamento das toras;
Ve = volume esquadrejado;
Vr = volume das toras calculados, por Smalian/Huber/Newton.

3. Resultados eDiscussão

3.1 Volumes pelos métodos de cubagem

As 52 toras avaliadas neste trabalho, bem como o volume obtido pelos diferentes métodos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Variáveis mensuradas nas toras e volumes calculados pelos métodos de Smalian, Huber, Newton e Cordão.
Table 1. Variables measured in turtledoves and volumes calculated by the methods of Smalian, Huber, Newton and Cordão.

Nº toras	Diâmetro (cm) PF**	Diâmetro (cm) MT**	Diâmetro (cm) PG**	Comp. (m)	Volume (m³)			
					Smalian	Huber	Newton	Cordão
1	34,5	37,2	39	3,5	0,3726	0,3804	0,3778	0,1867
2	39,6	40	46,7	3,5	0,5152	0,4398	0,4649	0,2570
3	36,2	37,2	37,1	3,1	0,3270	0,3369	0,3336	0,1850
4	35,1	38,1	48,1	3,15	0,4385	0,3591	0,3856	0,1749
5	32,5	35,4	35,6	3,18	0,2901	0,3129	0,3053	0,1473
6	35,2	38,4	44	3,1	0,3865	0,3590	0,3681	0,1733
7	31	33	31,2	3,06	0,2324	0,2617	0,2519	0,1266
8	31,4	33,7	36	3,04	0,2724	0,2711	0,2715	0,1297
9	35	38,7	53,8	3,12	0,5047	0,3670	0,4129	0,1721

Nº toras	Diâmetro (cm) PF**	Diâmetro (cm) MT**	Diâmetro (cm) PG**	Comp. (m)	Volume (m^3)			
10	35,8	35,4	35,8	3,14	0,3160	0,3090	0,3113	0,1826
11	35,4	38,6	43,8	3,08	0,3836	0,3604	0,3681	0,1745
12	31,6	35	35	3,08	0,2689	0,2963	0,2872	0,1334
13	34,2	37,7	45,4	3,08	0,3907	0,3438	0,3594	0,1609
14	29,4	32	34,4	3,07	0,2468	0,2469	0,2468	0,1118
15	34,6	38,9	38,6	3,07	0,3239	0,3648	0,3512	0,1648
16	30,3	35	34,4	3,08	0,2541	0,2963	0,2822	0,1207
17	32,3	34,8	42	3,07	0,3384	0,2920	0,3074	0,1401
18	33	32	34	3,05	0,2688	0,2452	0,2531	0,1465
19	34,6	36	37	3,1	0,3123	0,3155	0,3144	0,1664
20	35,7	41,2	55	3,05	0,5149	0,4066	0,4427	0,1762
21	33,2	34,2	42,3	3,02	0,3429	0,2790	0,3003	0,1471
22	30,6	32,2	33,9	3,05	0,2497	0,2483	0,2488	0,1224
23	32,1	34	34,2	3,1	0,2678	0,2814	0,2769	0,1394
24	33	37	44,5	3,08	0,3712	0,3311	0,3445	0,1479
25	39,3	43,4	56,1	3,07	0,5656	0,4541	0,4913	0,2215
26	38,3	38	38,3	3,07	0,3536	0,3481	0,3500	0,2088
27	29,6	32,4	34	3,075	0,2453	0,2535	0,2508	0,1585
28	34	33,5	41,2	3,075	0,3445	0,2713	0,2955	0,2472
29	35,7	38,4	37,2	3,05	0,3183	0,3532	0,3416	0,1939
30	37,2	41,8	53,4	3,05	0,5072	0,4185	0,4481	0,4390
31	35,5	37,3	45,3	3,135	0,4077	0,3425	0,3646	0,3126
32	33,9	38,5	35,5	3,135	0,2966	0,3649	0,3421	0,1787
33	36	35,7	36,1	3,11	0,3174	0,3113	0,3133	0,1844
34	36	39,2	37,3	3,11	0,3281	0,3753	0,3596	0,1989
35	34,1	37,1	40	3,105	0,3368	0,3356	0,3360	0,2333
36	38,7	38,5	40	3,105	0,3777	0,3614	0,3668	0,2333
37	27,7	28,6	29,5	3,095	0,1990	0,1988	0,1989	0,1137
38	29,5	30,4	29,6	3,095	0,2122	0,2246	0,2205	0,1146
39	39,1	39,2	50	3,075	0,4865	0,3711	0,4095	0,3825
40	38,3	37,6	39,1	3,075	0,3617	0,3414	0,3482	0,2193
41	33,9	34,7	39,9	3,08	0,3315	0,2912	0,3047	0,2301
42	33,9	32,7	34,1	3,08	0,2796	0,2586	0,2656	0,1598
43	30	30,8	33,3	3,085	0,2433	0,2298	0,2343	0,1514
44	33,3	33,3	36,9	3,085	0,2993	0,2686	0,2788	0,1952
45	31,5	31,4	32,6	3,085	0,2489	0,2388	0,2422	0,1439
46	32,6	35,4	41,5	3,085	0,3374	0,3036	0,3148	0,2522
47	32,2	37,1	36,2	3,11	0,2866	0,3362	0,3196	0,1856
48	36,2	38,2	50,2	3,11	0,4678	0,3564	0,3935	0,3903
49	32,8	36,6	47,3	3,125	0,4065	0,3287	0,3547	0,3434
50	31,9	31,9	32,8	3,125	0,2569	0,2497	0,2521	0,1479
51	38,6	40,4	50,1	3,05	0,4790	0,3909	0,4203	0,3811
52	34,8	38,9	38,6	3,05	0,3235	0,3624	0,3494	0,2112
Total	-	-	-	-	**17,8107**	**16,6470**	**17,0349**	**10,2195**

**PF - ponta fina; MT – metade da tora; PG - ponta grossa; Comp. – comprimento.

Pode-se observar que os menores volumes foram 0,1990; 0,1988; 0,1989; 0,1118; respectivamente para os métodos de Smalian, Huber, Newton e Cordão. Sendo os maiores volumes encontrados os de Smalian com 0,5656, Huber com 0,4541, Newton com 0,4913 e Cordão com 0,4390. O método mais utilizado pelos madeireiros para determinar o volume das toras é o método do cordão, esse método subestima muito o volume, tanto que o volume das 52 toras resultou em 10, 2195 m^3, o menor volume de todos os métodos que comparamos.

As três fórmulas, segundo Silva (1977), dão resultados corretos embora as de Huber e Smalian sejam mais empregadas devido a rapidez de cálculo. A fórmula de Newton é

considerada mais precisa, mas seu uso envolve mais uma determinação de diâmetro e mais cálculo.

A cubagem de uma mesma árvore pelos processos mencionados apresenta valores numéricos de volumes diferentes, porém, segundo Spurr (1952), as diferenças não são significativas para volumes calculados pelas fórmulas de Smalian e Huber. Os volumes médios pelos diferentes métodos de cubagem estão representados a seguir (Figura 2).

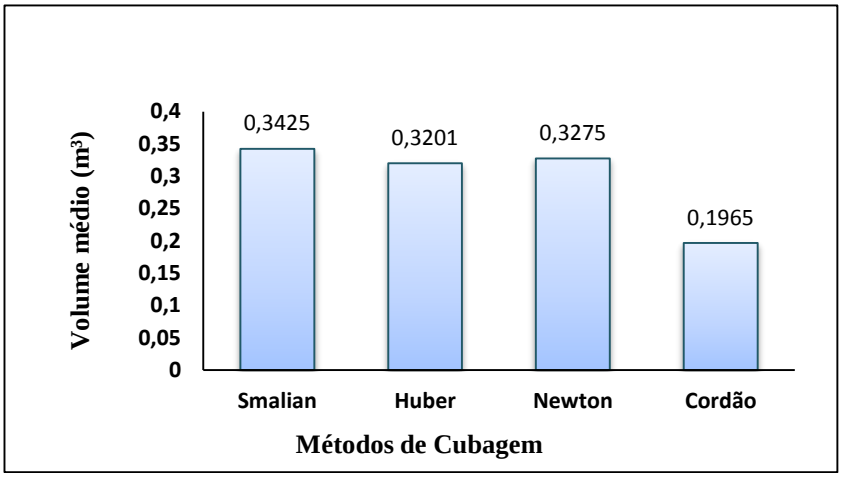


Figura 2. Média dos volumes calculados pelos diferentes métodos de cubagem.
Figure 2. Average volumes calculated by different methods of scaling.

A média de volume para os métodos de Huber e Newton, não mostraram variação entre si significativa. No entanto comparando com o Método do Cordão é expresso uma diferença de 0,146 m³. Segundo Husch et al., (1982) a fórmula de Newton é exata para todos os troncos dos sólidos geométricos (parabolóide, neilóide e cone). As fórmulas de Smalian e Huber são exatas somente quando o sólido é um tronco de parabolóide.

3.2 Aproveitamento da madeira beneficiada

Após a cubagem das toras, estas foram processadas na serraria e foi obtido o número de tábuas, espessura, comprimento e largura. Estes dados se encontram na Tabela 2.

Tabela 2. Características das tábuas obtidas a partir do desdobro das toras.
Table 2. Characteristics of the boards obtained from the sawing of logs

TÁBUAS (n°)	ESPES. (cm)	LARG. (cm)	COMPR. (m)	VOL. (m³)
19	2,5	26	3	0,3705
78	2,5	25	3	1,4625
8	2,5	18,5	3	0,1110
2	2,5	21	3	0,0315
17	2,5	12	3	0,1530
3	2,5	19	3	0,0427
9	2,5	12,5	3	0,0844
39	2,5	30	3	0,8775
5	2,5	30,5	3	0,1144
11	2,5	20,5	3	0,1691
18	2,5	31	3	0,4185
37	2,5	20	3	0,5550
13	2,5	15	3	0,1463
5	2,5	15,5	3	0,0581
2	2,5	16	3	0,0240

TÁBUAS (n°)	ESPES. (cm)	LARG. (cm)	COMPR. (m)	VOL. (m³)
11	2,5	25,5	3	0,0210
5	2,5	18	3	0,0675
1	2,5	13	3	0,0097
2	2,5	19,7	3	0,0295
1	2,5	25,3	3	0,0189
1	2,5	25,7	3	0,0192
1	2,5	24	3	0,0180
1	2,5	30,8	3	0,0231
20	2,5	15	3	0,2250
4	2,5	15,5	3	0,0465
8	3	31	3	0,2232
14	2,5	31	3	0,3255
1	3	23	3	0,0207
1	3	28	3	0,0252
1	3	30	3	0,0270
1	3	30,5	3	0,0274
84	3	25	3	1,5750
38	2,5	20	3	0,5700
7	2,5	18,5	3	0,0971
14	2,5	25,5	3	0,2677
54	2,5	30	3	1,2150
1	2,5	17	3	0,0127
2	2,5	26	3	0,0390
1	2,5	30,6	3	0,0229
7	2,5	18	3	0,0945
1	2,5	27,5	3	0,0206
9	2,5	12	3	0,0810
6	2,5	30,5	3	0,1372
3	2,5	28	3	0,0630
1	2,5	20,5	3	0,0153
2	2,5	29	3	0,0435
1	2,5	27	3	0,0202
2	2,5	30,2	3	0,0453
572	**-**	**-**	**-**	**10,25595**

Obteve-se um total de 572 tábuas desdobradas todas elas com 3 m de comprimento. A variação, no entanto, ocorreu na largura, onde se obteve tábuas de 12 a 31 cm, variando também na espessura, algumas com 2,5 cm, outras com 3 cm, variação esta causada propositalmente pela empresa, em função dos objetivos de expedição (Figura 3).

Figura 3. Processo de desdobro (esquerda) e produto final com diferentes larguras (direita).
Figure 3. sawing process (left) and final product with different widths (right).

A partir do volume total das tábuas de 10,25 m³, e dos volumes obtidos pelos métodos de cubagem, foi calculado o aproveitamento das toras (Figura 4).

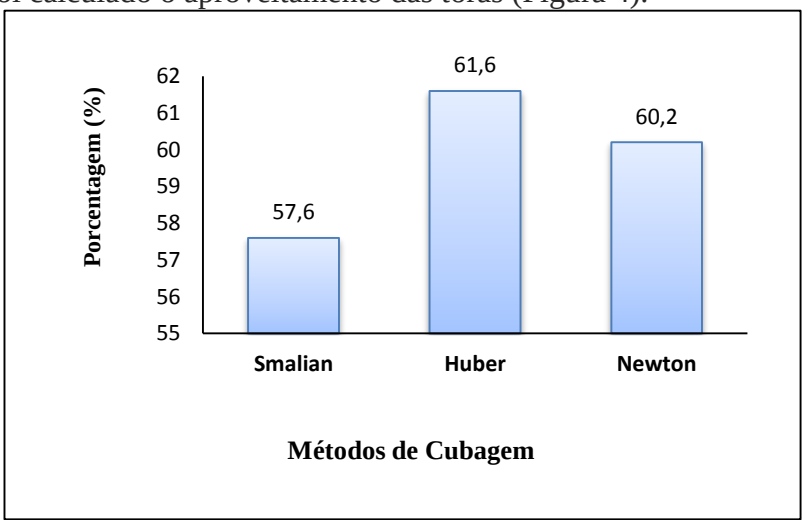


Figura 4. Aproveitamento das Toras pelos diferentes Métodos de Cubagem
Figure 4. Utilization of Lands by different methods

O método que se destaca aqui é o de Huber com 61,60 %, enquanto os demais apresentaram porcentagens inferiores. No entanto, deve-se destacar que se compararmos o volume pelo método de cordão, e o volume esquadrejado, obtemos um valor muito parecido, aquele com 10,2195 m³ enquanto que este com 10,2559 m³. A justificativa da empresa em usar o método do cordão está exatamente ligada a este aspecto, onde o volume do produto final está calculado quase que de forma exata antes do desdobro das toras. Silva (1997) diz que o emprego de outro método de cubagem dependerá da precisão que se deseja, do tempo disponível e da tradição da empresa.

O rendimento médio geral em três serrarias estudadas por Fonte (1994) foi da ordem de 30,46 %, que é considerado baixo por alguns autores como ASSINI et al (1979), FREITAS (1986) e RIBAS et al (1989), e normalmente atribuído à qualidade inferior do material processado e à performance do equipamento utilizado.

4. Conclusão

Entre os métodos de cubagem testados o melhor para determinação do rendimento de desdobro de toras de *Pinus elliottii* na serraria em estudo foi o Método de Huber, com um volume total de madeira serrada de 16,6470 m³, obtendo o maior rendimento, cerca de 61,60% para a madeireira em estudo.

Referências bibliográficas

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2005. Brasília, 2006. 80 p.

ASSINI, J. L.; et al. Processamento mecânico de madeira de Pinus de pequenas dimensões. Instituto Florestal. São Paulo, SP (Boletim técnico - IF, 33). 17p. 1979.

ASSIS, J. B. Base florestal de Minas Gerais. In: SEMINÁRIO DE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE EUCALIPTO, 2, 2003, Belo Horizonte. **Anais...**Viçosa: SIF, 2003. 210 p. p. 32-42.

FINGER, C. A. G. **Fundamentos de Biometria Florestal.** Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269 P.

FONTES, P. J. P. Auto-suficiência energética em serraria de Pinus e aproveitamento dos resíduos. Curitiba, 1994. 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

FREITAS, A. R. Alternativas tecnológicas para melhor aproveitamento dos recursos florestais brasileiros. In: 59 Congresso florestal brasileiro (1 886:0 O1inda, PE).Silvicultura . São Paulo, SP. 1 1 (41) : 1 76-1 78. 1986.

GARLIP, R. C.**Competências e competitividade do setor florestal.** Disponível em: <http://www.bioline.org.br/request?cf05010>. Acesso em: 28/08/2014.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration.**3 ed. New York, John Wiley & Sons, 1982.402p.

IPEF – INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS (2013). **Plantações de *Pinus* e *Eucalyptus*no Brasil.**Disponível em: <http://www.ipef.br/eventos/2013/reuniao_fpc.asp>. Acesso em: 28/08/2014.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de SP. 1989. Disponível em: <http://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=7>. Acesso em: 19/09/2014.

MURARA JUNIOR, M. I.; ROCHA, M. P. DA; TIMOFEICZYK JUNIOR, R. Rendimento em Madeira Serrada de *Pinus taeda* para duas metodologias de Desdobro. **FLORESTA,** Curitiba, PR, v. 35, n. 3, set./dez. 2005.

RIBAS, C. et al. Estudo da influência do diâmetro e do comprimento das toras de *Pinus eiliotti* na produção de madeiraserrada e de resíduos de serraria. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, 1(1): 51-65. 1989.

SBS. **Fatos e números do Brasil florestal**. São Paulo, 2006. 106 p.

SILVA, J. A. A.; PAULA NETO, F. **Princípios Básicos de Dendrometria.** Recife: UFRPe., 1979. 185p.

SILVA, J. A. **Biometria e estatística florestal.** Santa Maria: UFSM, 1977. 235p.

SILVA, J. C. Perspectivas do setor florestal brasileiro. **Revista da Madeira,** Curitiba, ano 13, n. 75, p. 04-06, 2003.

SPURR, S. H. **Forest Invetory.** New York: Ronald Press, 1952. 476 p.

Crescimento de *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl. na região de Frederico Westphalen, RS.

Growth of *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp.& Endl. in the region Frederico Westphalen, RS

Magda Lea Bolzan Zanon[1]
Catiane Casarin[2]

[1] Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Centro de Educação Superior Norte do RS, Linha Sete de Setembro s/n, BR 386, Km 40, CEP 98400-000, Frederico Westphalen, (RS), magdazanon@ufsm.br

[2]Engenheira Florestal, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Rua Santo Bisognin, nº 016, centro, CEP 98440-000, Caiçara - RS, catianecasarin_6@hotmail.com

Resumo: Este trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento em diâmetro e altura em função da idade, bem como testar modelos matemáticos de volume e altura para a espécie*Tetrorchidiumrubrivenium*Poepp. &Endl., na região de Frederico Westphalen, RS. Com os dados obtidos a partir da análise de tronco completa, foram testados modelos matemáticos, permitindo avaliar o crescimento da espécie estudada. Os modelos que melhor ajustaram o crescimento em diâmetro e altura em função da idade para a espécie *Tetrorchidiumrubrivenium*Poepp. &Endl, foram os de Gram: $\ln d = -1{,}17632 + 1{,}13623.\ln t + 0{,}03349.t$, e $\ln h = -0{,}47013 + 1{,}152212.\ln t - 0{,}06871.t$, respectivamente. O ajuste do volume em função das variáveis diâmetro e altura foi melhor representado por: $v = -0{,}0014 + 0{,}0057.d - 0{,}0018.d^2 + 0{,}0002\,dh + 0{,}0012.d^2.h - 0{,}0014.h$ e, $v = -0{,}00182 + 0{,}00245.d + -0{,}008898.d^2 + -0{,}0007.dh^2 + 0{,}00874.d^2.h$, modelos de Meyer e Meyer Modificado respectivamente. Para a variável altura em função do diâmetro o modelo parabólico $h = 1{,}20941 + 1{,}811672.d - 0{,}05989.d^2$ foi o selecionado por apresentar melhores estimativas.
Palavras-chave: diâmetro, altura, volume.

Abstract: The objective of this work was to evaluate the diameter and the height growth, as well as testing volume and high mathematical models of *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl., by its age, in the region of Frederico Westphalen in Rio Grande do Sul. With the data obtained by a complete body analysis, mathematical models were tested, allowing to evaluate the growth of the studied species. The equations that best adjusted the growth in diameter an height by the age for the species of *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl. was the of Gram: $\ln d = -1{,}17632 + 1{,}13623.\ln t + 0{,}03349.t$, e $\ln h = -0{,}47013 + 1{,}152212.\ln t - 0{,}06871.t$, respectively. The adjust of the volume by the diameter and height was the Meyer and Meyer Modified $v = -0{,}0014 + 0{,}0057.d - 0{,}0018.d^2 + 0{,}0002\,dh + 0{,}0012.d^2.h - 0{,}0014.h$ e, $v = -0{,}00182 + 0{,}00245.d + -0{,}008898.d^2 + -0{,}0007.dh^2 + 0{,}00874.d^2.h$. For the variable: height according to the diameter, the parabolic model $h = 1{,}20941 + 1{,}811672.d - 0{,}05989.d^2$, was selected by presenting better estimates.
Keywords: diameter, height, volume.

1. Introdução

As florestas nativas vêm sendo submetidas à intensa e desordenada exploração, encontrando-se hoje em pequenos fragmentos. A causa disso deve-se, principalmente, à derrubada da floresta para o avanço da fronteira agrícola que, juntamente com a exploração intensiva de espécies madeiráveis, reduziu os maciços florestais a florestas fragmentadas.

Para que se possa explorar uma floresta de acordo com o manejo adequado deve-se ter em mente, o conceito de sustentabilidade, ou seja, deve-se levar em consideração o potencial

produtivo das espécies e cortar somente o que ela incrementa. Para tanto é necessário obter informações básicas sobre o crescimento e desenvolvimento das espécies ao longo do tempo.

De acordo com Leite e Klein, (1990) a Floresta Estacional Decidual ocorre na região noroeste e central do estado do Rio Grande do Sul. A fração central está presente na vertente sul da Serra Geral e em diversas áreas dos rios Jacuí, Ijuí e Ibicuí. Em seus estágios iniciais, médios e avançados de sucessão, ocupa uma área de 11.762,45 km² (1.176.245 ha), o que representa 4,16% da superfície do Estado e 23,84% da área total coberta com florestas naturais.(RIO GRANDE DO SUL, 2002).

Entre as espécies potencias de estudos da floresta estacional decidual encontra-se *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl. Segundo Lorenzi (2009),aespécieconhecida popularmente como embirão,apresenta altura de 6-25 m, tronco de 60-80 cm de diâmetro, sua madeira é leve (densidade 0,46 g/cm³) e de baixa resistência mecânica, é indicada para caixotaria leve, brinquedos, miolo de painéis e portas. (Lorenzi, 2009)

Segundo Finger (1992), o crescimento é influenciado por fatores genéticos, interagindo com o meio ambiente, o qual compreende fatores climáticos (temperatura, precipitação, vento e insolação), edáficos (características físicas, químicas e biológicas), topográficos (inclinação, altitude e exposição) e fatores de competição através da influência de outras espécies.

Para a quantificação do incremento periódico anual em volume, Schneider e Finger (2000) comentam que podem ser considerados os seguintes procedimentos: determinação por meio de medições periódicas do DAP das árvores em parcelas permanentes; determinação pela diferença de volume entre duas ocasiões do inventário florestal; e determinação mediante análise de tronco.

Finger (1992) conceitua análise de tronco como um método retrospectivo para determinação do crescimento da árvore que permite determinar as curvas de crescimento da altura, volume, idade, bem como estudos cronológicos pela datação dos anéis anuais de crescimento, apresentando vantagens pela rapidez, boa precisão e baixo custo para a obtenção dos dados.

Apesar de pesquisas darem enfoque à árvores nativas, não existem estudos detalhados sobre o comportamento do crescimento de grande número de espécies existentes na Floresta Estacional Decidual localizada na região Noroeste do RS. Obter informações sobre o crescimento de espécies pertencentes a essa região fitogeográfica se justifica devido à necessidade de preservação desse tipo florestal, requerendo informações básicas passíveis de serem utilizadas em planos de manejo.

Deste modo, o objetivo deste trabalho avaliar o crescimento em diâmetro e altura em função da idade, bem como testar modelos matemáticos de volume e altura para a espécie *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl., na região de Frederico Westphalen, RS.

2. Metodologia de Trabalho

O trabalho foi realizado em um fragmento de aproximadamente 20 ha, no município de Frederico Westphalen, nas dependências do Centro de Educação Superior Norte – RS (CESNORS) e Colégio Agrícola de Frederico Westphalen.

Para o estudo do crescimento, foi selecionada uma árvore média do povoamento para efetuar a análise de tronco total. A árvore selecionada foi derrubada e seccionada nas posições 0,10 m, 0,30 m, 1,30 m e depois de metro em metro, onde foram retiradas fatias de aproximadamente 4 cm de espessura. As fatias foram secas, e posteriormente, lixadas para melhor visualização dos anéis de crescimento. Em cada uma das fatias foi traçado quatro

raios perpendicularmente disposto e realizado uma média aritmética dos quatro raios para obter a estimativa da espessura dos anéis de crescimento.

Após a medição os dados foram processados no programa ANATRO (Análise de Tronco) onde se obteve a idade da árvore, o diâmetro, a altura, bem como o volume, a área basal, fator de forma, incremento corrente e médio anual.

Para estudar as tendências de desenvolvimento do crescimento em diâmetro e altura e em função da idade foram testados os modelos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Equações testadas para crescimento do diâmetro e altura em função da idade.
Table 1. Fitted equation to diameter, height andvolume growth in function of the age.

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	$y = \frac{x^2}{e^{(b_0 + b_1 . x + b_2 . x^2)}}$	Prodan
5	$y = \frac{x^2}{e^{(b_1 . x + b_2 . x^2)}}$	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 (1,30 m), altura (m), volume sem casca (m³);x =idade (anos);b_0, b_1, b_2, b_3 = coeficientes das equações; ln= logaritmo neperiano.

Para o ajuste do crescimento volumétrico em função das variáveis diâmetro e altura, foram testadas 09 equações apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Equações testadas para ajuste do volume em função do diâmetro e altura.
Table 2.: Fitted equation tovolume adjustment depending on the diameter and height.

Equação	Modelo matemático	Autor
1	$v = b_0 + b_1 . d + b_2 . d^2 + b_3 . dh + b_4 . d^2 . h + b_5 . h$	Meyer
2	$v = b_0 + b_1 . d + b_2 . d^2 + b_3 . dh^2 + b_4 . d^2 . h$	Meyer modificado
3	$v = b_0 + b_1 . d^2 + b_2 . d^2 . h + b_3 . dh^2 + b_4 h^2$	Naslund modificado
4	$v = b_0 + b_1 . d^2 + b_2 . d^2 h + b_3 h$	Stoate
5	$v = b_0 + b_1 . d^2 h$	Spurr
6	$\log v = b_0 + b_1 . \log d + b_2 . \log^2 d + b_3 . \log h + b_4 . \log^2 h$	Prodan
7	$\log v = b_0 + b_1 . \log d + b_2 . \log h$	Schumacher-Hall

8	$\log v = b_0 + b_1.\log\left(d^2 h\right)$	Spurr
9	$\log v = b_0 + b_1.\log d + b_2.d^{-1}$	Brenac

Sendo: v= volume sem casca (m³); h= altura (m); d= diâmetro a altura do peito (1,30 m).

No estudo da altura em função do diâmetro foram testados 07 modelos matemáticos, apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Equações testadas para ajuste da altura em função do diâmetro.
Table 3. Fitted equation toheight adjustment in function of the diameter.

Equação	Modelo matemático	Autor
1	$h = b_0 + b_1.d + b_2.d^2$	Modelo Parabólico
2	$\ln h = b_0 + b_1.\ln d$	Stofells
3	$\ln h = b_0 + b_1.\left(1/d\right)$	Curtis
4	$h = b_0 + b_1.\left(1/d\right)$	Curtis
5	$h = b_0 + b_1.d + b_2.\left(1/d\right)$	-
6	$h = b_0 + b_1.\left(1/d\right) + b_2.d^2$	-
7	$h = b_0 + b_1.d + b_2.\left(1/d\right) + b_3.d^2$	-

Sendo: h= altura (m); d= diâmetro à altura do peito (1,30 m); ln= logaritmo neperiano.

A seleção do melhor modelo matemático utilizou-se dos seguintes critérios: valor de F altamente significante; maior coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{Aj.}$); menor Erro padrão de estimativa (S*yx*), consequentemente menor coeficiente de variação (CV%), e considerando o valor ponderado dos escores estatísticos, bem como a distribuição dos resíduos quando necessário.Os modelos foram programados e processados no programa estatístico SAS (StatisticalAnalysis System, 2004).

3Resultados e Discussão

3.1. Crescimento do diâmetro em função da idade

São apresentados os parâmetros estatísticos das equações na Tabela 4, utilizados para estudar o crescimento do diâmetro em função da idade.

Tabela 4. Parâmetros estatísticos das equações testadas para ajustar o crescimento de diâmetro em função da idade para a espécie *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl.
Table 4. Statistical parameters of the fitted equation to diameter growth adjusting in function of the age for the species *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl.

Equação	Coeficientes				$R^2_{Aj.}$	S_{yx}	CV%	F
	b_0	b_1	b_2	b_3				
1	2,36902	-4,38356	-	-	0,7645	0,5394	34,13	62,67
2	-1,11890	1,04803	0,09415	-	0,9971	0,0593	3,76	3322,8
3	-	-0,11471	0,37068	-	0,9753	0,3009	19,04	396,24

4	1,28363	0,22995	-0,00728	-	0,9229	0,1457	5,49	114,78
5	-	0,48017	-0,01745	-	0,9746	0,4306	16,23	384,7
6	-1,73284	0,60452	1,51389	-	0,9969	0,0715	4,52	2288,1
7	-1,43828	0,57901	-0,03217	0,00070551	0,9877	0,1232	7,79	510,5
8	-1,17632	1,13623	0,03349	-	0,9976	0,0542	3,43	3979,4

Sendo: b_0, b_1, b_2, b_3= coeficientes; $R^2_{Aj.}$= coeficiente de determinação ajustado; S_{yx}= erro padrão da estimativa; CV%= coeficiente de variação em %; F= valor de F da análise devariância.

De acordo com o método utilizado do Valor Ponderado dos Escores Estatísticos (VP), selecionou-se o modelo matemático que apresentou menor valor ponderado. Os dados utilizados na análise de tronco possibilitaram o ajuste dos modelos e a análise da precisão das equações utilizadas.Podendo assim, observar que a equação a ser utilizada para descrever o crescimento em diâmetro em função da idade é a de número 8, definida pelo modelo de crescimento de Gram, apresentando maior R^2Aj de 0,9976; bem como um baixo CVde 3,43%, seguindo do modelo de Backman (2) que apresentou um R^2Aj de 0,9971 e CV de 3,73%

Scheeren et al. (2003) pesquisaram o crescimento em diâmetro da espécie *Ocotea pulchella*, indicando para estimar os dados o modelo quadrático DAP = -0,01050 + 0,00610 . t -0,0000091 .t^2, apresentando um coeficiente de determinação de 0,95, um erro padrão da estimativa de 0,05 e coeficientes de variação de 20,20%.

Milani, (2010) selecionou a equação de Chapman-Richards como a mais adequada para determinar o crescimento em diâmetro de *Podocarpus lambertii* em São Francisco de Paula, com coeficiente de determinação ajustado de 0,861 e coeficiente de variação de 12,1%.

Na Figura 1 observa-se o crescimento do diâmetro em função da idade da espécie de *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl expressada pelo modelo de Gram. Nela, percebe-se que a árvore não atingiu valores assintóticos, apresentando um crescimento ascendente, ou seja, estando ainda na fase juvenil.

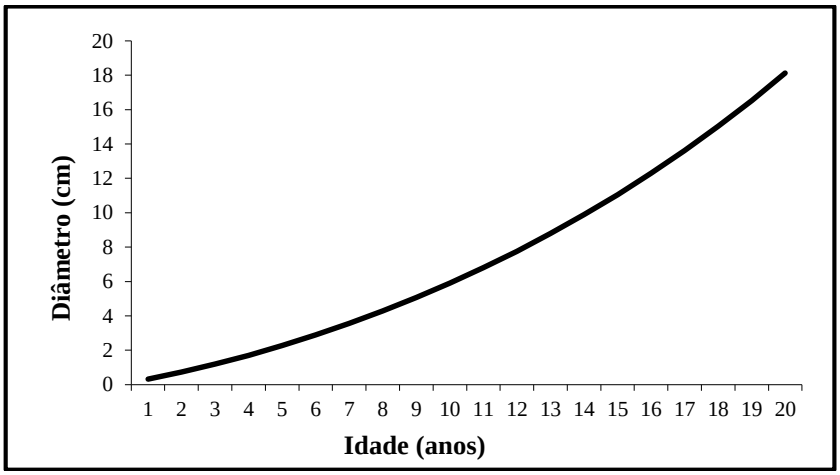


Figura 1. Crescimento do diâmetro em função da idade de *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl na região de Frederico Westphalen, RS.
Figure 1. Diameter growth of *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl in Frederico Westphalen, RS.

3.2. Crescimento da altura em função da idade

Para representar as tendências do crescimento em altura em função da idade foram testados os modelos matemáticos da Tabela 1. Os parâmetros estatísticos e os coeficientes dos modelos são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5.Parâmetros estatísticos das equações testadas para ajustar o crescimento da altura em função da idade para a espécie *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl.

Table 5. Statistical parameters of the fitted equation to height growth adjusting in function of the age for the species *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl.

Equação	Coeficientes				$R^2_{Aj.}$	S_{yx}	CV%	F
	b_0	b_1	b_2	b_3				
1	2,69943	-3,71931	-	-	0,8994	0,2771	13,65	170,9
2	-0,59282	1,71133	-0,19563	-	0,9905	0,0852	4,20	991,4
3	-	1,09528	-0,04912	-	0,9935	0,1770	8,72	1537,3
4	0,51375	0,21876	-0,00423	-	0,9850	0,0961	4,36	624,2
5	-	0,31890	-0,00830	-	0,9935	0,1876	8,51	1535,4
6	0,73835	-1,33453	0,72378	-	0,9842	0,1099	5,41	592,1
7	-1,00687	0,76291	-0,05529	0,00134	0,9846	0,1084	5,34	406,1
8	-0,47013	1,52212	-0,06871	-	0,9930	0,07334	3,61	1340,0

Sendo: b_0, b_1, b_2, b_3= coeficientes; $R^2_{Aj.}$= coeficiente de determinação ajustado; S_{yx}= erro padrão da estimativa; CV%= coeficiente de variação em %; F= valor de F da análise de variância.

Segundo os parâmetros estatísticos os modelos matemáticos apresentaram ótimos resultados, destacando-se as equações de número 2, 3, 4, 5 e 8 definidas pelos modelos de crescimento Backman, Backman Modificado, Prodan, Prodan modificado, e Gram respectivamente.

O modelo de crescimento Gram, número 8, apresentou coeficiente de determinação ajustado, de 0,9930 e um coeficiente de variação, de 3,61%, sendo que esta equação foi aescolhida para ajustar o crescimento da altura em função da idade, pois apresentou melhor distribuição gráfica dos resíduos. No entanto, os modelos citados anteriormente podem ser utilizados para descrever o crescimento da altura em função da idade.

Apresenta-se na Figura 2, a tendência de desenvolvimento do crescimento da altura em função da idade. Podendo, observar um crescimento com tendência para a formasigmóide, em que a curva aumenta lentamente no inicio, e após a taxa de crescimento vai diminuindo,ou seja, tende ao inicio da assíntota.

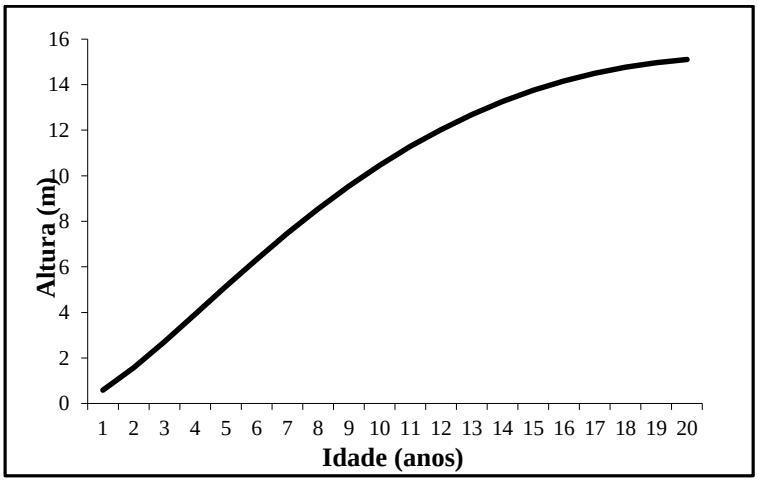


Figura 2. Crescimento da altura em função da idade de *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl na região de Frederico Westphalen, RS.
Figure 2. Height growth of *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl in Frederico Westphalen, RS.

3.3. Crescimento do volume em função do diâmetro e altura

Para o ajuste do crescimento volumétrico em função do diâmetro foram testados os modelos matemáticos apresentados na Tabela 2, podendo ser observados seus parâmetros estatísticos na Tabela 6.

Com base nos parâmetros estatísticos e através do método do Valor Ponderado dos Escores, percebe-se que as equações de número 1 e 2, definidas por Meyer apresentaram melhores resultados, altos valores de coeficiente de determinação ajustado, de 0,99 e baixos coeficientes de variação de 2,51% e 3,10%.

Tabela 6. Parâmetros estatísticos das equações testadas para ajustar o crescimento em volume em função do diâmetro e altura para a espécie *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl.
Table 6. Statistical parameters of the fitted equation to volume growth adjusting in function of the age for the species *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl.

Equação	Coeficientes						$R^2_{Aj.}$	S_{yx}	CV %	F
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5				
1	-0,00141	0,00574	-0,00186	0,00019	0,00124	-0,00139	0,99	0,0009	2,51	11074,4
2	-0,00182	0,00245	-0,008898	-0,0007	0,00874	-	0,99	0,0011	3,10	9047,0
3	-0,00022	-0,00037	0,000709	-0,00021	0,00815	-	0,99	0,0012	3,57	6826,9
4	-0,00054	-0,00063	0,007171	0,000499	-	-	0,99	0,0013	3,62	8854,6
5	0,00509	0,000571	-0,00184	-	-	-	0,98	0,0054	15,51	715,3
6	-14,2686	-0,63791	0,25987	3,13948	0,46272	-	0,97	-	-9,82	210,5
7	-12,4856	1,90119	1,85961	-	-	-	0,96	-	-12,11	273,3
8	-11,9572	1,20434	-	-	-	-	0,96	-	-12,07	549,6
9	-10,9022	3,33497	0,03795	-	-	-	0,95	-	-14,39	191,1

Sendo: b_0, b_1, b_2, b_3= coeficientes; $R^2_{Aj.}$= coeficiente de determinação ajustado; S_{yx}= erro padrão da estimativa; CV%= coeficiente de variação em %; F= valor de F da análise de variância.

Assim foi possível, utilizar estes dois modelos (1 e 2) de Meyer para descrever o crescimento do volume em função do diâmetro e altura.

3.4. Crescimento da altura em função do diâmetro

Foram testados os modelos matemáticos conforme Tabela 3,para ajustar a altura em função do diâmetro, apresentando suas estatísticas na Tabela 7.

Tabela 7.Parâmetros estatísticos das equações testadas para ajustar o crescimento em altura em função do diâmetro para a espécie *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl.

Table 7. Statistical parameters of the fitted equation to volume adjusting in function of the diameter and height for the species *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp. & Endl.

Equação	Coeficientes				$R^2_{Aj.}$	S_{yx}	CV%	F
	b_0	b_1	b_2	b_3				
1	1,20941	1,81672	-0,05989	-	0,96	1,00	10,31	212,8
2	0,82993	0,75955	-	-	0,93	-	11,42	251,7
3	2,49003	-1,0693	-	-	0,82	-	18,02	90,4
4	11,67085	-4,70114	-	-	0,51	3,37	34,93	20,6
5	5,53261	0,67025	-1,94419	-	0,93	1,28	13,25	125,6
6	8,24138	-2,97028	0,03226	-	0,85	1,87	19,37	54,3
7	2,70522	1,51217	-0,9456	-0,04594	0,97	0,88	9,13	182,9

Sendo: $R^2_{Aj.}$= coeficiente de determinação ajustado; S_{yx}= erro padrão da estimativa; CV%= coeficiente de variação em %; F= valor de F da análise de variância; b_0, b_1, b_2, b_3= coeficientes.

De acordo com os parâmetros estatísticos dispostos, as equações 1 e 7 apresentaram excelentes resultados, definidas pelo Modelo Parabólico e Curtis, mostrando maior coeficiente de determinação ajustado bem como um baixo coeficiente de variação.

O modelo escolhido para ajustar o crescimento da altura em função do diâmetro foi a equação de número 1, definida pelo Modelo Parabólico, pois apresentou alto coeficiente de determinação ajustado, de0,96; um baixo coeficiente de variação, de 10,31%, bem como melhor distribuição gráfica dos resíduos entre os dois.

4.Conclusões

A partir dos resultados deste estudo, conclui-se que o modelo que melhor estimou o crescimento em diâmetro e altura em função da idade foi o de Gram. O ajuste do volume em função das variáveis diâmetro e altura foi melhor representado pelos modelos de Meyer e Meyer Modificado. Para a variável altura em função do diâmetro o modelo parabólico foi o selecionado por apresentar melhores estimativas.

A espécie estudada apresentou incremento de diâmetro e altura até a idade do referido estudo, sendo que não se pode afirmar qual é a maximização em diâmetro, altura e incremento, isto se deve ao porte e idade das árvores, indicando que as mesmas ainda têm potencial de desenvolvimento.

Referências Bibliográficas

FINGER, C.A.G. **Fundamentos de biometria florestal.** Santa Maria: UFSM/CEPEF/ FATEC, 1992. 269p.

HESS, A. F. **Inter-relações no crescimento de Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze em diferentes locais do Rio Grande do Sul**. 2006. 177 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal deSanta Maria, Santa Maria, 2006.

LEITE, P. F. & KLEIN, R. N. Vegetação. IN: **Geografia do Brasil**: Região Sul. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE, 1990. p. 113-150.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo da plantas arbóreas nativas do Brasil.** Vol. 03. 1° Ed. Nova Odessa. Instituto Plantarum. 2009.

MILANI, E. J. **Crescimento de** *Podocarpus lambertii* **Klotzsch ex Endl. em duas regiões fitogeográficas no estado do Rio Grande do Sul** - 2010. 155 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Inventário do Rio Grande do Sul. [online]. Porto Alegre: FATEC/SEMA, 2002.** Disponível em: <URL:http://w3.ufsm.br/ifcrs/frame;htm>. Acesso em 13de março de 2014.

SAS.The SAS System for Windows. Cary: SAS Institute. 2004.

SCHEEREN, L. W.; FLEIG, F. D.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Crescimento de canela-lageana, *Ocoteapulchella*Nees et Mart. ExNees, na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 137-144. 2003.

SCHNEIDER, P. S. P.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Crescimento de ipê-roxo, Tabebuia impetigionosa Martius ex A.P. de Condolle, na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 91-100. 2000.

SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. **Manejo sustentado de florestas inequiâneas heterogêneas.** Santa Maria: Imprensa Universitária-UFSM, 2000. 195p.

Identificação e grau de desbaste em povoamento experimental de *Pinus elliottii* Engelm

Identification and thinning degree in *Pinus elliottii´s* Engelm experimental stand

Walmir Marques de Menezes[1],
Talita Baldin[1],
Joel Telles de Souza[1],
Elio Jose Santini[1],
Jean Pierre Cavalli[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil
walmirmenezessm@hotmail.com, talita.baldin@hotmail.com, joeltelles@hotmail.com, ejsantini@gmail.com, jeancavalli@gmail.com

Resumo: Este trabalho teve como objetivo identificar, por meio de levantamentos dendrométricos, a necessidade e o grau de desbaste a ser aplicado em um povoamento experimental de *Pinus elliottii* no campus da Universidade Federal de Santa Maria. As variáveis dendrométricas DAP e altura total das árvores foram obtidas por amostras de contagem angular, as quais foram mensuradas para obter a área basal do povoamento. Em seguida com a área basal do povoamento e de uma Tabela de produção auxiliar dinâmica para *Pinus* sp., determinou-se o grau de estoqueamento do povoamento. Através do grau de estoque, considerou-se que o povoamento necessitava de desbaste. Na sequência foram marcadas as árvores futuras (árvores-F) para o próximo desbaste. Logo após marcação, conduziu-se o desbaste simulado, reduzindo o grau de estoque do povoamento para 1. A estimativa de árvores-F foi de 400 indivíduos, para um DAP na faixa de 50 a 60 cm, no final da rotação. O volume de madeira retirada do povoamento com o desbaste foi de aproximadamente 150 $m^3.ha^{-1}$.
Palavra chave: DAP, altura total, grau de estoqueamento, árvores-F.

Abstract: This study aimed to identify, through dendrometric surveys, the need and the degree of thinning to be applied in a *Pinus elliottii* experimental settlement at the campus of the Federal University of Santa Maria. The variables dendrometric DAP and total height of the trees were obtained by counting angular samples, which were measured for the basement area of the stand. Then with the basal area of the stand and an auxiliary dynamic production Table for *Pinus* sp., it was determined the staking degree of the stand. By the degree of stock, it was considered that the settlement needed to be thinned. Following were marked future trees (F-trees) for the next thinning. Immediately after marking a simulate thinning was conducted, reducing the degree of the stand stock for 1. The estimate of F-trees was 400 individuals with DAP in the range of 50 to 60 cm at the end of rotation. The volume of wood removed from the settlement with the thinning was approximately 150 $m^3.ha^{-1}$.
Keyword: DAP, total height, degree of estoqueamento, trees-F.

1. Introdução

A pesquisa florestal busca novas técnicas no mundo inteiro para o aumento da produtividade das florestas, para as mais diversas aplicações, sempre tendo como pré-requisito a sua praticidade e economicidade.

O conhecimento sobre a dinâmica de crescimento dos povoamentos florestais e o desenvolvimento de planos de manejo adequados aos objetivos de produção são indispensáveis para que se possa fornecer um suprimento contínuo de madeira às indústrias (SCHEEREN et al. 2004). A dinâmica de crescimento da floresta pode ser compreendida pelos estudos de crescimento e produção, que analisam a relação entre quaisquer medidas de produção florestal, dentre as quais o volume é a mais usada, em relação a variáveis como idade, qualidade do sítio e densidade do povoamento.

A produtividade de um povoamento, ou seja, o volume decorrente de um ciclo de produção está diretamente relacionado com a altura, diâmetro, área basal e número de árvores ao final da rotação (GLUFKE et al. 1997).

Ao manejar um povoamento florestal, deve-se levar em consideração todos os fatores que influenciam no crescimento, de tal maneira que seja aproveitada ao máximo a capacidade produtiva do sítio. Da mesma forma, deve ser observada a potencialidade de utilização das árvores, em relação à forma e dimensões alcançadas pelo fuste. Quando a densidade do povoamento for muito baixa, pode-se não estar aproveitando todo o potencial do sítio, em termos de luz, nutrientes e água disponível no local. Por outro lado, se a densidade for muito elevada, estes elementos, muitas vezes, não são suficientes para garantir o bom desenvolvimento das árvores do povoamento (SCHEEREN et al. 2004).

Dentre os tratos culturais disponíveis, encontra-se o desbaste como sendo o de maior ponderação, tanto por sua complexidade como pelo ônus financeiro que acarreta. Pode-se ainda afirmar que o primeiro, e talvez o segundo desbaste, determinam o tipo, a qualidade e a quantidade do produto da colheita final, pois, o grande objetivo é de intervir culturalmente no povoamento e proporcionar uma maior disponibilidade de recursos ambientais como: espaço aéreo, nutrientes e água, para que as árvores remanescentes desenvolvam suas potencialidades (ALVES, 1982).

A execução do desbaste, o espaço vital para cada árvore é aumentado, proporcionando o desenvolvimento equilibrado da copa e do sistema radicular, de acordo com a dimensão da árvore (SCHNEIDER et al. 1998). Entretanto, de acordo com os mesmos autores, os desbastes muito pesados podem levar ao aumento desproporcional do tamanho da copa e dos galhos, reduzindo a qualidade da madeira, bem como a produção volumétrica da floresta. Por outro lado, desbastes de intensidade adequada, aplicados no momento certo, permitem melhorar a qualidade da madeira, homogeneizar os sortimentos e aumentar a dimensão das árvores, sem ocorrência de perdas significativas de produção. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo identificar, através de levantamentos dendrométricos, a necessidade e o grau de desbaste a ser aplicado em um povoamento experimental de *Pinus elliottii* no campus da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria - RS.

2. Metodologia do Trabalho

2.1 Área de estudo, coleta e determinação dos dados

A área experimental localiza-se no município de Santa Maria, no campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em um povoamento de *Pinus elliottii*. O povoamento possui 20 anos, sendo proveniente de plantio, ainda sem intervenção de desbaste. O espaçamento inicial de plantio foi de 2,0 x 3,0 m (1666 árvores.ha^{-1}), com uma área experimental de aproximadamente 0,5 ha. Foram instaladas 12 Amostras por Contagem Angular (ACA), conforme a metodologia de BITTERLICH (1984). As variáveis medidas, nas árvores que compõem as unidades amostrais, foram o DAP e a altura total. As variáveis determinadas com a suas respectivas Equações encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Variáveis mensuradas e suas respectivas Equações.
Table 1. Variables measured and their equations.

Variáveis determinadas	Equações	
Determinação da área basal	G = K.N	(Eq.01)

Grau de estoqueamento (GE)	GE = Gat/*Gtab	(Eq.02)
Número de árvores	Ni = K/gi	(Eq.03)
Determinação do número de árvores-F	$N/ha = \sum_{i=1}^{m} N_i = K\sum_{i=1}^{m}(\frac{1}{g_i})$	(Eq.05)
	$a_{cf} = \frac{d_{cf}^{\ 2} \cdot \pi}{4}$	
	$d_f = \sqrt{a_{cf}}$	(Eq.06)
	$nf = \frac{10000}{a_{cf}}$	(Eq.07)

Sendo: G= área basal ($m^2.ha^{-1}$); K= fator de área basal (4); N= número de árvores com DAP maior que a largura da faixa K; GE = grau de estoqueamento; Gat = área basal atual do povoamento (m^2); *Gtab= área basal tabelada (m^2) (Tabela de produção auxiliar dinâmica para *Pinus* sp. da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA)), (IBAMA, 1989); Ni = número de árvores por hectare naquele ponto que a i-ésima árvore representa; gi = área da i-ésima árvore medida na unidade amostral; a_{cf} = área de copa futuro (m^2); d_{fc} = diâmetro de copa futuro (m); d_f= distância entre árvores-F(m); n_f = número de árvores por hectare.

2.2 Marcação das árvores-F e a desbastar

As árvores-F foram escolhidas observando-se sua qualidade geral e distribuição espacial. Para identificação das árvores-F e a desbastar, estas foram marcadas com 2 e 1 barbante, respectivamente. Primeiramente foi selecionada uma árvore-F. A seleção dos indivíduos marcados para desbaste considerou, primeiramente, lugar, a principal concorrente da árvore-F, ou seja, aquela que venha no futuro bem próximo a concorrer com a mesma. Em seguida, completou-se a marcação do desbaste, marcando prioritariamente as árvores com características qualitativas inferiores, tais como: quebradas, bifurcadas, suprimidas, doentes, chegando-se ao número previamente calculado, com base no grau de estoque.

Logo após a marcação de todo o povoamento, realizaram-se novas ACA's onde foram medidos os DAPs de todos os indivíduos, e as alturas somente das árvores com diâmetro de área basal central (dz). As outras alturas foram estimadas pela Equação 8 (SCHNEIDER, 1986). Com estas novas ACA's, estimaram-se o número de árvores-F, o grau de estoque das remanescentes e o volume das desbastadas. As alturas foram estimadas mediante utilização de um modelo de relação hipsométrica (Equação 8).

$$hz - 1{,}30 = b0 - b1.dz \qquad \text{(Eq.08).}$$

Onde: hz= altura da árvore de área basal central; b0= intercepto; b1= coeficiente angular; dz= diâmetro da árvore de área basal central.

O coeficiente angular (b1) já possui na equação o valor de 0,16452. Com os valores da hz e dz encontrou-se o coeficiente b0 de cada ACA, com isso estimou-se a altura total das árvores

das amostras, substituindo dz pelo DAP. Os volumes por hectare das árvores desbastadas foram determinados mediante utilização da fórmula clássica de volumetria, como representada na Equação 9.

$$V=K.h.f \qquad \text{(Eq.09).}$$

Sendo: V= volume por hectare (m^3); K= fator de área basal (4); h= altura da árvore; f= fator de forma artificial.

A função do fator de forma artificial foi de 0,4707, obtido para a mesma espécie e idade, da Tabela de produção auxiliar dinâmica para *Pinus* sp. da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (IBAMA, 1989).

2.3 Análise dos Dados

Os dados foram calculados e analisados com pacotes de programas estatísticos.

3. Resultados e Discussão

3.1 Área basal e grau de estocagem do povoamento

As variáveis dendrométricas mensuradas nas ACA's permitiram calcular a área basal e encontrar as alturas dominantes de Assmann (h_{100}), os quais se encontram na Tabela 2. Esses dados foram obtidos antes da marcação das árvores-F e desbastadas. A amostragem das 12 ACA's antes da marcação do desbaste foi utilizada principalmente para encontrar a área basal atual do povoamento, e assim decidir pelo desbaste do povoamento.

Nos dados da Tabela 2, observa-se o valor médio e a amplitude de variação dos dados (valor máximo e mínimo). Esta amplitude permite constatar a existência de variação, implicando na heterogeneidade do povoamento.

No povoamento não se verificou a presença de indivíduos de grandes dimensões, sendo que a maior árvore apresentou 31,0 cm de diâmetro e 21,0 m de altura total. A altura dominante de Assmann teve uma variação considerável de valores, estando na faixa de 17,0 a 23,5 m. O diâmetro apresenta uma amplitude elevada, com valores na faixa de 21,5 a 31,0 cm. A altura total mostrou com menor variação, oscilando os valores na faixa de 16,5 a 21,0 m, e consequentemente é a de menor desvio padrão, sendo igual a 1,2. Ao contrário da altura total, a área basal apresentou o maior desvio padrão igual a 13,0, com uma grande variação, oscilando na faixa de 40,0 a 76,0 $m^2.ha^{-1}$, e com uma média de 48,0 $m^2.ha^{-1}$.

Tabela 2. Parâmetros dendométricos dos indivíduos do povoamento.
Table 2. Parameters dendométricos of the individuals of the stand.

ACA	N	G	DAP	Ht	h_{100}
1	19	76,0	22,5	17,5	23,0
2	17	68,0	21,5	18,5	21,0
3	15	60,0	24,0	18,0	21,5
4	11	44,0	31,0	21,0	23,5
5	11	44,0	22,5	17,5	17,5
6	11	44,0	22,5	17,5	18,0
7	11	44,0	23,0	17,0	17,5
8	11	44,0	23,0	16,5	17,0
9	11	44,0	21,5	16,5	20,0

10	10	40,0	23,0	19,0	19,5
11	10	40,0	21,5	18,0	19,5
12	10	40,0	22,0	17,5	19,0
Valor Médio	12,0	48,0	23,0	18,0	19,5
Valor Máximo	19,0	76	31,0	21,0	23,5
Valor Mínimo	10,0	40	21,5	16,5	17,0
Desvio Padrão		13	2,6	1,2	2,5

Sendo: ACA: amostra de Contagem Angular; N: número de árvores; G: área basal em m² por hectare; DAP: Diâmetro a altura do peito; Ht: altura total da árvore; h_{100}: altura dominante Assmann (m).

A Tabela 3 demonstra as variáveis da idade e altura dominante de Assmann (h_{100}) que foram utilizadas na determinação do índice de sítio do povoamento. Com a informação sobre o valor do índice de sítio, encontrou-se a área basal da Tabela de produção auxiliar dinâmica para *Pinus* sp da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (IBAMA, 1989).

A altura dominante do povoamento foi de 19,5 m (Tabela 2), e na Tabela de produção da FLONA existiam dois valores que poderiam ser usados 19,4 m ou 21,3 m, e optou-se por utilizar o menor valor, de 19,4 m, pois deve-se trabalhar com certa reserva de produção, ou seja, produzir com margem de segurança.

A área basal tabelada foi relacionada com a área basal antes e após o desbaste (simulado), para verificar se o grau de estoque fora baixado para o valor próximo do ideal, equivalente a 1.

Com os valores da área basal atual do povoamento (48,0 $m^2.ha^{-1}$) e área basal tabelada (32,2 $m^2.ha^{-1}$), calculou-se o grau de estoqueamanto que resultou em 1,52 conforme a Tabela 3 (antes do desbaste), sendo 0,52 acima do considerado ideal, isso segundo Assmann (1970), expressando o pequeno espaço de crescimento para cada árvore.

Após o desbaste (simulado), nota-se que a área basal dos indivíduos remanescentes no povoamento, baixou de 48,0 m² por hectare para 33,3 m² por hectare, e consequentemente atingiu um grau de estoque ideal de aproximadamente 1.

Tabela 3. Área basal e grau de estoque antes e após desbate em *Pinus elliottii*.
Table 3. Basal area and degree of stock before and after thinning in *Pinus elliottii*.

Variáveis	I (anos)	H100 (m)	IS	G (m².ha)	Gtab (m².ha)	GE
Antes do desbaste	20	19,4	24	48,0	32,2	1,52
Após desbaste				33,3		1,03

Sendo: I: idade (anos); H_{100}: altura dominante (m); IS: índice de sítio; G: área basal do povoamento m² por hectare; Gtab: área basal tabelada por hectare; GE: grau de estoque.

Observa-se que o desbaste, se executado, poderá levar o povoamento a um grau de estoque pouco acima de 1. Como *P. elliottii* é muito elástico, ou seja, a espécie apresenta a capacidade de aumentar o incremento sem perder muito em produtividade devido ao desbaste, assim seria possível fazer um desbaste um pouco mais forte.

Segundo a conclusão de Glufke (1996), de 19,5 a 22,5 anos, o grau de estoque crítico para o *P. elliottii* é de 0,91. Sendo assim, o grau de estoque encontrado após desbaste (simulado), encontra-se fora da faixa crítica, pois atinge um grau de estoque de

aproximadamente1, que limitará a perda de produção, entretanto o desbaste poderia ter sido um pouco mais intenso.

Um estudo desenvolvido por Schneider; Finger (1994) demonstrou que pode-se desbastar um povoamento em até 35 % de sua área basal, em relação a uma testemunha sem desbaste, tendo uma produção máxima. Ainda segundo os mesmos autores, uma redução de 45 % de área basal afeta em 10 % a produção final. Isso indica que a redução da área basal alcançada, de 34 %, não afetará a produção do povoamento e, além disso, diminuirá a densidade entre as árvores, colaborando para uma maior entrada de luz no dossel e maior disponibilidade de nutrientes, o que contribui também para uma menor competição entre indivíduos, dando suporte para que possa haver um crescimento das remanescentes até atingirem o diâmetro desejado do povoamento.

3.2 Número de árvores-F

Os valores de diâmetro de copa futuro, área de copa futuro e distância futura entre árvores-F são variáveis estimadas, que são utilizadas para encontrar o número de árvores-F. Nesse caso, objetivando um valor de DAP na faixa de 50,0 a 60,0 cm no final da rotação, o diâmetro de copa futuro medirá aproximadamente 6 m, com isso, ocupará uma área de copa futuro de aproximadamente 28 m², logo as distâncias entre árvores-F serão de 5 m. Com isso deverá existir no final da rotação, aproximadamente 360 árvores-F (previstas) com o DAP desejado. O número total de indivíduos é 1405 árvores por hectare antes do desbaste. Após o desbaste, o número de árvores-F encontra-se próximo do número desejado, sendo de 348 árvores (Tabela 4), chegando a um resultado esperado menor que a projeção calculada para antes do desbaste, que foi de aproximadamente 360. O número de árvores por hectare reduziu de 1405 para 871.

Tabela 4. Árvores por unidade de área previstas e marcadas para número de árvores-F antes e após o desbaste em *Pinus elliottii*.
Table 4. trees per unit area provided and marked for number of trees-F before and after thinning in *Pinus elliottii*.

Árvores por unidade de área	n_f	$N.ha^{-1}$
Previstas	360	1405
Marcadas	348	871

Sendo: n_f = Número de árvore-F por hectare futuro; Nha^{-1} = Número total de árvores por hectare.

3.3 Determinação da altura das árvores

O coeficiente b0 foi calculado através da equação Hz – 1,30 = b0-b1.dz, onde os parâmetros hz e dz foram mensuradas e utilizadas para calcular o coeficiente. Os valores encontrados estão na Tabela 5.

O valor do coeficiente b1 é igual a 0,16452, já existente na equação, não sendo necessário calcular o mesmo. O diâmetro da árvore de área basal central oscila entre 20,0 a 31,0 cm. A altura da árvore de área basal central tem menor variação, com o desvio padrão igual a 1,4. A maior árvore dz possui 31,0 cm de DAP e 22,0 m de altura total.

Tabela 5. Parâmetros dendrométricas observadas e calculadas para estimar o coeficiente b0 da equação.
Table 5. dendrometric parameters observed and calculated to estimate the b0 coefficient of the equation.

Parâmetros	dz	hz	b0
Valor Médio	22,8	18,9	13,8
Valor Máximo	31,0	22,0	11,7
Valor Mínimo	20,0	17,0	16,7
Desvio Padrão	2,9	1,4	1,2

Sendo: dz = diâmetro da árvore de área basal central (cm); hz = altura da árvore de área basal central (m), b0 = b1 = coeficientes.

Com o valor do intercepto (b0) e dos parâmetros dz e Hz, pode-se estimar as alturas das demais árvores, medindo-se apenas o DAP das mesmas. Com isso calculou-se o volume dos indivíduos desbastados do povoamento.

3.4 Volumes das árvores desbastadas

O volume das árvores desbastadas do povoamento foi calculado utilizando um fator de forma artificial (0,4707) da Tabela de produção da FLONA, na mesma idade e espécie do povoamento, as alturas estimadas e o fator de área basal igual a 4. Através desses dados encontrou-se o volume total de 146,30 $m^3.ha^{-1}$ de madeira (Tabela 6).

Tabela 6 - Volume de desbaste com as alturas estimadas, por unidade amostral.
Table 6 - Thinning volume with heights estimated, by sampling unit.

ACA	N	G ($m^2.ha^{-1}$)	Ht (estimadas)	V (m^3)
1	6	24,0	17,5	195, 22
2	5	20,0	18,5	171, 68
3	5	20,0	20,0	186, 27
4	3	12,0	20,0	110, 95
5	5	20,0	19,5	181, 87
6	4	16,0	19,0	141, 08
7	3	12,0	17,0	89, 83
8	4	16,0	18,5	137, 93
9	4	16,0	19,0	142, 16
10	4	16,0	22,0	163, 98
11	3	12,0	18,0	99, 50
12	4	16,0	17,5	135, 20
Média	4	17,0	19,0	146, 30

Sendo: ACA: amostra de Contagem Angular; N: número de árvores; G: área basal em m^2 por hectare; Ht: altura total da árvore (m); V: volume por hectare (m^3).

O volume é influenciado diretamente pela área basal do povoamento, por exemplo, na ACA 1 da Tabela 6, a maior área basal tem consequentemente o maior volume. Entretanto, quando a área basal é a mesma como, por exemplo, da ACA 2 e 3, a maior altura total da árvore é a que define a maior área basal do indivíduo.

4. Conclusões

Os dados dendométricos e a análise do povoamento de *P. elliottii* da UFSM, aos 20 anos de idade, permitem concluir que:

O povoamento necessita de desbaste, podendo ser retirado praticamente um terço da área basal sem prejuízos ao incremento, isto é, sem atingir a área basal crítica, e dessa forma reduzir o grau de estoqueamento para aproximadamente 1. Assim reduzindo as perdas de produção e qualificando o povoamento remanescente.

No final da rotação, o número de árvores-F alcançado será aproximadamente 350, permitindo obter um DAP desejado entre 50,0 a 60,0 cm e, dessa forma obter um maior aproveitamento das toras, devido as suas maiores dimensões.

O volume de madeira encontrado para ser retirado do povoamento com o desbaste foi de aproximadamente 150 $m^3.ha^{-1}$ com DAP médio de 23,0 cm, podendo ser destinado às indústrias madeireiras ou serrarias, tendo em vista, uma redução dos custos de produção, como o custo do próprio desbaste.

Referências Bibliográficas

ALVES, M. A. A. **Técnica de produção florestal: fundamentos, tipificação e métodos.** Lisboa: Instituto Nacional de Investigação Científica, 1982. 331p. 42, 1987.

BITTERLICH, W. The relascope idea - relative measurements in forestry. Norwich: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984. 242p.

GLUFKE, C. Dissertação de mestrado: **Crescimento de *Pinus elliottii* em povoamento desbastado.** Santa Maria. UFSM. 1996. pag 73.

GLUFKE, C.; SCHNEIDER, P. R; FINGER, C. A. C. Crescimento de *Pinus elliottii* engelm sob diferentes intensidades de desbaste. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.7, n.1, p. 11-25. 1997.

IBAMA; RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS; FUNDAÇÃO DE APOIO À TECNOLOGIA E CIÊNCIA. **Plano de Manejo para a Floresta Nacional de São Francisco de Paula - RS**. Período de validez. 1989-1993. Santa Maria. 1983. 232p.

SCHNEIDER, P. R; FINGER, C. A. C. Determinação de regimes de desbaste para povoamentos de P*inus elliottii* do planalto ocidental no Estado de Santa Catarina. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.4, n.1, p. 43-59, 1994.

SCHNEIDER, P. R; FINGER, C. A. C.; HOPPE, J. M.; DRESCHER, R.; SCHEEREN, L. W.; MAINARDI, G.; FLEIG, F. D. Produção de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden em diferentes intensidades de desbaste. **Ciência Floresta**l, Santa Maria, v.8, n.1, p. 129-140. 1998.

SCHNEIDER**,** P. R. **Manejo florestal I - tópicos para o planejamento da produção florestal**. Santa Maria: UFSM, 1986. 289 p. (Apostila).

SCHEEREN, L. W.; SCHNEIDER, P. R; FINGER, C. A. C. Crescimento e produção de povoamentos monoclonais de *Eucalyptus saligna* smith manejados com desbaste, na região sudeste do estado do rio grande do sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 111-122. 2004.

Crescimento em volume da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em diferentes sítios naturais na Floresta Nacional de Canela, RS.

Growth in volume of*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntzein different natural sites in the National Forest of Canela, RS.

Junior Oliveira Mendes[1]
Régis Villanova Longhi[1]
Paulo Renato Schneider [1]
Anelisa Pedroso Finger[1]
Anna Paula Lora Zimmermann[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Avenida Roraima, 1000 – Camobi - Santa Maria, 97105-900.
junioromendes@gmail.com; regislonghi@yahoo.com.br; paulors@smail.ufsm.br; anefinger@yahoo.com.br; zimmermann-a@hotmail.com

Resumo: O presente estudo teve por objetivo comparar diferentes modelos de regressão para descrever o crescimento em volume sem casca da *Araucaria angustifolia*na Floresta Nacional de Canela, RS, distribuídas em três sítios naturais. Foram testados oito modelos de regressão para estimar o crescimento em volume da araucária em função do tempo. Dentre as equações testadas, a de Backman (equação 2), foi a que apresentou menor valor para os escores estatísticos analisadoscom $R^2_{aj.}$ = 0,9501, S_{yx} = 0,2865, CV% = -13,49% e valor de F = 1666,05, altamente significativo.A análise de covariância permitiu detectar as diferenças no crescimento da espécie nos três sítios naturais, indicando existir a necessidade de gerar equações em separado para cada local, afim de minimizar erros de estimativa. Com este modelo de Backman, recalculou-se os valores para os coeficientes com a inclusão de variáveis *dummy*. Esta equação com variáveis *dummy* apresentou bom ajuste, com $R^2_{aj.}$ = 0,9676, CV% = -11,06% eS_{yx}= 0,2350, altamente significativa e precisa para descrever o crescimento em volume sem casca da araucária nos três sítios naturais, concomitantemente.
Palavras-chave:Floresta Ombrófila Mista, sítios florestais, produção, *dummy*.

Abstract: The aim of the present study was to compare different regression models to describe the growth in volume without bark of *Araucaria angustifolia* in the National Forest of Canela, RS, distributed in three natural sites. Were tested eight regression models to estimate the growth in the volume of araucaria as a function of time. Among the equations tested, Backman (equation 2), presented the smallest value for the statistical scores analyzed with $R^2_{aj.}$ = 0,9501, Syx = 0,2865, CV% = -13,49% and value of F = 1666,05, highly significant. The covariance analysis allowed us to detect the differences in the growth of the species in the three natural sites, indicating there is a need to generate equations separately for each site, in order to minimize errors of estimation. With this model of Backman, recalculated the values for the coefficients with the inclusion of dummy variables. This equation with variables dummy showed good fit, with $R^2_{aj.}$ = 0,9676, CV% = -11,06% and Syx = 0,2350, highly significant and need to describe the growth in volume without bark of araucaria in three natural sites, at the same time.
Key words: Floresta Ombrófila Mista, forest sites, production, *dummy*.

1. Introdução

A atividade extrativista madeireira no sul do Brasil teve início com a chegada dos primeiros imigrantes ao estado em meados do século XIX. Com o crescimento contínuo das áreas ocupadas pelos colonos, o corte da vegetação natural fez-se necessário para a implantação de suas lavouras e moradias, ocasionando uma redução significativa em espécies florestais (ZANON, 2007).

Entre as diversas espécies encontradas nestas áreas, a *Araucaria angustifolia* teve papel fundamental para a instalação dos imigrantes. Se por um lado representava um obstáculo a ser superado, sendo predominantemente vista na paisagem a ser ocupada, por outro se tornou

uma aliada. Sua madeira de alta qualidade foi extensivamente utilizada como fonte de matéria-prima para construção de casas e materiais de uso cotidiano (LORENZI, 1992).

A partir daí, o corte da araucária torna-se desordenado, chegando a seu auge no final do século XX (HESS, 2007). Com a redução drástica da Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária) para cerca de 1% de seu tamanho original, surgem leis que tentam controlar seu corte e manter a salvo o patrimônio genético da espécie (KOEHLER, 2009).

Para o manejo florestal, a necessidade de se conhecer o comportamento da araucária em diferentes locais é fundamental para que se possa inferir qualitativamente e quantitativamente no ritmo de crescimento da espécie e assim correlacioná-lo com os níveis de produção.

O presente trabalho teve como objetivo comparar diferentes modelos de regressão, com intuito de se conhecer o crescimento em volume sem casca da *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze, em função do tempo, distribuídas em diferentes sítios naturais na Floresta Nacional de Canela.

2. Materiais e métodos

A Floresta Nacional de Canela está localizada no município de Canela, Rio Grande do Sul, distante seis quilômetros da área urbana, situando-se entre as coordenadas geográficas 29º18’ de latitude Sul e 50º53’ de longitude Oeste.A região é denominada de Encosta Superior do Nordeste, sendo zona de ocorrência de floresta natural de araucária.O clima dominante na região, segundo o sistema Köppen, é do tipo “Cfb1”, temperado úmido (MORENO, 1961). De acordo com IPAGRO (1989), a região do município de Canela possui temperatura média anual de 14,8°C, precipitação média anual de 1.821mm e umidade relativa do ar média de 80%.

De acordo com Brasil (1973), a região enquadra-se no grupo de solo São Bento que abrange as formações da Serra Geral, Botucatu e Rosário do Sul. Especificamente, o local em estudo encontra-se na formação Serra Geral caracterizada por derrames de lava basáltica.

Os dados para a realização do presente estudo foram obtidos com base no Plano de Manejo da Floresta Nacional de Canela (IBAMA, 1989).

A área ocupada por plantios de araucária está distribuída sobre três sítios naturais aos quais são descritos a seguir:

Sitio I: localiza-se nas planícies, partes inferiores das encostas e planos superiores do relevo, abrangendo 46,6% da área total interna dos talhões. O húmus presente nesse sítio é do tipo Moder. O solo apresenta uma profundidade mínima de 60 cm, porém com raríssimos afloramentos de rocha, textura franco argilosa, estrutura granular a blocos subangulares, friável, pegajoso, plástico, moderadamente drenado e de coloração escura.

Sitio II: abrange as áreas mais íngremes, as partes superiores das encostas, bem como as áreas com afloramento de rochas e representa 47,3% das áreas internas dos talhões. O húmus é do tipo Moder. O solo caracteriza-se por ser raso, apresentando uma camada de impedimento ao desenvolvimento das raízes a partir dos 20 cm, com coloração escura, argiloso, granular, friável, pegajoso e com pedras soltas na superfície.

Sítio III: apresenta um relevo pouco movimentado em forma de depressão irregular com afloramento de rochas individualizadas e ocupa 3,9% das áreas internas dos talhões. O húmus é do tipo Moder. O solo desse sítio é profundo com presença de resíduos de rochas ao longo do perfil, cor marrom avermelhada, franco argiloso, granular, com estrutura em blocos, friável, plástico, pegajoso e com boa porosidade.

Para o estudo do crescimento em volume em função da idade foram utilizados os dados da análise de tronco utilizados para a confecção do Plano de Manejo da Floresta Nacional de Canela (IBAMA, 1989). Para isto, foram testados e selecionados os modelos de regressão

apresentados na Tabela 1.A seleção dos modelos de regressão foi feita através do ajuste de cada equação comparativamente, observando os critérios estatísticos definidos pelo coeficiente de determinação ajustado, erro padrão da estimativa, coeficiente de variação e valor de F.

Para seleção do modelo mais eficiente foi utilizado o valor dos escores estatísticos, que leva em consideração todas as outras estatísticas supracitadas. Neste processo, as estatísticas foram ordenadas de acordo com sua eficiência, sendo atribuído peso 1 para a equação mais eficiente e pesos crescentes para as demais. A equação selecionada foi a que apresentou menor valor dos escores estatísticos determinados.

Tabela 1 - Equações testadas para o crescimento do volume em função da idade.

Equação	Modelo matemático	Autor
1	$\ln(v) = b_0 + b_1 . \left(\frac{1}{t}\right)$	Schumacker
2	$\ln(v) = b_0 + b_1 . \ln(t) + b_2 . \ln^2(t)$	Backman
3	$\ln(v) = b_1 . \ln(t) + b_2 . \ln^2(t)$	Backman modificada
4	$v = \frac{(t)^2}{e^{b_0 + b_1 . (t) + b_2 . (t)^2}}$	Prodan
5	$v = \frac{(t)^2}{e^{b_1 . (t) + b_2 . (t)^2}}$	Prodan modificada
6	$\ln(v) = b_0 + b_1 . \left(\frac{1}{t}\right) + b_2 . \ln(t)$	Hoerl
7	$\ln(v) = b_0 + b_1 . (t) + b_2 . (t)^2 + b_3 . (t)^3$	Moissev
8	$\ln(v) = b_0 + b_1 . \ln(t) + b_2 . (t)$	Gram

Sendo: v: volume em metros cúbicos sem casca; t: idade; b_0, b_1,...= coeficientes das equações; ln= logaritmo neperiano. Fonte: Loetsch et al. (1973); Prodan (1968); Kiviste et al. (2002).

Após a seleção da melhor equação para estimar o crescimento em volume por idade, foram criadas variáveis *dummy* que assumiram valores iguais a 0 ou 1 conforme o sítio em que se localizavam as araucárias amostradas, da seguinte forma:

D_1= *dummy* 1, sítio 1; 0 se ausente, 1 se presente;
D_2= *dummy* 2, sítio 2;0 se ausente, 1 se presente;
D_3= *dummy* 3, sítio 3.0 se ausente, 1 se presente;

Com isso foi possível expressar as regressões individuais ajustadas para os três (n) sítios/locais que tem R^n funções lineares múltiplas, conforme Schneider (2009):

$$R^1: \hat{Y} = b_{11}x_1 + b_{12}x_2 + \ldots + b_{1m}x_m$$
$$R^2: \hat{Y} = b_{21}x_1 + b_{22}x_2 + \ldots + b_{2m}x_m$$
$$R^3: \hat{Y} = b_{31}x_1 + b_{32}x_2 + \ldots + b_{3m}x_m$$

Assim, todas as funções de regressão individuais foram expressas em função de uma regressão linear múltipla, chamada de modelo máximo, representada por:

$$R: \hat{Y} = b_{11}x_1 + b_{12}x_2 + \ldots + b_{1m}x_m + b_{21}x_1 + b_{22}x_2 + \ldots + b_{2m}x_m + b_{31}x_1 + b_{32}x_2 + \ldots + b_{3m}x_m$$

A análise da existência de diferença no crescimento em volume em função da idade entre os sítios naturais foi realizada pelo valor de F, determinado na análise de variância. Através dessa análise foi possível verificar a necessidade ou não de ajustar equações de crescimento diferenciadas para cada região.

Para avaliar as diferenças de inclinação e nível entre as curvas de crescimento em volume foi utilizada a análise de covariância.A análise de covariância permite a comparação de curvas de crescimento em relação ao seu paralelismo, podendo indicar a existência de diferentes padrões de crescimento. A hipótese de igualdade de inclinação e nível das curvas de crescimento será verificada através do teste F, para 1% de probabilidade de erro (Steel e Torrie, 1960).

As determinações estatísticas por regressões, análises de covariância e demais cálculos para determinação do crescimento em volume da *Araucaria angustifolia* nos três sítios naturais na Floresta Nacional de Canela foram realizadas com auxílio do pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System) Versão 9.1 (SAS Institute Inc., 2004).

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 2, são apresentados os resultados estatísticos das equações testadas, que se encontram na Tabela 1, para ajustar o volume sem casca em função da idade de *Araucaria angustifolia* na Floresta Nacional de Canela.

Tabela 2 – Parâmetros estatísticos das equações testadas para ajustar o crescimento em volume em função da idade.

Equação	Coeficientes				$R^2_{aj.}$	S_{yx}	CV%	F
	$\hat{b}_0$	$\hat{b}_1$	$\hat{b}_2$	$\hat{b}_3$				
1	-0,5326	-20,9487	-	-	0,7642	0,6226	-29,3165	568,31
2	-4,5404	-0,7206	0,5515	-	0,9501	0,2865	-13,4913	1666,05
3	-	-4,3231	1,2319	-	0,9765	0,3804	-17,9084	3651,53
4	7,3828	0,0557	-0,0018	-	0,2536	0,3036	3,9650	30,73
5	-	0,8592	-0,0205	-	0,9487	1,7358	22,6669	1629,36
6	-11,8007	12,0908	3,1654	-	0,9493	0,2888	-13,5957	1639,25
7	-5,4098	0,2474	-0,0038	0,000028	0,9499	0,2871	-13,5172	1106,56
8	-6,2474	0,9736	0,0776	-	0,9490	0,2897	-13,6383	1628,47

Sendo: $R^2_{Aj.}$ = coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} = erro padrão da estimativa; CV% = coeficiente de variação em %; F= valor de F da análise de variância; b_0, b_1, b_2, b_3= coeficientes.

De acordo com os parâmetros estatísticos, destacam-se o modelo de Backman modificado (equação 3), que apresentou o maior coeficiente de determinação ajustado de 0,9765, um baixo erro padrão da estimativa de 0,3804, coeficiente de variação de -17,9084% e valor de F igual a 3651,53, altamente significativo.

O modelo de Backman (equação 2) também apresentou bons resultados com coeficiente de determinação ajustado de 0,9501, erro padrão da estimativa de 0,2865, coeficiente de variação de -13,4913% e valor de F igual a 1666,05, altamente significativo.

Assim, para a escolha do melhor modelo de crescimento em volume foi determinado o Valor dos Escores Estatísticos (VP), conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Valor dos escores dos parâmetros estatísticos das equações testadas.

Equação	Escore dos Parâmetros Estatísticos				Valor dos escores
	$R^2_{Aj.}$	S_{yx}	CV%	F	
1	7	7	8	7	29
2	2	1	2	2	07
3	1	6	6	1	14
4	8	5	1	8	22
5	6	8	7	4	25
6	4	3	4	3	14
7	3	2	3	6	14
8	5	4	5	5	19

Sendo: $R^2_{Aj.}$= coeficiente de determinação ajustado; S_{yx}= erro padrão da estimativa; CV%= coeficiente de variação em %; F= valor de F da análise de variância.

Pelo critério do VP, a equação 2, definida pelo modelo de Backman, foi a melhor pois apresentou o menor valor de escore, igual a 07 pontos.

Desta forma a equação que melhor estimou o volume em função da idade da *Araucaria angustifolia* nos três sítios naturais encontrados na área de estudo foi dada por: $\mathbf{\ln(v) = -4{,}5404 - 0{,}7206 * \ln(t) + 0{,}5515 * \ln^2(t)}$. Com este modelo de Backman (equação 2), estimou-se o crescimento médio em volume sem casca em função da idade, representado na Figura 1.

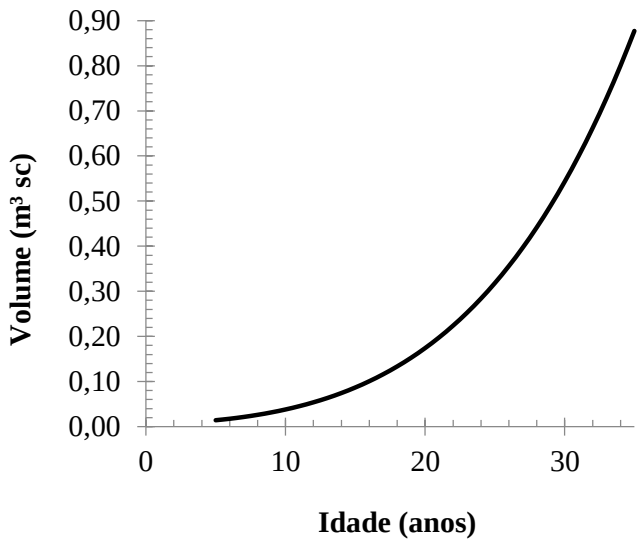


Figura 1 – Crescimento em volume em função da idade de *Araucaria angustifolia* para a Floresta Nacional de Canela.

Com base na melhor equação selecionada pelo valor dos escores, o modelo de Backman (equação 2), foi o escolhido pormostrar-se eficiente para emprego em variáveis *dummy*, a

qual permitiu identificar diferenças no crescimento para os sítios naturais estudados, indicando a necessidade de ajustar equações de crescimento em separado para cada local, minimizando erros de estimativa.

Após a inclusão de variáveis *dummy*, a equação de Backman foi reajustada, sendo os resultados da análise de variância apresentados na Tabela 4.

A análise da variância, apresentada na Tabela 4, indicou que todas as variáveis independentes do modelo máximo foram significativas com altos valores de F calculado, denotando existir diferenças no crescimento em volume em função da idade entre os sítios estudados. Observa-se, também, que houve diferença no ritmo de crescimento da espécie nosítio 1, que é constatado pela significância da interação entre a idade X *dummy* 1, com probabilidade <0,0001, o que também ocorreu para o sítio 2, com significância da interação entre a idade X *dummy* 2, com probabilidade < 0,0429, representado pela diferença de ângulo na análise de variância.

Tabela 4 – Análise de variância e parâmetros estatísticos do ajuste da equação de Backman com variável *dummy* para crescimento em volume em função da idade da *Araucaria angustifolia*.

FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Modelo	6	278,4462	46,4077	840,60	0,0001
Ln(t)	1	266,8767	266,8767	4834,06	0,0001
$Ln^2(t)$	1	6,6959	6,6959	121,29	0,0001
D_1	1	0,4632	0,4632	8,39	0,0043
D_2	1	2,4521	2,4521	44,42	0,0001
D_3	0	0	-	-	-
$Ln(t)*D_1$	1	1,7484	1,7484	31,67	0,0001
$Ln(t)*D_2$	1	0,2099	0,2099	3,80	0,0429
$Ln(t)*D_3$	0	0	-	-	-
Erro	169	9,3301	0,05521	-	-
Total	175	287,7763	-	-	-

Sendo: Ln(t)= logaritmo neperiano da idade; (t)= idade em anos; D_1; D_2; D_3= variáveis *dummy* 1, 2 e 3; FV= fonte de variação; GL= graus de liberdade; SQ= soma de quadrados; QM= quadrado médio; F= valor de F calculado; Prob>F= nível de significância de F.

Após essa análise foram recalculados os coeficientes da equação com variável *dummy*, apenas com as regiões que foram significativas na análise de variância.

O modelo genérico final para estimar o crescimento em volume em função da idade para os três sítios naturais, simultaneamente, passa a ser representado por:

$$\mathbf{\ln(v) = -3{,}964856312 - 1{,}073886224 * \ln(t) + 0{,}614556487 * \ln^2(t) - 0{,}926630310 * D_1 + 0{,}107345358 * D_2 + 0{,}344740099 * \ln(t) * D_1 - 0{,}138176511 * \ln(t) * D_2}$$

Esta equação de Backman com variáveis *dummy* apresentou bom ajuste, com valor de coeficiente de determinação de 0,9676, valor de coeficiente de variação de -11,06% e baixo valor de erro padrão da estimativa de 0,2350, mostrando-se altamente significativa.

Com este modelo máximo obtido, os valores dos parâmetros foram recalculados e plotados em função da idade, observando-se diferenças no crescimento em volume para os sítios naturais, conforme Figura 2.

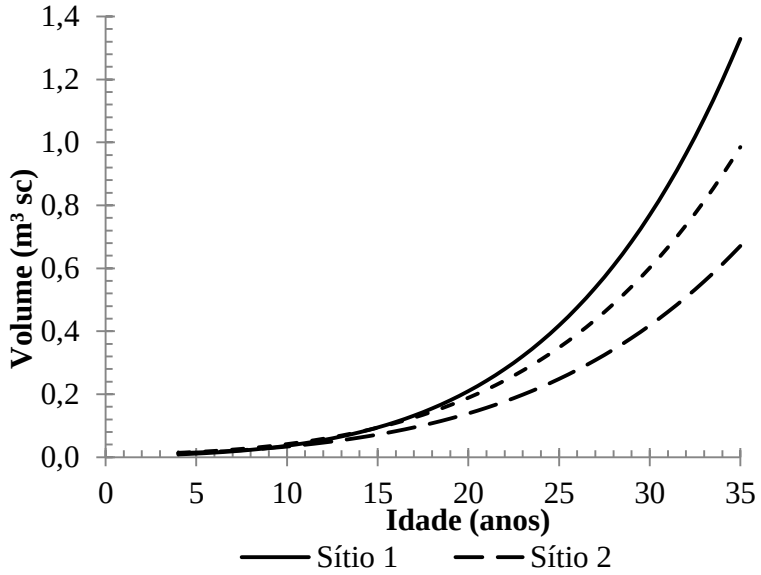


Figura 2– Valores de volume estimados pela equação de Backman, com variáveis *dummy*, em função da idade,para a Floresta Nacional de Canela.

Na Figura 2, observa-se que a variável volume demostrou agrupamento dos dados nas idades iniciais, sendo que para essas idades a *Araucaria angustifolia*, apresenta o mesmo padrão de crescimento, não diferindo muito de um sítio para outro, o que pode ser explicado pela dificuldade inicial para o estabelecimento da espécie.

Após esse período, entre 10 e 15 anos, ocorre a diferenciação no crescimento em volume. O sítio 1 apresenta curva mais acentuada, ultrapassando os demais sítios, seguido pelo sítio 3 e por fim, sítio 2.

4. Conclusões

Com os resultados obtidos para estimar o crescimento em volume em função da idade da *Araucaria angustifolia*, pode-se concluir que:

a) O modelo de Backman foi o mais preciso para estimar o crescimento em volume por idade da *Araucaria angustifolia*na Floresta Nacional de Canela;

b) A equação de crescimento de Backman, com variável *dummy* mostrou-se eficiente e permitiu ajustar, simultaneamente, as diferenças de crescimento em volume no tempo existentes entre os três sítios naturais, indicando a necessidade do ajuste de equações separadas para cada sítio natural afim de minimizar erros de estimativa do crescimento;

c) A análise de covariância comprovou que para os três sítios naturais, na variável volume, a hipótese de inclinação e de nível é rejeitada, demonstrando haver diferença significativa na capacidade produtiva em crescimento para araucária.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento e reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul.** Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).

HESS, A. F.; SCHNEIDER, P. R.; ANDRADE, C. M. Crescimento em volume de A*raucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. na serra do sudeste do Rio Grande do Sul, **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 247-256, 2007.

IBAMA. **Plano de manejo para a floresta nacional de Canela - RS**. Santa Maria, 1989. 398 p.

IPAGRO. Seção de Ecologia Agrícola. **Atlas agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1989. 3 v.

KIVISTE, A.; GONZÁLES, J. G.; ALBORECA, A. R.; GONÇÁLEZ, A. D. R. **Funciones de crecimiento de aplicación em el âmbito forestal.** Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. 2002. 190p.

KOEHLER, A. B. **Modelagem biométrica e morfometria em povoamentos jovens de** *Araucaria angustifolia*(Bert.) KTZE**. em Tijucas do Sul, estado do Paraná.** Curitiba: UFPR, 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2009.

LOETSCH, F.; ZOHER, F.; HALLER, K. E. **Forest inventory**.Berlim: BLV. v.2. 1973.469p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa-SP: Plantarum, 1992. 352 p.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.

PRODAN, M. **Forest biometrics**. Ney York: Pergamon Press. 1968. 447 p.

SAS. **A simple regression model with correction of heteroscedasticity**. Cary: SAS Institute, 2004.

SCHNEIDER, P. R. **Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal**. 2 ed. Santa Maria: UFSM, FACOS, 2009.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw, 1960. 481 p.

ZANON, M.L.B. **Crescimento da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze diferenciado por dioicia**. 110 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria. Santa. Santa Maria, 2007.

Dinâmica da distribuição diamétrica e ajuste da relação h/d para *Araucaria angustifolia* no Planalto Catarinense

Dynamics of diameter distribution and adjustment of the h/d relation for *Araucaria angustifolia* in the Plateau of Santa Catarina

Pollyni Ricken[1]
André Felipe Hess[2]
Lucas Dalmolin Ciarnoschi[1]
Leonardo Candil Boschette[1]
Rafael Scariot[1]

[1]Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Avenida Luiz de Camões, nº 2090, CEP 88520-000, Lages, SC, Brasil. pollyni7@hotmail.com. ciarnoschi@hotmail.com. leonardocandil@hotmail.com. scariot_sc@yahoo.com.br

[2]Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Avenida Luiz de Camões, nº 2090, CEP 88520-000, Lages, SC, Brasil. hess@udesc.br

Resumo: O objetivo deste trabalho foi calcular o quociente de Liocourt e avaliar a distribuição diamétrica em floresta natural com 84 hectares de *Araucaria angustifolia*, comparando os valores obtidos com aqueles encontrados no ano de 2010 na mesma área em Lages, SC, bem como ajustar uma equação para relação hipsométrica (h/d) utilizando a técnica dos Modelos Lineares Generalizados (MLG). Para tanto, foram instaladas 35 unidades amostrais permanentes de 400 m² (20m x 20m), totalizando 1,4 ha de amostragem. A distribuição diamétrica comportou-se conforme o esperado para florestas nativas, gerando uma curva de distribuição em J-invertido. O valor do quociente de Liocourt, que era de 1,33 em 2010, passou para 1,4, o que indica que a floresta, mesmo preservada, apresenta maior mortalidade de indivíduos do que recrutamento. Através da comparação dos quocientes de Liocourt, verificou-se a diminuição, nos últimos três anos, de 98,3 m² do total em área basal que poderiam ter sido retirados, além de uma perda de 5.040 indivíduos em toda área da floresta. Na relação hipsométrica, a equação que melhor se ajustou aos dados foi a Gama-Identidade.
Palavras-chave: manejo florestal sustentado; modelos lineares generalizados; floresta ombrófila mista.

Abstract: The aim of this study was to calculate the ratio of Liocourt and evaluate the diameter distribution in natural forest with 84 hectares of *Araucaria angustifolia*, comparing the obtained values with those founded in 2010 in the same area in Lages, SC. The objective was also to adjust an equation for hypsometric relation (h/d) using the Generalized Linear Models (GLM) technique. For both units were installed 35 permanent samples of 400 m² (20m x 20m), totaling 1.4 ha sampling. Diameter distribution behaved as expected for native forests, generating a distribution curve in a J-shaped. The value of the ratio of Liocourt went from 1.33 in 2010 to 1.4, which indicates that the preserved forest has a higher mortality rate of individuals than recruitment. By comparing the ratios of Liocourt, it was found a decrease in the last three years, totaling 98.3 m² of basal area that could have been removed, and the loss of 5,040 individuals throughout the forest area. Concerning the hypsometric relation, the equation that best fitted the data was the Gama-Identity.
Keywords: sustainable forest management; generalized linear models; mixed ombrophylous forest.

1. Introdução

Entre as formações florestais do Estado de Santa Catarina encontra-se a Floresta Ombrófila Mista (FOM), que é caracterizada pela presença de indivíduos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze, que formam uma cobertura muito característica. Abaixo do dossel existe um grande número de outras espécies arbóreas, principalmente das famílias Myrtaceae e Lauraceae (Nascimento et al., 2001) e elevada densidade de pteridófitas arborescentes (*Dicksonia sellowiana* Hook. e *Alsophylla* sp.) e de taquara (*Merostachys* sp.) (Negrelle & Silva, 1992).

A Floresta Ombrófila Mista apresenta alto índice de exploração, apesar de possuir elevado valor de diversidade. As áreas cobertas por araucária primitivamente ocupavam uma extensão de 7,5 milhões de hectares. Atualmente, no Brasil, essas florestas estão restritas quase totalmente a áreas protegidas, que totalizam cerca de 20 mil hectares (Britezet al., 1992).

O crescimento da floresta ao longo de um determinado período é dado pela atividade das árvores vivas. No entanto, seu somatório não reflete o crescimento da floresta como um todo, pelo fato de existirem árvores que morrem, quebram ou são recrutadas no período de crescimento (Hunt et al., 2002). O crescimento das árvores, mais convenientemente medido pelo incremento da circunferência ou diâmetro à altura do peito, é de grande interesse para o estudo da dinâmica florestal.

Conhecer o padrão de crescimento da floresta, ou de uma espécie florestal, traduz-se em benefícios ambientais, sociais e econômicos pela aplicação das técnicas mais adequadas ao manejo florestal, considerando as especificidades de cada caso. Conseguir expressar matematicamente o crescimento de variáveis dendrométricas de uma espécie no tempo e, se possível, agregado a variáveis ambientais, reflete a capacidade de administrar florestas em função das necessidades do homem, e mais bem ainda sua habilidade de não depredar o meio ambiente (Hess, 2006).

A definição proposta por Schimidt (1977) diz que a relação hipsométrica é a regressão da altura sobre o diâmetro em um povoamento em determinada data, podendo ser representada por um ajuste matemático. Essa relação é comumente simbolizada por “h/d” e denominada relação hipsométrica.

Em inventários de florestas equiâneas, por serem povoamentos homogêneos, é comum que sejam medidas apenas algumas alturas e que as demais sejam estimadas. Já nos povoamentos inequiâneos, que é o caso das florestas nativas, normalmente são medidas todas as alturas, pois nesses ambientes existe uma elevada diferença entre os indivíduos, o que pode ocasionar alta heterogeneidade na relação hipsométrica e uma baixa acurácia das equações geradas se não forem medidos todos os indivíduos (Andrade et al., 2006).

Paula et al. (2004) descreveram que a distribuição diamétrica é uma das ferramentas utilizadas para a compreensão da sucessão. Segundo Siminskiet al. (2004), é possível fazer uma avaliação prévia de condições dinâmicas da floresta através da distribuição diamétrica, permitindo assim previsões futuras quanto ao desenvolvimento da comunidade vegetal.

Além disso, tendo como base a estrutura diamétrica, é possível identificar nas classes aquela que apresenta déficit ou superávit de árvores.

Ainda dentro desse contexto, alguns autores (Assmann, 1970; Vale, 1977; Sterba, 2004; Souza et al., 2006), salientaram também, que a curva de distribuição de diâmetros dos indivíduos arbóreos de uma floresta inequiânea apresenta uma distribuição exponencial negativa, assemelhando-se a forma de J-invertido, sendo que nas classes de diâmetro menores se encontram a maior quantidade de indivíduos.

Por determinar a forma da curva da distribuição diamétrica, o quociente “q” de Liocourt permite também fazer inferências sobre o recrutamento e a mortalidade em comunidades vegetais (Felfili e Silva Junior, 1988).

Em muitos estudos estatísticos, quer sejam de natureza experimental ou observacional, apresentam-se problemas cujo objetivo principal é o de estudar a relação entre variáveis ou, particularmente, analisar a influência que uma ou mais variáveis explicativas, medidas em indivíduos ou objetos, têm sobre uma variável de interesse, denominada de variável resposta (Turkman e Silva, 2000).

Com o desenvolvimento computacional ocorrido na década de 1970, alguns modelos que exigiam a utilização de processos iterativos para a estimação dos parâmetros começaram

a ser mais aplicados. Todavia, a proposta mais interessante e inovadora no assunto foi apresentada por Nelder e Wedderburn (1972), que propuseram os modelos lineares generalizados (MLGs). A ideia básica consistiu em abrir o leque das opções para a distribuição da variável resposta, permitindo que a mesma pertença à família exponencial de distribuições, bem como dar maior flexibilidade para a relação funcional entre a média da variável resposta e o preditor linear η (Paula, 2010).

Assim, os objetivos deste estudo foram calcular a taxa sustentável de corte, em número de indivíduos, e distribuir as extrações nas diferentes classes de diâmetro, fazendo assim o manejo da densidade em um povoamento natural de *Araucariaangustifolia* no Planalto Catarinense, através da medição de parâmetros dendrométricos e morfologia da árvore. Comparam-se os valores obtidos com o trabalho realizado anteriormente na mesma área por Hesset al. (2010), avaliando-se a evolução dessa área com relação ao crescimento/morte das espécies ali existentes e ajustando um modelo matemático para o crescimento em altura em função da covariável diâmetro, utilizando-se dos modelos lineares generalizados (MLGs) na construção da equação que descreva com confiabilidade estatística a predição da variável para os demais indivíduos da área. Os modelos foram testados nas distribuições Gama, Poisson e Normal, com as funções de ligação identidade e logarítmica, no intuito de verificar a função de ligação mais adequada para avaliar esse crescimento.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de estudo

A área de estudo é um povoamento natural de *Araucaria angustifolia* localizada no município de Lages/SC, em uma altitude de 1.200 m, e com área total de 84 ha.

A região é classificada segundo Köeppen como clima Cfb, temperado constantemente úmido, com verão, sem estação seca. A temperatura média anual varia de 13,8 ºC a 15,8 ºC. A precipitação pluviométrica total anual pode variar de 1.360 mm a 1.600 mm e a umidade relativa do ar varia de 80% a 83% (Epagri, 2002).

2.2 Coleta de dados

Foi realizado um inventário sistemático com parcelas de 400 m² (20m x 20m), espaçamento entre parcelas de 50 metros e entre linhas de 100 metros e coletados dados das variáveis dendrométricas dos indivíduos. Houve um total de 35 parcelas, totalizando 1,4 ha de amostragem, onde foram medidos todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) a partir de 10 cm. No mesmo local foi realizado em 2010, por Hess et al., um estudo semelhante e os dados obtidos serviram para comparação com o presente estudo.

Procedida a coleta, os indivíduos foram divididos em classes diamétricas, com intervalos de classe de 5 cm, do menor ao maior valor de DAP, com a finalidade de calcular o quociente "q" de Liocourt para a avaliação da estrutura diamétrica e proposição do manejo para conversão em floresta balanceada da Floresta com Araucária. Foram também testados modelos lineares generalizados, para ajuste da altura em função do diâmetro.

2.3. Análise dos dados

Na seleção do melhor modelo de regressão levou-se em consideração o ajuste de cada equação comparativamente, observando-se os critérios estatísticos definidos pela função desvio, que é uma distância entre o logaritmo da função de verosimilhança do modelo saturado (com n parâmetros) e do modelo de investigação (com p parâmetros) avaliado na estimativa de máxima verosimilhança. Um valor pequeno para a função de desvio indica que, para um número menor de parâmetros, obtém-se um ajuste tão bom quanto o ajuste com o modelo saturado (Paula, 2010).

Outro critério de seleção possível para os MLG, citado em Turkman e Silva (2000), é o critério de informação de Akaike (AIC), o qual é baseado na função log-verosimilhança, com a introdução de um fator de correção como modelo de penalização da complexidade do modelo. A estatística AIC é amplamente utilizada para selecionar o melhor modelo entre os modelos paramétricos alternativos. O procedimento de seleção do modelo AIC mínimo pode ser interpretado como uma maximização da entropia esperada (Akaike, 1981). Um valor baixo para o AIC é considerado representativo de um melhor ajustamento, tendo como objetivo a minimização desse valor.

Para comparação dos modelos também foi utilizado o Critério de Informação Bayesiano (BIC), que consiste na escolha do modelo que apresentar o maior valor de BIC.

A análise de resíduos também foi utilizada como critério de seleção. Ela é útil para a avaliação da qualidade de ajustamento de um modelo no que diz respeito à escolha da distribuição, da função de ligação e em termos do preditor linear, como também para ajudar a identificar observações mal ajustadas, *i.e.*, que não são bem explicadas pelo modelo.

Determinadas as classes diamétricas, foram ajustados os dados de frequência por classe de diâmetro a partir da função de distribuição de Meyer linearizada (Equação 1):

$$lny_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \qquad \text{(Eq.01)}$$

Em que: lny_i = logaritmo natural da média da frequência por classe de diâmetro, amplitude de 5 cm, por hectare; X_i = centro de classe de diâmetro; e β_0, β_1 = coeficientes que expressam a estrutura da vegetação em relação à distribuição dos diâmetros; ε_i = erro aleatório.

Com base na função de distribuição ajustada, foi obtido o quociente "q" por meio da Equação 2:

$$q = \frac{e^{(\beta_0+\beta_1 X_i)}}{e^{(\beta_0+\beta_1 X_{i+1})}} \qquad \text{(Eq.02)}$$

Nela se utiliza a razão entre as frequências de uma classe de diâmetro qualquer (X_i) pela frequência imediatamente acima (X_{i+1}).

3. Resultados e Discussão

A distribuição diamétrica, tanto em 2010 quanto em 2012, comportou-se como o esperado para florestas inequiâneas (Figura 1), apresentando curvas de distribuição assemelhadas a um J-invertido (Alves Junior et al., 2010; Austregésilo et al., 2004; Felfili, 1997; Hess et al., 2010), apresentando predomínio de árvores finas e ocorrendo poucos indivíduos com grandes dimensões.

Em comparação com o estudo de 2010 houve um aumento no valor de "q", que passou de 1,33 para 1,4.

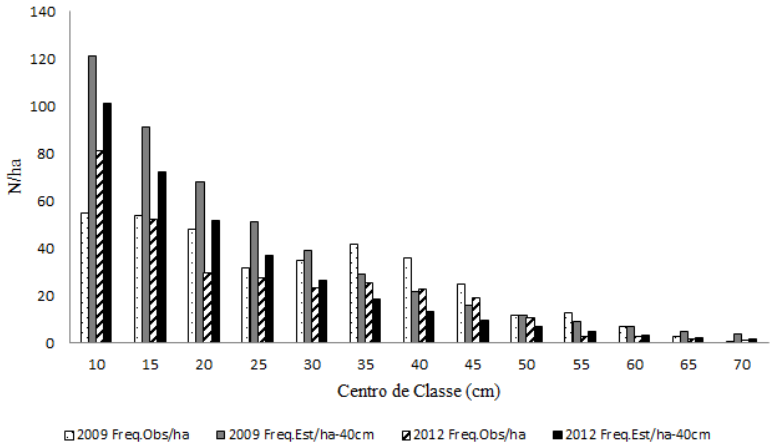


Figura 1. Frequência observada e estimada para o diâmetro máximo desejado de 40 cm, para um povoamento natural de *Araucaria angustifolia* em Lages, SC, nos anos de 2010 e 2012.
Figure 1. Frequency observed and estimated for the desired maximum diameter of 40 cm, for a natural population of *Araucaria angustifolia* in Lages, SC, in 2010 and 2012.

A floresta apresentou 303 árvores de araucária por hectare e área basal de 18,80 m² ha^{-1}. O número de árvores a ser removido em cada classe foi obtido subtraindo-se a frequência observada da estimada (Tabela 1).

A tabela também mostra a quantidade de área basal para os indivíduos que podem ser retirados em cada classe diamétrica. Percebe-se que houve uma diminuição no valor total de 2010 para 2012.

De acordo com a Tabela 1, poderão ser removidas árvores das classes de diâmetro 35 cm a 50 cm para o diâmetro máximo desejado de 40 cm, representando 30 árvores por hectare e 4,10 m² ha^{-1} em área basal. Considerando os 84 ha da área de estudo, 344,4 m² poderiam ser removidos, conferindo à floresta o conceito de balanceada e evitando a estagnação do povoamento.

Tabela 1. Classes de diâmetro, frequências observadas e estimadas, número de árvores e área basal a remover para um diâmetro máximo desejado de 40 cm, para um povoamento natural de *Araucariaangustifolia* em Lages, SC, nos anos de 2010 e 2012.
Table 1. Diameter classes, observed and estimated frequency, number of trees and basal area to be removed for a maximum desired diameter of 40 cm, for a natural population of *Araucaria angustifolia* in Lages, SC, in 2010 and 2012.

Centro de Classe	FO em 2010	FO em 2012	FE em 2010	FE em 2012	NR em 2010	NR em 2012	G em 2010	G em 2012
10	55	81	121	101	-	-	-	-
15	54	52	91	72	-	-	-	-
20	48	30	68	52	-	-	-	-
25	32	28	51	37	-	-	-	-
30	35	24	39	26	-	-	-	-
35	42	26	29	19	13	7	1,24543	0,66076
40	36	23	22	13	14	10	1,77869	1,25664
45	25	19	16	10	9	9	1,36381	1,43139
50	12	11	12	7	-	4	-	0,75517
55	13	3	9	5	4	-	0,88262	-

60	7	3	7	4	-	-	-	-
65	3	2	5	3	-	-	-	-
70	1	1	4	2	-	-	-	-
Total	**363**	**303**			**39**	**30**	**5,27055**	**4,10396**

FO = frequência observada em ha^{-1}; FE = frequência estimada em ha^{-1}; G = área basal em metros quadrados por hectare; NR número de árvores a remover por centro de classe de diâmetro.

Ao compararmos o trabalho atual com o realizado em 2010 por Hesset al., é visivelmente perceptível a diminuição no número de indivíduos na floresta, considerando que os trabalhos foram realizados na mesma área e com as mesmas parcelas. Quando falamos em área basal a retirar mantendo a estrutura da floresta balanceada houve um decréscimo de 1,17 m^2 ha^{-1}, e em relação a número de indivíduos ocorreu umaredução de 60 indivíduos em um hectare. Extrapolar esses números para toda a área resultaria em uma perda de 98 m^2 em área basal ou 5.040 indivíduos.

Por ser uma floresta, é normal estar perdendo indivíduos. Contudo, sob o ponto de vista da madeira enquanto recurso existente/disponível, rentabilidade está sendo perdida. A madeira que é perdida e não utilizada poderia ser aproveitada para diversos usos, conferindo retorno econômico para o proprietário rural.

Para seleção do melhor modelo foram testados os MLG ajustados nos três campos aleatórios, Normal, Poisson e Gama, utilizando-se as funções de ligação identidade e logarítmica. Na Tabela 2 podem ser verificados os critérios do ajuste para o melhor modelo testado, que foi o *Gama – Identidade*, sendo avaliados os critérios de desvio (menor melhor), bayesiano (maior melhor), Akaike (menor melhor) e avaliação visual do gráfico dos resíduos.

Tabela 2. Valores dos parâmetros e qualidade do MLG *Gama – μ* para ajuste do crescimento de altura em função do diâmetro, para um povoamento natural de *Araucariaangustifolia* em Lages, SC.
Table 2.Values of the parameters and quality of MLG *Gama – μ* to adjust the height of growth as a function of diameter, for a natural population of *Araucaria angustifolia* in Lages, SC.

MLG – FL	*Parâmetros*	*Estimativas*		*Critério do ajuste*		
Gama - μ	*Valor*	*stEerro*	*Prob. X²*	*D*	*BIC*	*AIC*
Intercepto	7,4373	0,2891	<0,0001	**22,18**	2106	**2093,9**
x	0,2077	0,0118	<0,0001			

MLG-FL = modelo linear generalizado e função de ligação; μ = identidade; x covariável idade; stEerro = erro padrão; Prob. X² = probabilidade X² d Wald; D = desvio; BIC = critério bayesiano; AIC = critério de Akaike.

O MLG *Gama – identidade* obteve todos os parâmetros com nível de significância nominal (valores *p*), todos inferiores a 0,0001 indicando que existe uma relação biológica entre o diâmetro e o crescimento em altura. Com base nos demais critérios, o modelo *Gama - identidade* foi o que melhor apresentou resultado nos critérios Desvio, BIC, AIC e resíduo homogeneizado (Figura 2).

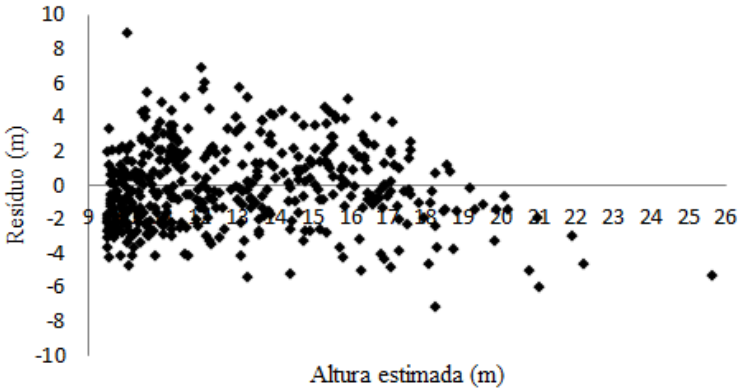


Figura 2. Distribuição dos resíduos para o MLG *Gama – identidade* para altura em função do diâmetro para indivíduos de *Araucaria angustifolia* em Lages, SC.
Figure 2. Distribution of waste for MLG *Gama – identity* for height by diameter for *Araucaria angustifolia* individuals in Lages, SC.

Verifica-se que o modelo *Gama - identidade* obteve uma boa homogeneização dos resíduos. Dessa forma, o ajuste do modelo proporcionou que os erros tendessem a uma distribuição aleatória em torno do zero (Carvalho et al., 2011). Existem alguns *outliers* na distribuição dos resíduos, mas grande parte apresenta uma homogeneização, pois a maior parte dos valores residuais se concentra entre -2 m e 2 m.

4. Conclusões

O fragmento de floresta estudado apresenta déficit de árvores em algumas classes de diâmetro. Os dados apresentaram indivíduos a serem retirados nas classes intermediárias, o que indica que o povoamento consegue recrutar indivíduos para essas classes de diâmetro.

A distribuição de frequência comportou-se como previsto para florestas inequiâneas, *i.e.*, na forma de J-invertido. O Quociente de Liocourt encontrado foi de 1,4, valor superior ao encontrado em 2010, o que indica que a floresta, mesmo estando preservada, apresenta maior mortalidade de indivíduos do que recrutamento.

O MLG ajustou os dados de crescimento com precisão significativa no campo aleatório Gama e função de ligação identidade.

O valor de "q" obtido indica que a floresta pode sofrer intervenção de manejo com retirada de 282,2 m² de área basal.

Comparando os dados atuais com os de 2010, percebeu-se que houve uma diminuição no número de indivíduos, *i.e.*, dos 442,7 m² que poderiam ser retirados anteriormente, apenas 344,4 m² podem ser retirados agora. Esse período sem manejo na área provocou uma perda de 98,3 m² em área basal, ou 5.040 indivíduos, se considerarmos os 84 ha da floresta.

Por ser uma floresta, é normal estar perdendo indivíduos. Contudo, sob o ponto de vista da madeira enquanto recurso, rentabilidade está sendo perdida. Dessa forma o manejo pode ser estruturado para fornecer a rentabilidade econômica ao proprietário e também à conservação da dinâmica e estrutura da floresta, pois a liberação do espaço favorece a regeneração natural, atualmente com baixo índice, visualizado na área.

Referências Bibliográficas

ALVES JUNIOR, F. T; FERREIRA, R. L. C; SILVA, J. A. A. da; MARANGON, L. C.; COSTA JUNIOR, R. F; SILVA, S. O. Utilização do quociente de Liocourt na avaliação da distribuição diamétrica em fragmentos de floresta ombrófila aberta em Pernambuco. **CiênciaFlorestal**. Santa Maria. v. 20, n. 2, p. 307-319, abr.-jun. 2010.

AKAIKE, H. Likelihood of a model and information criteria. **Journal of Econometrics.**n.16, p.3-14, 1981.

ANDRADE, V. C. L. de; MARTINS, S. V.; CALEGARIO, N.; CHICHORRO, J. F. Influência de três sistemas de amostragem na estimativa da relação hipsométrica e do volume de árvores em um fragmento de Mata Atlântica. **ScientiaForestalis**. n. 70, p. 31-37, 2006.

ASSMANN, E.**The principles of forest yield: studies in the organic production, structure, increment and yield of forest stands**. Oxford: Pergamon Press, 1970. 506 p.

AUSTREGÉSILO, S. L.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A. da; SOUZA, A. L. de; MEUNIER, I. M. J; SANTOS, E. S. Comparação de métodos de prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Estacional Semidecidual secundária. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 227-232, 2004.

BRITEZ, R. M.; REISSMAN, C. B.; SILVA, S. M.; SANTOS FILHO, A. Dos. Deposição estacional de serrapilheira e macronutrientes em uma floresta de araucária, São Mateus do Sul, PR. **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, pt. 3, p. 766-772, edição especial, mar., 1992. Edição dos Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 1992, São Paulo.

CARVALHO, S. de P. C. et al.; Modelo não lineares generalizados aplicados na predição da área basal e volume de *Eucalyptus* clonal. **Cerne.** Lavras, v.17, n.4, p.541-548, out./dez. 2011.

EPAGRI. **Dados e Informações Biofísicas da Unidade de Planejamento Regional Planalto Sul Catarinense – UPR 3,** Florianópolis: EPAGRI/CIRAM, 2002, 70p.

FELFILI, J. M. Diameter and height distributions in a gallery forest community and some of its main species in central Brazil over a six-year period (1985-1991). **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo. v. 20, p. 155-162. 1997.

FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C. Distribuição dos diâmetros numa faixa de cerrado na Fazenda Água Limpa (FAL) em Brasília-DF. **Acta Botânica**, v. 104, n.2, p. 85-104, 1988. São Paulo.

HESS, A. F.; CALGAROTTO, A. R.; PINHEIRO, R.; WANGINIAK, T. C. R. Proposta de manejo de *Araucaria angustifólia* 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, nov/dez 2010, Colombo-PR.

HESS, A. F. **Inter-relações no crescimento de *Araucariaangustifolia* (Bertol.) O. Kuntze em diferentes locais do Rio Grande do Sul**. 2006. 178 f. Tese (Doutorado em Manejo Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

HUNT, R.; CAUSTON, D. R.; SHIPLEY, B.; ASKEW, P. A modern tool for classical plant growth analysis.**Annals of Botany**, v. 90, p. 485-488. 2002.

NASCIMENTO, A. T. R.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 1, p. 105–119, 2001.

NEGRELLE, R.; SILVA, F. Fitossociologia de um trecho de floresta com Araucariaangustifolia (Bert.) O. Ktze. no município de Caçador- SC. **Boletim de Pesquisas Florestais**, Colombo, p. 37–54, 1992.

NELDER, J. A. e WEDDERBURN, R. W. M. (1972).Generalized linear models.**Journal of the Royal Statistical Society**A 135, 370-384.

PAULA, G. A.; **Modelos de regressão com apoio computacional**. Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: http://www.ime.unicamp.br/~cnaber/Livro_MLG.pdf. Acesso em: 05/07/2013.

PAULA, A. de; SILVA, A. F. da; DE MARCO JUNIOR, P.; SANTOS, F. A. M. dos; SOUZA, A. L. de. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma floresta estacional semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**. São Paulo, n. 18, v. 3, p. 407-423, 2004.

SCHIMIDT, P. B. Determinação indireta da relação hipsométrica para povoamentos de Pinus taeda L. **Floresta**, Curitiba, v. 8, n. 1, p.24-27, 1977.

SIMINSKI, A.; MANTOVANI, M.; REIS, M. S. dos; FANTINI, A. C. Sucessão Florestal Secundária no município de São Pedro de Alcântara, litoral de Santa Catarina: estrutura e diversidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 21-33, 2004.

SOUZA, D. R. et al. Análise estrutural em Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme não explorada, Amazônia Oriental. **RevistaÁrvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 75-87, 2006.

STERBA, H. Equilibrium curves and growth models to deal with forests in transition to uneven-aged structure – application in two sample stands. **Silva Fennica**, n. 38, v. 4, p. 413-423, 2004.

TURKMAN, M. A. A.; SILVA, G. L. **Modelos Lineares Generalizados** – da teoria à prática. Universidade de Lisboa, 2000. Disponível em: http://docentes.deio.fc.ul.pt/maturkman/mlg.pdf. Acesso em 05/07/2013.

VALE ,T. R. Forest changes in the Warner Mountains, California. Annals of the Association of American Geographers, v. 67, n. 1, p. 28-45, 1977.

Estudo da qualidade e forma de fuste da espécie *Apuleia leiocarpa* na Floresta Estacional Decidualdo Alto Uruguai – RS

Study of quality and stem form of *Apuleia leiocarpa* in the Deciduos Forest of Alto Uruguai - RS

Fabiano de Oliveira Fortes[1]
Silvano Wathier[2]
Franciele Alba da Silva[3]
Luis Paulo Baldissera Schorr[3]

[1]Professor Doutor da Universidade Federal de Santa Maria/ CESNORS, Campus Frederico Westphalen, Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386, Km 40, Frederico Westphalen – RS, CEP: 98400-000. fabianofortes@gmail.com

[2]Engenheiro Florestal formado pela Federal de Santa Maria/ CESNORS, Campus Frederico Westphalen, Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386, Km 40, Frederico Westphalen – RS, CEP: 98400-000. silvanowathier@hotmail.com

[3] Acadêmico (a) do curso de Engenharia Florestal. Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386, Km 40, Frederico Westphalen – RS, CEP: 98400-000. francielealba47@gmail.com; luispschorr@icloud.com

Resumo: O presente trabalho teve por objetivo estudar a relação entre qualidade e forma do fuste da *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. em um fragmento de Floresta Estacional Decidual, na região do Alto Uruguai, localizado em Frederico Westphalen-RS. Na área de estudo foi instalado uma parcela permanente de 100 x 100 m (10.000 m²), a qual foi dividida em 100 subparcelas de 10 x 10 m (100 m²), onde foram mensurados todos os indivíduos com circunferência a altura do peito (CAP) igual ou superior a 31,4cm. Os indivíduos pertencentes a espécie de interesse foram classificados em três classes de acordo a forma de seu fuste e quatro classes quanto a qualidade do fuste. Encontrou-se 18 indivíduos/ha de *Apuleia leiocarpa* com CAP igual ou superior a 31,4cm. Mesmo com as adversidades existentes na floresta, a maior parte dos indivíduos (77,77%) possui o tronco cilíndrico, mostrando que a essa espécie possui um grande potencial para atividades comerciais.
*Palavras-chave***:** Floresta nativa, classes de tronco, parcelas permanentes, espécie florestal.

Abstrat: This work aimed to study the relation between quality and stem form of *Apuleia leiocarpa* (Vogel) JF Macbr. in the Deciduous Forest fragment in the region of Alto Uruguai, located in FredericoWestphalen. In the study area was installed a permanent plot of 100 x 100 m (10,000 m²), which was divided into 100 subplots of 10 x 10 m (100m²), where all trees with Circumference at Breast Height (CAP) greater or equal than 31,4 cm were measured. The trees belonging to the interested specie were classified into three classes according to the form of their stem and four classes as the quality the stem. It was found 18 ind./ha of *Apuleia leiocarpa* with CAP greater than 31,4cm. Even with the existing adversities in the forest, the major part of trees (77.77 %) has the cylindrical trunk, showing that this specie has a great potential for commercial activities.
*Keywords:*Natural forest**,** timber class**,**permanent observation plot, tree specie.

1. Introdução

A Floresta Estacional Decidual é caracterizada por casos onde mais de 50% das árvores do estrato superior perdem as folhas na época desfavorável, no caso da vegetação do Rio Grande do Sul, na região do Alto Uruguai, a época desfavorável é o inverno, com temperaturas frias.

Segundo Klein (1972), podem-se distinguir três estratos arbóreos nesta vegetação, além dos estratos arbustivos e herbáceos. As árvores do estrato superior ocorrem em sua maioria, de forma emergente, não chegam a formar uma cobertura continua, onde as árvores podem

atingir de 30 a 40 m de altura. A presença da espécie *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. caracteriza a Floresta Estacional Decidual do Alto Uruguai no Rio Grande do Sul (MARCHIORI, 1997).

Apuleia leiocarpa (Vogel) J. F. Macbr. pertence a família Fabaceae, é conhecida popularmente como grápia e ocorre desde o nordeste brasileiro até o Uruguai e Argentina (MARCHIORI, 1997). Segundo Reitzet al. (1988), a grápia é uma espécie arbórea decidual heliófila, pioneira, podendo alcançar cerca de 40 a 50 m de altura e 100 cm de DAP.

Apresenta tronco irregular a cilíndrico, fuste um pouco tortuoso, copa larga, ramificada, aplanada e não muito densa (CARVALHO, 2003). É também muito característico o enraizamento superficial, na base do tronco (MARCHIORI, 1997).

De acordo com Mattos e Guaranha (1983) a espécie tem ampla distribuição geográfica no território brasileiro, porém atualmente sua presença é descontínua, devido à devastação intensa das matas e à falta de reposição. Entretanto, demonstra boa regeneração natural e desenvolvimento no interior de capoeiras, sendo por estes motivos de grande interesse para a recomposição de áreas (MARCHIORI, 1997).

Existe uma grande quantidade de espécies nativas que apresentam excelente qualidade com relação à madeira. Porém, Durlo (2001) comentou que existem poucos trabalhos relacionados à qualidade da madeira e forma de fuste de espécies nativas, no estado.

Conforme Ferreira (1999) estudos relacionados ao comportamento das formas do fuste das árvores se tornam cada dia mais úteis, e de extrema importância, pois as diferentes formas, além de afetarem o volume total, influenciam na qualidade e quantidade dos multiprodutos extraídos das árvores.

Esta diferença é acentuada ainda mais, entre espécies coníferas e folhosas. Assim, quanto mais o fuste se afasta de uma forma regular conhecida, mais difícil é de realizar aplicações e conhecimentos matemáticos para gerar com rigor os cálculos de volume. De acordo com Huschet al. (1993) o fuste das árvores no sentido base-topo é constituído por uma sequência de diferentes sólidos geométricos: cilindro, fuste de neilóide, fuste de paraboloide e cone.

Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi estudar a relação entre qualidade e forma do fuste da *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr, pertencentes a um fragmento de Floresta Estacional Decidual.

2 Metodologia de Trabalho

2.1 Caracterizações da Área de Estudo

O presente estudo foi desenvolvido em um fragmento da Floresta Estacional Decidual do Alto Uruguai-RS com aproximadamente 34 ha, situado na Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen-RS, localizado entre as coordenadas geográficas 27º23'56" S e 53º25'51" W a 525 m de altitude.

Segundo Araújo (1930), Frederico Westphalen encontra-se na região climática do Alto Vale do Uruguai. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa (Subtropical Úmido), com chuva bem distribuída durante o ano e temperatura média do mês mais quente superior a 22ºC (MORENO, 1961).

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, predominam na região os Latossolos Vermelhos Distroférricos, sendo esses profundos, homogêneos e bem drenados (EMBRAPA, 2006). Para Strecket al. (2008), devido ao fato de serem bastante intemperizados, predomina a caulinita e óxidos de ferro, ocasionando assim baixa CTC (Capacidade de Troca de Cátions).

O fragmento estudado encontra-se alterado devido ter sofrido ação antrópica no passado. A área está inclusa no Bioma Mata Atlântica, pertencendo aos domínios da Floresta Estacional Decidual (LEITE e KLEIN, 1990).

2.2 Amostragens da Vegetação

Para amostragem da vegetação, foi utilizado o sistema de parcela permanente com dimensões de 100m de lado, totalizando 10.000m² e, coletados os dados da *Apuleia leiocarpa* (Vogel) com circunferência a altura do peito (CAP) igual ou superior a 31,4cm.

2.3 Formas de Fuste

Os indivíduos pertencentes a espécie de interesse foram classificados em três classes quanto a forma de seu fuste:

- FF1 - Fuste cilíndrico reto;
- FF2 - Fuste cilíndrico tortuoso;
- FF3 - Fuste defeituoso, oco ou quebrado.

2.4 Qualidades de Fuste

Para a qualidade de fuste foram classificadas, levando em consideração características fundamentais, para enquadrar cada indivíduo de acordo com o valor e interesse de mercado, sendo elas: DAP, forma de fuste, defeitos, altura comercial e quantidade de toras possíveis de obter por árvore, considerando para tanto, uma tora com medida padrão de 5,4m de comprimento e DAP≥25 cm. Das 18 árvores encontradas no local de estudo, foram ordenadas em quatro diferentes classes de acordo com sua qualidade:

- QF1 - Árvores com fuste reto, sem defeitos aparentes, DAP ≥ 25 cm e altura comercial ≥ 10,8 m.
- QF2 - Árvores com fuste reto, porém com leve tortuosidade, sem defeitos aparentes, DAP ≥ 25 cm e altura comercial < 10,8 m.
- QF3 - Árvores de potencial futuro, com fuste reto oulevemente tortuoso, sem defeitos aparentes e DAP < 25 cm.
- QF4 – Árvores sem interesse comercial, com fuste defeituoso, ampla tortuosidade, oco ou quebrado.

Foram coletadas as seguintes variáveis: **1)** Circunferência a Altura do Peito (CAP), medido com uma fita métrica graduada em centímetros, com precisão de 1mm; **2)** Altura comercial, realizado com o auxílio de uma régua florestal extensível de 15 m acoplada a uma trena métrica de mesma medida; **3)** Altura total, procedimento desempenhado com a régua florestal extensível para árvores com até 15 m de altura, acima disso, efetuado com aparelho digital Vertex IV.

3 Resultados e Discussão

Na área de estudo encontrou-se 18 indivíduos/ha de *Apuleia leiocarpa*com CAP igual ou superior a 31,4cm. Hack*et al* (2005), em estudo realizado em um fragmento de Floresta Estacional Decidual no Município de Jaguari-RS, encontraram 10,71 ind/ha, mostrando que o fragmento do presente trabalho possui um número maior de indivíduos por hectare.

Para Vaccaro & Longhi (1995), parcelas correspondentes de 1ha são representativas para a quantificação de espécies em estudos de florestas da região fisiográfica do Alto Uruguai-RS.

Quando analisada a altura comercial da espécie, constatou-se que 6 indivíduos teriam diâmetro e altura mínima para a retirada de toras de 5,40m (QF1 e QF2).

Por se tratar de espécies em uma floresta heterogênea, ao contrário deplantios florestais comercial, é natural que o número de indivíduos com fuste cilíndrico e reto (FF1) seja reduzido. Esse fato pode ser explicado pela competição existente entre todas as formas de vida que compõem o local, a presença de cipós alojados no fuste da árvore, não só modificando a forma do fuste como também, podendo levá-las a morte, além das características genéticas pertinentes a cada espécie, o que explica o alto índice de indivíduos na classe FF3, os quais, devido a forma do seu fuste, não agregam valor comercial. No entanto, mesmo com as adversidades existentes na floresta, a grande maioria (77,77%) dos indivíduos possui o tronco cilíndrico, mostrando que a espécie possui um grande potencial para atividades comerciais.

Apuleia leiocarpa possui o mesmo percentual para as classes de maior valor e importância comercial, QF1 e QF2 (16,66% cada), com três árvores em cada uma delas. A classe QF3, que mostra árvores com potencial comercial futuro, tem 44,44% de representatividade, mostrando que a espécie tem grande potencial se manejada adequadamente. A classe QF4, são as árvores sem interesse comercial, devido a defeitos ou tortuosidade, alcança 22,22% (4 indivíduos).

Tabela 1. Família, espécie, circunferência a altura do peito (CAP), altura total (Ht), altura comercial (Hc), forma de fuste (FF), qualidade de fuste (QF).
Table 1.Family, species, circumference at breast height (CBH), total height (Ht), comercial height (Hc), shape of stem (FF), stem quality (QF).

Família/espécie	CAP (cm)	Hc (m)	Ht (m)	FF	QF
Fabaceae					
Apuleia leiocarpa	31,2	2,80	11,0	FF3	QF4
Apuleia leiocarpa	34,0	5,22	9,5	FF2	QF3
Apuleia leiocarpa	34,3	4,00	12,0	FF1	QF3
Apuleia leiocarpa	36,2	6,30	6,3	FF3	QF4
Apuleia leiocarpa	46,0	5,66	11,9	FF1	QF3
Apuleia leiocarpa	50,2	4,43	13,0	FF2	QF3
Apuleia leiocarpa	55,5	8,80	15,0	FF1	QF3
Apuleia leiocarpa	58,0	6,70	14,0	FF2	QF3
Apuleia leiocarpa	62,3	9,50	21,5	FF1	QF3
Apuleia leiocarpa	62,5	5,30	12,0	FF2	QF3
Apuleia leiocarpa	80,3	6,00	14,5	FF2	QF2
Apuleia leiocarpa	83,4	8,30	15,5	FF3	QF4
Apuleia leiocarpa	102,3	12,30	15,6	FF2	QF1
Apuleia leiocarpa	105,0	12,00	15,3	FF2	QF1
Apuleia leiocarpa	120,2	6,20	19,5	FF1	QF2
Apuleia leiocarpa	182,9	7,00	27,0	FF3	QF4
Apuleia leiocarpa	185,4	11,00	21,5	FF1	QF1
Apuleia leiocarpa	215,2	6,40	22,0	FF2	QF2

Pode-se observar na figura 1 que *Apuleia leiocarpa* apresenta mais da metade da frequência de indivíduos nas menores classes diamétricas, com 10 exemplares na classe de

10 a 20 cm de DAP, o que demonstra a regeneração desta espécie no fragmento estudado, assim como a retirada de indivíduos desta espécie em anos passados. Outro fato interessante é a inexistência de representantes nos intervalos de classe de 40 - 50 cm, e acima de 70 cm de DAP. Tal fato pode ser atribuído a uma possível intervenção antrópica no local, uma vez que Reitzet al. (1988) comenta que a espécie pode chegar até 100cm de DAP.

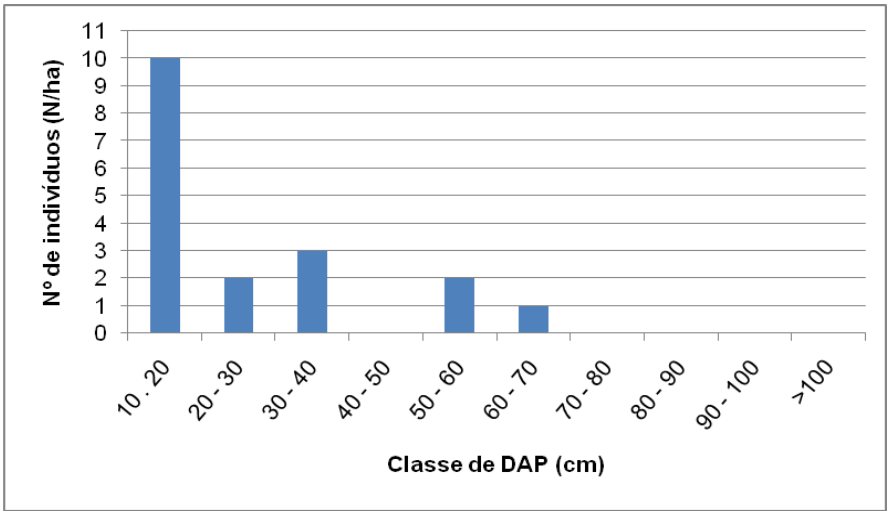


Figura 1 - Distribuição de indivíduos com DAP ≥ 10 cm por classe de diâmetro para *Apuleia leiocarpa.*
Figure 1 - Distribution of individuals with DBH ≥ 10 cm diameter class for *Apuleia leiocarpa*.

Por meio da distribuição de frequência pode-se constatar que o fragmento sofreu intervenção antrópica no passado, levando-se em consideração que a espécies estudadas é de grande valia e procura no setor florestal, onde no presente a maior parte dos indivíduos estão situados nas menores classes, com DAP inferior a 25 cm. As árvores presentes nas maiores classes de diâmetro, as quais representam a minoria, devem ser mantidas como matrizes e porta sementes até o desenvolvimento das demais, para garantir regeneração natural das espécies até o porte arbóreo, desta forma futuramente podendo intervir com a prática de manejo sustentável sem comprometer a perpetuidade das espécies.

4. Conclusão

No fragmento da Floresta Estacional Decidual do Alto Uruguai-RS, em estudo,encontrou-se 18 indivíduos./ha de *Apuleia leiocarpa*, sendo que a maioria está concentrada nas menores classes de diametro.

Apuleia leiocarpa possui a forma cilíndrica do fuste em 77,77% das árvores e, fuste defeituoso sem possível aproveitamento em 22,22% dos casos.

Aproveitamento de toras (QF1 e QF2) deu-se em 33,2%, sendo que se manejada a floresta com tratos silviculturais tem-se a possibilidade de incluir 44,4% (QF3) dos indivíduos de árvores com potencial comercial futuro.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, L. C. **Memória sobre o clima do Rio Grande do Sul**. Serviços de informação do Ministério da Agricultura do Rio de Janeiro, 1930. 100p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**, Colombo: Embrapa Florestas, 2003.

DURLO, M. A. Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. Ciência Florestal, Santa Maria, v.11, n.1, p.141-149, 2001.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: 2006. 306 p.

HACK, C; LONGHI, S. J.; BOLIGON, A. A; MURARI, A. B.; PAULESKI, D.T. **Análisefitossociológica de um fragmento de Floresta Estacional Decidual do município de Jaguari, RS**.Ciência Rural, v.35, n.5, pág 1083 -1091, 2005.

HUSCH, B. et al. Forest mensuration. 3. ed. Malabar: Krieger Publishing Company, 1993. 402p.

KLEIN, R. M. Árvores nativas da Floresta Subtropical do Alto Uruguai. **Sellowia.** Itajaí, v. 24, p. 9-62. 1972.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M.**Vegetação**. In: **Geografia do Brasil**: Região Sul. Rio de Janeiro: IBGE, v. 2. 1990. P.113-150.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4.ed., v.1, Nova Odessa: Plantarum, 2002. 368p.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das angiospermas:** leguminosas. Santa Maria: Ed. UFSM, 1997. 200p.

MATTOS, N. F., GUARANHA, J. **Contribuições ao estudo da Grápia**. Porto Alegre: Boletim do Instituto de Pesquisa de Recursos Naturais Renováveis, 1983. 27 p.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria de Agricultura e Abastecimento. 1988. 525p.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Inventário Florestal Continuo do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: FATEC/SEMA, 2002. Disponível em: www.coralx.ufsm.br/ifcrs/frame.html. Acesso em 13 Jan. 2014.

STRECK E.V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**, 2. Ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222P.

VACCARO, S.; LONGHI, S.J. **Análise fitossociológica de algumas áreas remanescentes da florestado Alto Uruguay, entre os rios Ijuí e Turvo, no Rio Grande do Sul**. Ciência Florestal, v. 5, p. 33-54, 1995

Modelagem do volume individual de *Pinus taeda* L. na serra do Sudeste, Rio Grande do Sul

Individual volume modeling of*Pinus taeda* L. in in Southeast Mountain Range region, Rio Grande do Sul

Diego Vinchiguerra dos Santos[1]
Jeferson Diego da Silva Dias [1]
Eduardo Pagel Floriano[1]

[1]Universidade Federal do Pampa. Av. Antonio Trilha, 1847, São Gabriel, RS. CEP: 97300-000. E-mail: diegovinchiguerra@gmail.com; jefersondiego_2005@hotmail.com; eduardopagelfloriano@gmail.com.

Resumo: O objetivo deste trabalho foi ajustar equações para a estimativa do volume individual para povoamentos de *Pinus taeda* L. localizados na região da Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul.As florestas estudadaspossuem entre 6 e 9 anos de idade, com densidade de aproximadamente 1.667 árvores por hectare. Os plantios não foram submetidos à nenhum desbaste. Foram selecionadas 15 árvores dividas em classes de diâmetro e idade, estas foram abatidas e cubadas pelo método de Smalian. A seleção das variáveis foi realizada pelo procedimento PROC REG do SAS 9.0, por meio dos métodos *Stepwise* e *Forward*, com e sem intercepto, gerando quatro equações, duas para cada método.As estatísticas utilizadas para determinação do melhor modelo foram: coeficiente de determinação ajustado, erro padrão da estimativa em percentagem e análise gráfica dos resíduos.O melhor modelo do volume com casca foi gerado pelo método *Stepwise* sem intercepto, ao passo que este mesmo método também foi o melhor para estimar o volume sem casca. Ambos os modelos cumpriram as condicionantes da regressão.
*Palavras-chave:*Stepwise;forward; ajuste de equações; validação de modelos;

Abstract: This study aimedto fit equations to estimate the tree individual volume for populations of*Pinus taeda* L. located in SoutheastMountain Range region, Rio Grande do Sul. The studied forests are between 6 and 9 years old with a density of nearly 1.667 trees for hectare. These plantations did not have any thinning. It was selected 15 trees separated in classes by diameter and age.Then, these trees were fallen and cubed by the Smalian method.The variable selection was made by the PROC REG procedure in the software SAS 9.0. It was used the*Stepwise* and *Forward* methods (with and without intercept) to create four equations, two for each method. The adjusted coefficient of determination, the standard error in percentage and the graphical analysis of wastewere used to determine the best model. The best model for volume with bark was created by the*Stepwise* without intercept method, while the same method was the most reliable to estimate volume without bark. Both of the models satisfied the regression conditions.
*Key words:*Stepwise; forward; equations fit; model validation.

1.Introdução

O estado do Rio Grande do Sul possui um total de 164.832 ha de plantios de espécies do gênero Pinus, cerca de 10,5% do total brasileiro, o que dá ao estado a condição de 3º maior produtor nacional, atrás apenas dos estados do Paraná e Santa Catarina (Abraf, 2013; Serviço Florestal Brasileiro, 2013).A espécie *Pinus taeda* L. juntamente com a espécie *Pinus elliottii*Engelm. constitui a maioria dos plantios florestais do gênero no Brasil.

Conforme Floriano et al. (2009), isto se dá em consequência da semelhança das características ambientais com a região de origem no sudeste dos Estados Unidos. Tem sido uma das espécies mais utilizadas em plantios comerciais principalmente para produção de madeira serrada para movelaria e construção civil. Também é utilizado para produção de celulose de fibra longa e resina para indústrias químicas.

O volume contido no tronco de uma árvore é uma das variáveis mensuradas de maior importância na silvicultura, isto porque a madeira é o principal produto comercial das florestas e o tronco contém a maior porção de biomassa em uma árvore (West, 2009).

Segundo Finger (2006), pode ser determinado pela cubagem rigorosa, que é a única medida direta e real do volume de uma árvore. Como não se é possível realizar a cubagem de todas as árvores amostradas no inventário florestal, pode-se estimar o volume das árvores utilizando equações ajustadas de modelos volumétricos.

É do interesse de qualquer gestor ligado ao setor florestal conseguir quantificar e prognosticar com confiabilidade o estoque de suas florestas. A quantificação do estoque é uma condição essencial para definir a utilização dos produtos oriundos da floresta, norteando a tomada de decisões para a maioria das atividades do setor (Eisfeld et al., 2005). Inúmeros pesquisadores dedicaram esforços visando o ajuste e comparação de equações de volume para diferentes espécies e situações.

Mainardi et al. (1996), afirmaram que as empresas florestais que possuem reflorestamentos estão a todo o momento atentas para a tendência do mercado consumidor, e consequentemente efetuando cálculos e prognoses relacionadas à quantidade e qualidade de madeira que possuem ou possuirão em suas florestas.

O objetivo deste trabalho foi ajustar equações para a estimativa do volume individual para povoamentos de *Pinus taeda* L. localizados na região da Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul.

2. Metodologia do trabalho

2.1 Caracterização do local

O local onde foram coletados os dados deste trabalho, está localizado nos municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul, no Rio Grande do Sul com coordenadas geográficas entre 52º 40' e 53º 00' de longitude Oeste e entre 30º 20' e 30º 45' de latitude Sul. A área é pertencente à empresa TodesflorAgro-Florestal Ltda.

O clima da região é subtropical úmido sem estação seca, tipo (Cfb) segundo a classificação de Köeppen. A temperatura média anual é de 16ºC, onde a média do mês mais frio é de 12ºC e a do mês mais quente em torno de 22ºC. A precipitação média anual está entre 1500 e 1600 mm.

As florestas estudadas são povoamentos de *Pinus taeda* L. possuem entre 6 e 9 anos de idade, com densidade de aproximadamente 1.667 árvores por hectare. Os plantios não foram submetidos à nenhum desbaste.Os dados foram coletados durante estágio extra-curricular no período de abril no ano de 2014.

Foram escolhidas 15 árvores dividas em classes de diâmetro e idade, estas árvores foram abatidas e cubadas pelo método de Smalian. Onde foram mensurados a circunferência ao longo do tronco (CAP) a 0,1 m, 0,5 m, 1,30 m a partir daí a cada dois metros até o topo. Os dadosforam repassados em planilha eletrônica para tratamento dos dados. Posteriormente, o volume das árvores foi determinado com a fórmula de Smalian. Neste método, o volume de cada secção é calculado em função do comprimento e das áreas basais nas extremidades das seções. Foi utilizado a fórmula conforme Finger (2006), expressa pela Equação 1:

$$v_t = v_0 + \sum_{i=1}^{n} v_i + v_c \qquad \text{(Eq. 01)}$$

Em que: v_0= volume do toco; v_i = volume das secções intermediárias (m³) calculadas pela multiplicação do comprimento da tora pela metade da soma das áreas basais das duas pontas de cada secção; v_c = volume da ponta superior do tronco (m³) calculado pela fórmula do cone de comprimento igual ao da secção considerada.

2.2 Modelagem matemática e ajuste de equações

Na modelagem do volume foram utilizadas, como variáveis independentes (xi), o diâmetro (d) e a altura (h), o quadrado do diâmetro multiplicado pela altura (d^2h) e as seguintes transformações destas variáveis:

- potenciação: xi, xi^2, xi^3, xi^4, xi^5;
- inversão: 1/xi, $1/xi^2$, $1/xi^3$, $1/xi^4$, $1/xi^5$;
- logarítmica: Ln(xi), Ln(xi^2), Ln(xi^3), Ln(xi^4), Ln(xi^5), Ln(1/xi), Ln($1/xi^2$), Ln($1/xi^3$), Ln($1/xi^4$), Ln($1/xi^5$).

A seleção das variáveis foi realizada pelo procedimento PROC REG do SAS 9.0 (2002) por meio dos métodos *Stepwise*e*Forward*, com e sem intercepto, gerando quatro equações, duas para cada método. No método *Stepwise* são incluídas uma variável independente após a outra, iniciando com as de maior coeficiente de determinação parcial. Pelo método *Forward* as variáveis são incluídas uma após a outra na ordem em que são listadas na programação.

As estatísticas utilizadas para determinação do melhor modelo foram: coeficiente de determinação ajustado (R^2aj.), erro padrão da estimativa em percentagem (Syx%) e análise gráfica dos resíduos.

O coeficiente de determinação expressa o quanto a relação entre as variáveis é explicada pela equação ajustada, varia de 0 a 1 e quanto mais próximo de 1 for o valor mais precisa e melhor será a equação ajustada. Como o coeficiente de determinação cresce à medida que se inclui uma nova variável ao modelo matemático, foi utilizado, como critério, o Coeficiente de Determinação Ajustado (R^2aj.)queé utilizado quando se precisa comparar equações com diferente número de parâmetros, pode ser calculado pela Equação 2, a seguir (Schneider, 1997):

$$R^2aj. = 1 - \left(\frac{(n-1)}{n-p}\right).R^2 \qquad \text{(Eq. 02)}$$

Onde: $R^2_{aj.}$ = coeficiente de determinação ajustado; n = número de observações; p = número de parâmetros; R^2 = coeficiente de determinação.

O erro padrão da estimativa (Syx), é a medida de dispersão entre os valores observados e estimados pela regressão sendo desejável aquele que tenha o menor valor. O erro padrão da estimativa e o erro padrão em percentagem são obtidos através das Equações 3 e 4, respectivamente (Schneider, 1997):

$$Syx = \sqrt{QMres} \qquad \text{(Eq. 03)}$$

$$Syx\% = \frac{Syx}{\bar{y}.100} \qquad \text{(Eq. 04)}$$

Onde: *Syx* = erro padrão da estimativa; *Syx%* = erro padrão em percentagem;$\bar{y}$ = média aritmética da variável dependente; *QMres* = quadrado médio do resíduo obtido na análise de variância.

Conforme Scolforo (1997), a análise dos resíduos é o elemento mais importante para visualizar o desempenho da função de regressão, permitindo observar tendenciosidade nas estimativas da regressão. Conforme este mesmo autor, no desempenho da análise de regressão devem ser consideradas as seguintes suposições acerca dos erros: são independentes, tem média zero e variância constante (homocedasticidade), têm distribuição normal, apresentam linearidade. Segundo Sanquetta et al., (2014), o resíduo é expresso pela diferença entre os valores reais observados e valores estimados pela Equação 5:

$$\hat{e}_i = y_i - \hat{y}_i \qquad \text{(Eq. 05)}$$

Em que: $\hat{e}_i$= i-ésimo resíduo;y_i= i-ésimo valor real observado; $\hat{y}_i$= i-ésimo valor estimado pela equação.

2.3 Validação dos modelos

Para a validação das equações utilizou-se a verificação da normalidade da distribuição dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (W), homocedasticidade da variância pelo teste White (X^2) e independência dos resíduos pela estatística de Durbin-Watson (d). Os testes foram realizados utilizando-se pacote estatístico do SAS System conforme procedimento descrito a seguir. O detalhamento destes testes pode ser visto em Schneider (1997) e Floriano (2004).

Os testes foram realizados pelo procedimento PROC MODEL opção FIT, conforme exemplado a seguir:

```
procmodel data=dados;
parms;
fit x / normal white dwdwprob;
```

3. Resultados e discussões

Foram amostrados 15 indivíduos com DAP entre 5,73 e 22,28 cm e altura total entre 5,6 e 12,7 m. Feito os levantamentos calculou-se o volume individual com e sem casca, os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Volume individual de 15 árvores de *Pinus taeda* L. com e sem casca, em um povoamento naregião da Serra do Sudeste, RS.
Table 1.Individual volume of 15 tress of *Pinus taeda* L. with and without bark, on a population in Southeast Mountain Range region, RS.

Árvore	Idade	DAP	h	v_{cc}	v_{sc}
1	6	14,64	9,5	0,0790	0,0535
2	6	15,55	9,0	0,0925	0,0630
3	6	11,14	8,0	0,0417	0,0266
4	8	22,28	12,15	0,2197	0,1770
5	8	7,0	9,1	0,0197	0,0137
6	8	13,05	10,7	0,0736	0,0520
7	8	18,46	12,2	0,1557	0,1230
8	6	13,69	11,2	0,0954	0,0715
9	6	18,78	10,8	0,1463	0,1105
10	6	5,73	5,6	0,0088	0,0051
11	9	26,1	12,7	0,2804	0,2013
12	9	18,14	11,4	0,1359	0,0919
13	9	21,01	12,6	0,2132	0,1474
14	9	12,41	11,4	0,0693	0,0486
15	9	9,23	10,2	0,0333	0,0237

Fonte: autor

Em que: DAP = diâmetro à altura do peito (1,3m) em cm; h = altura total (m); v_{cc}= volume individual com casca (m³); v_{sc} = volume individual sem casca (m³).

A modelagem do volume com casca gerou quatro equações, duas para cada método (*Stepwise* e *Forward*) sendo uma com intercepto e outra sem, perfazendo um total de oito

equações, quatro para estimativa do volume com casca e quatro para o volume sem casca (Tabela 2).

Tabela2. Equações selecionadasna modelagem do volume individual com casca e sem casca, para *Pinus taeda* na região da Serra do Sudeste, RS.
Table2. Selected equations for individual volume modeling with and without bark for *Pinus taeda* in Southeast Mountain Range region, RS.

Número	Modelo	Método de seleção	Intercepto	
			Sim	Não
	Modelagem volume com casca			
1	$v_{cc} = - b_0 - b_1d^5 + b_2d^2h$	*Stepwise*	x	
2	$v_{cc} = - b_1d^5 + b_2d^2h$	*Stepwise*		x
3	$v_{cc} = b_0 - b_1d^5 + b_2d^2h + b_3d^2h^2$	*Forward*	x	
4	$v_{cc} = b_1d^5 + b_2d^2h + b_3d^2h^2$	*Forward*		x
	Modelagem volume sem casca			
5	$v_{sc} = - b_0 - b_1d^2 + b^2d^2h^5$	*Stepwise*	x	
6	$v_{sc} = - b_1d^2h + b_2d^2h^5$	*Stepwise*		x
7	$v_{sc} = b_0 - b_1h^2 + b_2d^2h + b_3d^2h^4 + b_4d^2h^5$	*Forward*	x	
8	$v_{sc} = b_1d^4 + b_2d^5+b_3h^3 + b_4d^2h + b_5d^2h^4 + b_6d^2h^5$	*Forward*		x

Fonte: autor

Onde: b_0, b_1, b_2 e b_3 = coeficientes das equações; d= diâmetro à altura do peito (cm); h = altura total (m); v_{cc}= volume individual com casca (m³); v_{sc} = volume individual sem casca (m³).

Observa-se na Tabela 3, que o coeficiente de determinação ajustado (R^2aj.) varia de 0,9847 nos modelos 2 e 4 e 0,9987 no modelo 4. Os modelos 1 e 3 apresentaram valor idêntico de R^2aj. (0,9961). As equações que forneceram os piores R^2aj. foram de número 5 e 7 com 0,985 e 0,9847, respectivamente.

Verificou-se que o erro padrão da estimativa (Syx%) variou de 4,33% nos modelos 2 e 4 e 6,67% nos modelos 5 e 7. Os valores de Syx% foram todos inferiores a 7%.

Machado et al. (2002), encontraram valores de R^2aj. variando de0,8757 a 0,9845 e erro padrão da estimativa menores que 15%, testando equações para estimar o volume individual de *Pinus oocarpa*com 8 anos de idade, neste estudo os autores realizaram a cubagem de 100 árvores para a confecção dos modelos.

Apesar do trabalho citado acima ter sido feito com base em 100 árvores cubadas, neste trabalho com apenas 15 árvores obteve-se, de uma maneira geral, um melhor ajuste dos modelos e também um menor erro padrão da estimativa.

A maior parte das equações modeladas foram equações simples, onde retiveram de duas a três variáveis no modelo. Na tabela 3, são apresentados os coeficientes e parâmetros estatísticos dos modelos selecionados.

Tabela 3. Estatísticas de ajuste e precisão de equações para estimativa do volume individual com e sem casca para *Pinus taeda* L., na Serra do Sudeste, RS.
Table 3.Fit and precision statistics of equations to estimate individual volume with and without bark for *Pinus taeda* L., in theSoutheast Mountain Range region, RS.

Nº do modelo	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	R²aj.	Syx%
1	-0,003	-0,0000000069	0,0000422	-	-	-	-	0,9961	4,51
2	-	-0,0000000068	0,00004209	-	-	-	-	0,9987	4,33
3	0,00108	-0,00121315	0,00004073	0,001004548	-	-	-	0,9961	4,51
4	-	-0,00115497	0,00004137	0,0000848564	-	-	-	0,9987	4,33
5	-0,00119	0,00002887	-9,52E-18	-	-	-	-	0,9850	6,67
6	-	0,00002851	-9,10E-18	-	-	-	-	0,9949	6,40
7	0,00179	0,00002652	3,16E-12	-4,27E-17	-	-	-	0,9847	6,67
8	-	-0,00000408	1,68E-07	-1,54E-05	7,04E-05	-1,32E-12	4,72E-16	0,9954	6,04

Fonte: autor

Onde: b_0, b_1, b_2 e b_3 = parâmetros das equações; R²aj. = coeficiente de determinação ajustado; Syx = erro padrão da estimativa;

Para a modelagem do volume com casca, os modelos que apresentaram melhor ajuste foramos números 2 e 4, ambos sem intercepto, onde tiveram coeficiente de determinação (R²aj.) igual à 0,9961 e Syx% de 4,51% (Tabela 3). Apesar de ambas equações apresentarem um ótimo ajuste, a equação número 4, gerada pelo método *Forward*, teve uma variável dependente a mais aderida ao modelo (d^2h^2), ao passo que esta variável na análise de variânciaapresentou valor de F pouco significativo. Portanto, por possuir um menor número de coeficientes, o modelo número 2($v_{cc} = - b_1d^5 + b_2d^2h$) foio que obteve o melhor desempenho para estimativa do volume individual com casca.

Mazzonetto et al. (2012), avaliando modelos volumétricos para *Pinus taeda*, encontraram coeficiente de determinação ajustado de 0,9948 e erro padrão da estimativa de 10,00%, no modelo considerado melhor pelos autores.

Para a modelagem do volume sem casca, a escolha do modelo com melhor desempenho incidiu no modelo número 6que apresentou Syx%de 6,40% e R²aj.de 0,9987 (Tabela 3). A equação número 8, apesar de apresentar maior coeficiente de determinação ajustado e menor erro padrão da estimativa, reteve seis coeficientes no modelo, além disso as variáveis apresentaram variância inflada (valor de *vif*>10). Portanto, para a modelagem do volume sem casca de *Pinus taeda* na região da Serra do Sudeste, a melhor equação é a de número 6($v_{sc} = - b_1d^2h + b_2d^2h^5$).

O teste de White (X^2) resultou em um valor de 4,96 e 7,29 (Tabela 4), com e sem casca, respectivamente, este valor não foi significativo à 5% de probabilidade, concluindo que a variância é homogênea.

Quanto à independência dos resíduos, o valor de d não foi significativo para ambas equações, aceitando-se H_0, não há correlação em série, os resíduos são independentes.

O teste de Shapiro-Wilk (W) revelou um valor de 0,95 para as duas equações, não significativo à 5% de probabilidade, revelando que a distribuição dos resíduos possui normalidade.

Tabela 4.Validação das equações para estimativa do volume individual com e sem casca para 15 árvores de *Pinus taeda* na Serra do Sudeste,RS.
Table 4.Validation of equations to estimate individual volume with and without bark for 15 trees of*Pinus taeda*in the Southeast Mountain Range region, RS.

Equação	White X^2	Durbin-Watson d	Shapiro-Wilk W
$v_{cc} = - b_1 d^5 + b_2 d^2h$	4,96 ^{NS}	2,46 ^{NS}	0,95 ^{NS}
$v_{sc} = - b_1 d^2h + b_2 d^2h^5$	7,29^{NS}	1,19 ^{NS}	0,95 ^{NS}

Fonte: autor
Em que: NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade;

Portanto, no processo de validação das equações nenhum dos testes realizados foi significativo para as equações escolhidas, indicando que as condicionantes da regressão foram cumpridas.Logo, pode-se afirmar que os modelos possuem homocedasticidade das variâncias, tem distribuição de resíduos normal e os resíduos são independentes.

4. Conclusões

O melhor modelo para estimar o volume de *Pinus taeda*L. com casca foi o modelo gerado pelo método *Stepwise* sem intercepto ($v_{cc} = - b_1d^5 + b_2d^2h$), ao passo que este mesmo método também foi o melhor para estimar o volume sem casca ($v_{sc} = - b_1d^2h + b_2d^2h^5$). Ambos os modelos cumpriram as condicionantes da regressão, portanto podem descrever o volume com pouca variação e sem tendenciosidade.

Referências bibliográficas

ABRAF: Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário estatístico da ABRAF**: ano base 2012. 148p. 2013.

EISFELD, R. L.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E.; MAESTRI, R.; WEBER, K. S. Modelagem do crescimento e da produção de Pinus taeda L. por meio de função probabilística. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 35, n. 2, mai./ago. 2005

FINGER, C. A. G. **Biometria Florestal.** Dep. Ciências Florestais, Santa Maria, 2006. 284 p.

FLORIANO, E. P.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; FLEIG, F. D. Análise Econômica da Produção de *Pinus elliottii* na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 4, p. 393-406, out.-dez., 2009.

MACHADO, S. A.; CONCEIÇÃO, M. B.; FIGUEIREDO, D. J. Modelagem do volume individual para diferentes idades e regimes de desbastes em plantações de *Pinus oocarpa*. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Curitiba – PR, v. 4, n. 2, p.185-197, jul./dez., 2002.

MAINARDI, G. L.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Produção de Pinus taeda L. na região de Cambará do Sul, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 39-52. 1999.

MAZZONETTO, C. R.; FRACASSO, R. M.; FORTES, F. Avaliação de modelos na estimativa de volume de *Pinus taeda*Loblolly Pine. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RS, 2., 2012, Nova Prata – RS. **Anais do...** Nova Prata, 2012. p. 562-567.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; RODRIGUES, A. L.; WATZLAWICK, L. F. **Inventários florestais: planejamento e execução.** 3 ed. Curitiba: Multi-Graphic Gráfica e Editora. 2014. 460 p.

SAS Institute. **SAS 9.0.** Cary, NC, EUA. 2002.

SCHNEIDER, P. R.; **Análise de regressão aplicada à engenharia florestal.** Santa Maria: UFSM, CEPEF, 1997. 217 p.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria Florestal – Módulo**: Métodos para classificação de sítios florestais. UFLA/FAEPE/DCF, Lavras, 1997.

SFB. **Florestas do Brasil em resumo**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2013. 188 p.

WEST, P. W. **Tree and Forest Measurement**. 2. ed. London: Springer, 2009. 190 p.

Equações volumétricas para povoamentos de *Pinus taeda* L. na região de Lages – SC

Volumetric equations for *Pinus taeda* L. in the Lages – SC region

Nilton Sergio Novack Junior [1]
Jean Alberto Sampietro [2]
Luis Henrique Ferrari [3]
Joniquel César Viganó [4]
Marcos Felipe Nicoletti [5]
Erasmo Luis Tonett [6]

[1] Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages – SC
nsnovack.efl@gmail.com

[2] Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages – SC
engsampietro@hotmail.com

[3] Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages – SC
luishf.efl@gmail.com

[4] Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages – SC
dhonnyvigano@hotmail.com

[5] Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages – SC
marcos.nicoletti@udesc.com

[6] Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages – SC
erasmo.l@hotmail.com

Resumo: Por se tratar de empreendimentos de longo prazo, os empreendimentos florestais demandam informações precisas e rápidas para realização do planejamento de forma a atingir o seu sucesso. O volume das árvores da floresta é um parâmetro básico para qualquer tomada de decisão. Para isso, as equações volumétricas são de fundamental importância para estimar o volume individual das árvores do povoamento, sendo esta informação primordial. O objetivo do presente trabalho foi testar diversos modelos volumétricos, selecionando o modelo mais adequado para se obter estimativas do volume individual de *Pinus taeda* com 12 anos de idade, sem desbaste. Foram ajustados doze modelos e posteriormente avaliados com base em estatísticas de ajuste e precisão, sendo elas, coeficiente de determinação ajustado, erro padrão da estimativa e análise gráfica de resíduos. O modelo de Schumacher-Hall foi o melhor, por obter a melhor tendência residual na análise gráfica e apresentou um erro padrão de 33,5% e um coeficiente de determinação ajustado de 0,79.
Palavras-chave: volumetria; análise de regressão; estimativa; manejo florestal

Abstract: As it is long-term projects, the forest enterprises require accurate and quick information for the realization of the planning to achieve your success. The volume of forest trees is a basic parameter for any decision-making. For this, the volumetric equations are of fundamental importance to estimate the individual volume trees of the settlement, which is essential information. The aim of this study was to test different volumetric models, selecting the most appropriate model to obtain estimates of the individual volume of *Pinus taeda* with 12 years old, without thinning. Twelve models were fitted and subsequently evaluated on the basis of adjustment and accuracy statistics, which were, adjusted determination coefficient, standard error of estimation and residual graphical analysis. The Schumacher-Hall model was the best, achieve the best residual tendency in graphic analysis and presented a standard error of 33,5% and an adjusted coefficient of determination of 0,79.
Key words: volumetry; regression analysis; estimate; forest management

1. Introdução

Os empreendimentos florestais são investimentos que abrangem áreas extensas e possuem um retorno a longo prazo. Tal fato gera uma demanda por informações precisas que fomentem todo o planejamento da atividade, de forma a garantir o seu sucesso. A região de Lages, localizada na serra catarinense, possui ampla produção florestal para diversas finalidades. Dentre as espécies utilizadas, o *Pinus taeda* se destaca como a espécie mais plantada na região. O fato de possuir um ciclo relativamente longo justifica a busca por estimativas cada vez mais precisas de variáveis essenciais para o planejamento florestal.

Santana e Encinas (2004), tratam que o emprego de equações volumétricas é amplamente utilizadas para se obter estimativas e prognoses da produção da floresta, tais equações são geradas à partir de análise de regressão, constituindo um procedimento eficiente para tal finalidade. Segundo Leite e Andrade (2002), a quantificação do volume sólido em povoamentos florestais é imprescindível para a implementação de planos de manejo sustentável das florestas.

As equações volumétricas são formuladas de forma que a estimativa do volume seja baseada em variáveis de fácil mensuração e de alta correlação. Segundo Machado et al. 2002, o procedimento de maior uso nessa estimativa é o emprego de equações em que o volume se torna a variável dependente, associado à variáveis independentes usualmente mensuradas no inventário florestal, como diâmetro à altura do peito e altura.

Diante do exposto, observa-se a importância em se obter estimativas precisas do volume individual das árvores de um povoamento. Com isso, o objetivo do presente trabalho é ajustar modelos volumétricos da literatura e avaliar qual melhor descreve o comportamento do volume individual de *P. taeda* para a situação apresentada.

2. Metodologia de Trabalho

Os dados foram coletados em um povoamento de *P. taeda* localizado no município de Lages – SC, situado sob as coordenadas 27°50’ de latitude sul e 50°11’ de longitude oeste, e uma altitude média de 1000 metros do nível do mar. Segundo atualização da classificação de Köppen (1900) feita por Alvares et al. (2013), o clima da região é classificado como mesotérmico subtropical úmido com verões frescos, sem estação seca e apresentando geadas severas.

O florestamento estudado possui 12 anos de idade, em espaçamento de 2 metros entre indivíduos e 2,5 metros entre linhas, sem intervenções de desbaste e com a primeira poda realizada até 3 metros.

Foram selecionados 29 indivíduos distribuídos em todas as classes diamétricas do povoamento, com a finalidade de representar toda a variação apresentada. A distribuição diamétrica foi obtida através de inventário florestal prévio na área. Foi realizado o método de área fixa e o processo de amostragem aleatória simples. Além disso, foram calculadas as estatísticas descritivas das variáveis independentes, diâmetro à altura do peito e altura total. A obtenção do volume das árvores-amostra foi de forma destrutiva utilizando a metodologia de cubagem rigorosa por Smalian (Equação 1).

$$v = \sum \frac{g_i + g_{i+1}}{2} \cdot l_i + \frac{g_n}{3} \cdot l_n \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Sendo: v: volume da árvore (m³); g_i: área transversal da seção i (m²); l_i: comprimento da seção i (m); g_n: área transversal da última seção (m²); l_n: comprimento da última seção (m).

Na literatura, buscou-se diversos modelos matemáticos (Tabela 1) que descrevem o comportamento do volume individual das árvores em função do diâmetro à altura do peito (DAP) e altura (h).

Tabela 1. Modelos testados para descrever o comportamento do volume individual.

Denominação	Modelo
Spurr I	$v = \beta_0 + \beta_1(dap^2h) + \varepsilon_i$
Burkhault I	$v = \beta_0 + \beta_1 dap + \varepsilon_i$
Spurr II	$v = \beta_0 + \beta_1 daph + \varepsilon_i$
Hohenadl-Krenn	$v = \beta_0 + \beta_1 dap + \beta_2 dap^2 + \varepsilon_i$
Bonetes I	$v = \beta_0 + \beta_1\left(\frac{1}{dap}\right) + \beta_2\left(\frac{1}{dap}\right)^2 + \varepsilon_i$
Omerod MII	$v = \beta_0 + \beta_1 dap^2h + \beta_2\frac{1}{\sqrt{dap}} + \varepsilon_i$
Stoate	$v = \beta_0 + \beta_1 dap^2 + \beta_2(dap^2h) + \beta_3 h + \varepsilon_i$
Naslund	$v = \beta_0 + \beta_1 dap^2 + \beta_2 ln(dap^2h) + \beta_3 dap(h^2) + \beta_4 h^2 + \varepsilon_i$
Husch	$lnv = \beta_0 + \beta_1 lndap + \varepsilon_i$
Spurr III	$lnv = \beta_0 + \beta_1 lndap^2h + \varepsilon_i$
Schumacher-Hall	$lnv = \beta_0 + \beta_1 lndap + \beta_2 lnh + \varepsilon_i$
Prodan	$lnv = \beta_0 + \beta_1 lndap + \beta_2 ln^2(dap) + \beta_3 lnh + \beta_4 ln^2h + \varepsilon_i$

Sendo: v: volume individual estimado (m³); β_n: parâmetros do modelo; dap: diâmetro à altura do peito (cm); h: altura total (m); ln: logarítimo neperiano; ε_i: erro de estimativa.

Os modelos foram ajustados pelo método dos mínimos quadrados ordinários. Posteriormente as equações originadas passaram por uma avaliação com base em estatísticas de ajuste e precisão, sendo elas, coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{ajustado}$), erro padrão da estimativa (S_{yx}) absoluto e relativo e análise gráfica de resíduos. Os modelos que sofrem discrepância logarítmica (Husch, Spurr III, Schumacher-Hall, Prodan) foram tiveram suas estimativas corrigidas com base no fator de correção de Meyer (FM).

3. Resultados e Discussão

Com a finalidade de assegurar a precisão das estimativas apresentadas pelas equações, os indivíduos devem atender alguns pressupostos, entre eles, devem estar entre o valor máximo e o mínimo da altura total e do diâmetro à altura do peito, dados presentes da tabela de estatísticas descritivas (Tabela 2). A finalidade desse pressuposto é não forçar a equação a fazer extrapolações, uma vez que não há dados que forneçam base para estimativas além do intervalo de máximas e mínimas das variáveis.

Tabela 2. Estatística descritiva das variáveis independentes.

Variável	Mínimo	Média	Máximo	Desvio Padrão	CV (%)
DAP (cm)	9,8	19,4	33,1	7,1	36,4
h (m)	8,5	13,9	17,7	2,5	18,3

Téo et al. (2013) avaliando um povoamento de *Pinus elliottii* com 10 anos de idade, na região de Caçador – SC, encontrou um diâmetro à altura do peito mínimo de 14,3 cm e

máximo de 28,3 cm. Para altura total, o mesmo autor encontrou um mínimo de 11,8 m e um máximo de 17,5 m. Leite et al. (2006) demonstra em estudo, em condições de mesmo espaçamento, idade e região, a altura média de indivíduos de *P. taeda* fica em torno de 13 metros.

Os ajustes dos modelos anteriormente citados resultaram nos seguintes parâmetros (Tabela 3).

Tabela 2. Parâmetros das equações ajustadas e fatores de correção de Meyer (FM) para aquelas que são logaritmizadas.

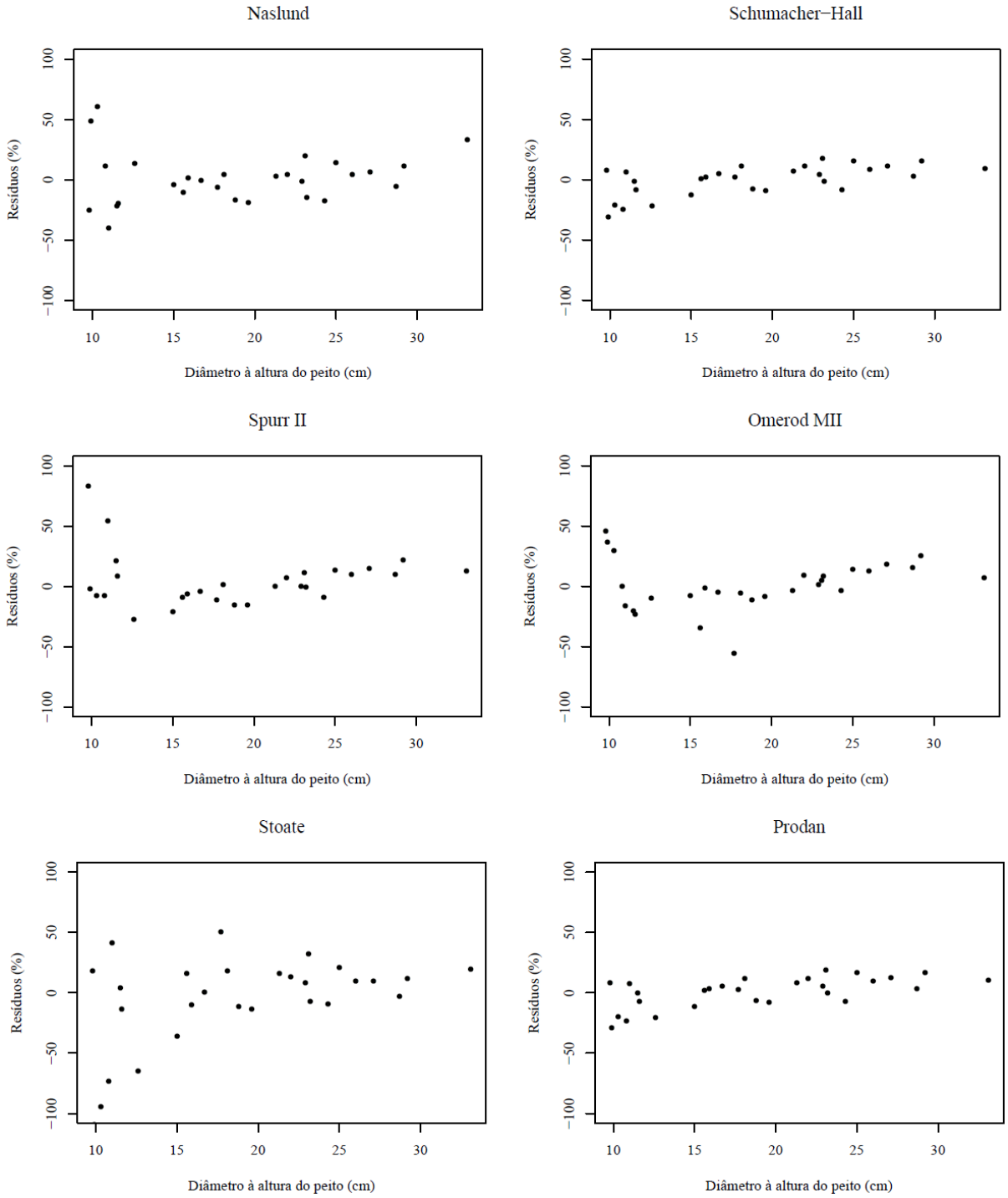
Denominação	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	FM
Naslund	-0,29983	-0,0006	0,066141	0,00015	-0,00211	
Spurr II	-0,0811	0,001038				
Schumacher-Hall	-10,5231	1,459826	1,68827			1,0409
Naslund	-0,03806	-0,00086	$7{,}37\cdot10^{-05}$	0,010084		
Prodan	-4,21535	8,001254	-1,14297	-10,5732	2,407661	1,0308
Omerod MII	0,403033	$1{,}71\cdot10^{-05}$	-1,25166			
Bonetes I	0,944192	-19,3145	102,8757			
Spurr III	-9,52783	0,909695				1,0436
Spurr I	0,035339	$2{,}77\cdot10^{-05}$				
Hohenadl-Krenn	-0,3202	0,036961	-0,00043			
Burkhault I	-0,1621	0,01938				
Husch	-8,15737	2,167923				1,0619

Sabe-se que a seleção da equação que melhor demonstre o comportamento do volume é de fundamental importância, para isso, foram avaliados os critérios de ajuste e precisão pré-estabelecidos (Tabela 4). Esses critérios tem como objetivo avaliar o desempenho da equação quanto à sua aderência aos pontos observados e o erro presente.

Tabela 3. Estatísticas de ajuste e precisão das equações ajustadas.

Denominação	$R^2_{ajustado}$	S_{yx} (m^3)	S_{yx} (%)
Naslund	0,8449	0,0630	29,3
Spurr II	0,8024	0,0711	33,1
Schumacher-Hall	0,7967	0,0721	33,5
Stoate	0,7940	0,0726	33,8
Prodan	0,7801	0,0750	34,9
Omerod MII	0,7482	0,0803	37,3
Bonetes I	0,7440	0,0810	37,7
Spurr III	0,7356	0,0823	38,3
Spurr I	0,7347	0,0824	38,3
Hohenadl-Krenn	0,7339	0,0825	38,4
Burkhault I	0,7261	0,0837	38,9
Husch	0,6117	0,0997	46,4

É visível ampla variação no coeficiente de determinação ajustado, variando de 0,8449 a 0,6117. Ampla variação também vista no erro padrão da estimativa, tendo uma variação de 29,34 a 46,43 pontos percentuais. Tal variação justifica a necessidade de testar diversos



modelos para assegurar as melhores estimativas, garantindo resultados mais próximos da realidade em inventários florestais. Testando modelos para gêneros de *Pinus* tropicais, Pelissari et al. (2011) encontrou uma variação no erro padrão da estimativa de 8 a 15 pontos percentuais. A avaliação das equações se deu quanto ao gráfico de resíduos (Figura 1) observando a tendenciosidade das estimativas sendo plotado o resíduo de estimativa relativo em função do DAP.

Figura 1. Gráfico de resíduo das equações seis equações que apresentaram ajuste e precisão superiores**.**

É visível, observando a disposição dos pontos, uma tendência elevada de superestimativas, bem como subestimativas para indivíduos de diâmetros inferiores a 15 cm nas equações de Naslund, Stoate, Omerod MII e Spurr II. Tal comportamento não foi observado nos modelos de Prodan e Schumacher-Hall, exceto uma leve tendência à superestimativas nas mesmas classes diamétricas. Porém, para estas duas últimas equações, a nuvem de pontos estabelece uma relação mais próxima ao zero, o que atesta um erro inferior nas estimativas. Tais comportamentos residuais dos modelos citados foram verificados também por Silvestre et al. (2014).

Comparando todos os critérios de seleção, pode-se observar a superioridade das equações de Schumacher-Hall e também de Prodan, apesar de apresentarem um ajuste e erro padrão inferior à alguns, segundo Draper e Smith (1981) o comportamento dos resíduos é decisivo na seleção de equações. Isso demonstra a superioridade da equação de Schumacher-Hall.

4. Conclusões

Diante do exposto, observa-se grande importância em testar diversos modelos, a partir dos testes, selecionar o modelo ideal para gerar estimativas precisas do volume dos indivíduos. Portanto, para a presente situação, em conformidade com o que foi discutido, a equação gerada a partir do modelo de Schumacher-Hall apresenta estimativas mais precisas do volume individual das árvores na presente situação.

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, 2013. p. 711-728.

DRAPER, N. R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. 2. ed. New York: J. Wiley. 1981. 708-709.

KÖPPEN, W. Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. **Geogr. Z**. 6, 2002. 657–679.

LEITE, H. G.; ANDRADE, V. C. L. Um método para condução de inventários florestais sem o uso de equações volumétricas. **Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 3, 2002. p. 321-328.

LEITE, H. G.; NOGUEIRA, G. S.; MOREIRA, A. M. Efeito do espaçamento e da idade sobre variáveisde povoamentos de *Pinus taeda* L.. **Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, 2006. p. 603-612.

PELISSARI, A. L.; LANSSANOVA, L. C.; DRESCHER, R. Modelos volumétricos para *Pinus* tropicais, em povoamento homogêneo, no Estado de Rondônia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 67, 2011. p. 173-181.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and enviroment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Austria. 2011.

SANTANA, O. A.; ENCINAS, J. I. Equações volumétricas para uma plantação de *Eucalyptus urophylla* destinada a produção de lenha. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3, Santa Maria. **Anais do...** Santa Maria: UFSM/PPGEF, 2004. p. 107-111.

SILVESTRE, R.; BONAZZA, M.; STANG, M.; LIMA, G. C. P.; KOEPSEL D. A.; MARCO, F. T.; CIARNOSCHI, L. D.; SCARIOT, R.; MORES, D. F. Equações volumétricas de povoamentos de *Pinus taeda* L. no município de Lages – SC. **Nativa,** Sinop, v. 02, n. 01, 2014. p. 01-05.

TÉO, S. J.; MARCON, A.; EHLERS, T.; BIANCHI, J. C.; PELOSO, A.; NAVA, P. R.; COSTA, R. H. Modelos de afilamento para Pinus elliottii em diferentes idades na região de Caçador, SC. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 3, 2013.

Funções de afilamento para povoamentos de *Pinus taeda* L. na região de Lages – SC

Taper functions for *Pinus taeda* L. in the Lages – SC region

Nilton Sergio Novack Junior [1]
Jean Alberto Sampietro [1]
Luis Henrique Ferrari [1]
Joniquel César Viganó [1]
Marcos Felipe Nicoletti [1]
Erasmo Luis Tonett [1]

[1] Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Av. Luis de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, CEP 88520-000, Lages – SC; nsnovack.efl@gmail.com; engsampietro@hotmail.com; luishf.efl@gmail.com; dhonnyvigano@hotmail.com; marcos.nicoletti@udesc.com; erasmo.l@hotmail.com

Resumo: Os empreendimentos florestais para multiprodutos vem se tornando uma alternativa para aumentar a rentabilidade da área, uma vez que maximiza o valor agregado da madeira em função de suas dimensões. Para alcançar o melhor planejamento possível, deve-se obter informações quantitativas dos sortimentos encontrados na floresta. Para isso, o uso de funções de afilamento é essencial, através delas pode-se obter diâmetros em qualquer posição do fuste, posição de qualquer diâmetro encontrado, e, volume de qualquer seção do fuste. O objetivo do presente trabalho foi testar cinco modelos de funções de afilamento para um povoamento de *Pinus taeda* com 12 anos de idade, sem desbaste. Os modelos foram avaliados com base em seu comportamento na distribuição gráfica de resíduos, avaliando também o coeficiente de determinação ajustado e erro padrão da estimativa. Dentre os modelos testado, Schöepfer teve desempenho superior, fornecendo as estimativas mais precisas. O modelo apresentou 7,6% de erro padrão da estimativa e 0,98 de coeficiente de determinação ajustado.
Palavras-chave: sortimento florestal; perfil do fuste; regressão; multiprodutos

Abstract. The forest enterprises for multiproducts is becoming an alternative to increase the profitability of the area as it maximizes the value of the wood according to its dimensions. To achieve the best possible planning, you must obtain quantitative information of assortments found in the forest. For this reason, the use of taper functions is essential, through them diameters can be obtained in any position of the stem, the position of any diameter found, and the volume of any section of the stem. The aim of this study was to test five models of taper functions to a stand of *Pinus taeda* 12 years old, without thinning. The models were evaluated based on their behavior in the graphical distribution residues also evaluating the adjusted determination coefficient and standard error of estimate. Among the tested models, Schöepfer had superior performance, providing the most accurate estimates. The model showed 7,6% standard error of the estimate and 0,98 of adjusted coefficient of determination.
Key words: forest assortment; stem profile; regression; multiproduct

1. Introdução

Os empreendimentos florestais com a finalidade de se extrair multiprodutos são muito atrativos no setor. A atratividade se dá pela viabilidade de se obter receita ao longo da rotação, além disso, é possível adequar o valor agregado das toras de uma árvore em função de suas dimensões.

A quantificação dos diferentes sortimentos é uma prática essencial para o planejamento do empreendimento em questão. Segundo Scavinski et al. (2012) estimativas eficientes dos diâmetros comerciais pré-definidos fornece auxílio nas decisões de manejo e planejamento econômico do empreendimento.

Para se obter estimativas de forma precisa e segura, deve-se obter dados reais do povoamento em questão, e com isso, testar diversos modelos matemáticos de funções de

afilamento. A finalidade de realizar diversos testes é minimizar o erro de estimativa encontrando o modelo que melhor se ajuste ao comportamento do povoamento estudado.

As funções de afilamento possuem basicamente três funções principais. Estimar diâmetros em qualquer altura do fuste da árvore, estimar alturas em que determinados diâmetros se encontram, estimar volumes de qualquer seção do fuste. Para Téo et al. (2013) as estimativas de volume de qualquer seção do fuste torna as funções de afilamento muito vantajosas.

Segundo Souza (2007) as funções de afilamento são uma excelente opção para quantificação de sortimentos florestais. Com isso, o objetivo do presente trabalho é avaliar o comportamento do fuste de indivíduos de *Pinus taeda* através do ajuste de funções de afilamento.

2. Metodologia de Trabalho

Os dados foram coletados em um povoamento de *P. taeda* localizado no município de Lages – SC, situado sob as coordenadas 27°50’ de latitude sul e 50°11’ de longitude oeste, e uma altitude média de 1000 metros do nível do mar.Segundo atualização da classificação de Köppen (1900) feita por Alvares et al. (2013), o clima da região é classificado como mesotérmico subtropical úmido com verões frescos, sem estação seca e apresentando geadas severas.

O florestamento estudado possui 12 anos de idade, em espaçamento de 2 metros entre indivíduos e 2,5 metros entre linhas, sem intervenções de desbaste e com a primeira poda realizada até 3 metros.

Foram selecionados 29 indivíduos distribuídos em todas as classes diamétricas do povoamento, com a finalidade de representar toda a variação apresentada. A distribuição diamétrica foi obtida através de inventário florestal prévio na área, realizado em método de área fixa e processo de amostragem aleatória simples. Além disso, foram calculadas as estatísticas descritivas das variáveis independentes.

Na literatura, buscou-se diversos modelos matemáticos (Tabela 1) que descrevem o perfil do fuste através de funções de afilamento.

Tabela 4. Modelos de funções de afilamento ajustados.
Table 1. Taper functions models adjusted.

Denominação	Modelo
Kozak	$\left(\frac{di}{dap}\right)^2 = \beta_0 + \beta_1\left(\frac{hi}{h}\right) + \beta_2\left(\frac{hi}{h}\right)^2 + \varepsilon_i$
NRef	$\frac{di}{dap} = \beta_0 + \beta_1\sqrt{\frac{hi}{h}} + \beta_2\sqrt[3]{\frac{hi}{h}} + \varepsilon_i$
Schneider I	$\left(\frac{di}{dap}\right)^2 = \beta_0 + \beta_1\left(\frac{hi}{h-1{,}3}\right) + \beta_2\left(\frac{hi}{h-1{,}3}\right)^2 + \varepsilon_i$
Schöepfer	$\frac{di}{dap} = \beta_0 + \beta_1\left(\frac{hi}{h}\right) + \beta_2\left(\frac{hi}{h}\right)^2 + \beta_3\left(\frac{hi}{h}\right)^3 + \beta_4\left(\frac{hi}{h}\right)^4 + \beta_5\left(\frac{hi}{h}\right)^5 + \varepsilon_i$
Schneider II	$\ln\left(\frac{di}{dap}\right) = \beta_0 + \beta_1\ln\left(\frac{h-hi}{h}\right) + \beta_2\ln^2\left(\frac{h-hi}{h}\right) + \varepsilon_i$

Sendo: di: diâmetro à uma posição i (cm); dap: diâmetro à 1,3 m (cm); hi: posição i ao logo do fuste (m); ht: altura total da árvore (m); β_0, β_1, β_2, β_3, β_4, β_5: parâmetros do modelo; ln: logaritmo neperiano; ε_i: erro de estimativa.

Os modelos foram ajustados pelo método dos mínimos quadrados ordinários. Posteriormente as equações originadas passaram por uma avaliação com base em estatísticas de ajuste e precisão, sendo elas, coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{ajustado}$), erro padrão da estimativa (S_{yx}) absoluto e relativo e análise gráfica de resíduos. Todas as análises estatísticas foram calculadas em função do diâmetro estimado (di). O modelo de Schneider IIpossui a variável dependente logaritmizada, com isso, suas estimativas sofrem discrepância logarítmica. Tal discrepância foi corrigida pelo fator de correção de Meyer (Equação 1).

$$FM = e^{(QM_{res} \cdot 0,5)} \qquad \text{(Eq.01)}$$

Sendo: FM: fator de correção de Meyer; e: número de Euler; QM_{res}:quadrado médio do resíduo.

3. Resultados e Discussão

Com a finalidade de assegurar a precisão das estimativas apresentadas pelas equações, os indivíduos devem atender alguns pressupostos, entre eles, devem estar entre o valor máximo e o mínimo da altura total e do diâmetro à altura do peito, dados presentes da tabela de estatísticas descritivas (Tabela 2). A finalidade desse pressuposto é não forçar a equação a fazer extrapolações, uma vez que não há dados que forneçam base para estimativas além do intervalo de máximas e mínimas das variáveis.

Tabela 5. Estatística descritiva do diâmetro à altura do peito (DAP) e da altura total (h).
Table 2. Descriptive statistics of diameter at breast height (DAP) and total height (h).

Variável	Mínimo	Média	Máximo	Desvio Padrão	CV (%)
DAP (cm)	9,8	19,4	33,1	7,1	36,4
h (m)	8,5	13,9	17,7	2,5	18,3

Observa-se a amplitude dos dados utilizados para o ajuste dos modelos, além disso, a situação do povoamento estudado. Téo et al. (2013) avaliando um povoamento de *Pinus elliottii*, aos 10 anos, na região de Caçador – SC, encontrou um diâmetro à altura do peito mínimo de 14,3 cm e máximo de 28,3 cm. Para altura total, o mesmo autor encontrou um mínimo de 11,8 m e um máximo de 17,5 m. Leite et al. (2006) demonstra em estudo, em condições de mesmo espaçamento, idade e região, a altura média de indivíduos de *P. taeda* fica em torno de 13 metros.

Os ajustes dos modelos anteriormente citados resultaram nos seguintes parâmetros (Tabela 3).

Tabela 6. Parâmetros das equações ajustadas e fator de correção de Meyer (FM) para a equação logaritmizada.
Table 3. Parameters of the fitted equations and Meyer correction factor (FM) for logarithmic equation.

Denominação	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	FM
Kozak	1,368395	-2,81645	1,506757	-	-	-	-
NRef	1,093422	-2,57181	1,620919	-	-	-	-
Schneider I	1,368859	-2,55664	1,240325	-	-	-	-
Schöepfer	1,235941	-3,31685	11,5327	-23,0663	19,81905	-6,11484	-

Denominação	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	FM
Schneider II	-0,01307	0,73483	0,011123	-	-	-	1,023099

Selecionar uma equação que gere informações de melhor qualidade, descrevendo o perfil do fuste das árvoresanalisadas de forma mais precisa ocasiona um impacto positivo em todo o planejamento florestal. Para isso, foram avaliados os critérios de ajuste e precisão pré-estabelecidos (Tabela 4). Esses critérios têmcomo objetivo avaliar o desempenho da equação quanto à sua aderência aos pontos observados e o erro presente na observação.

Tabela 7. Estatísticas de ajuste e precisão das equações ajustadas.
Table 4. Statistics of fit and accuracy of the adjusted equations.

Denominação	$R^2_{ajustado}$	S_{yx} (cm)	S_{yx} (%)
Kozak	0,966	1,60	10,32
NRef	0,972	1,46	9,42
Schneider I	0,967	1,59	10,30
Schöepfer	0,981	1,18	7,62
Schneider II	0,860	3,26	20,98

É visível um comportamento satisfatório de todas as equações ajustadas, tendo destaque para o modelo de Schöepfer, alcançando o maior ajuste, representado pelo coeficiente de determinação ajustado. Além disso, o mesmo modelo obteve o menor erro padrão da estimativa. Souza et al. (2008) avaliando funções de afilamento para a mesma espécie em indivíduos de 25 anos, obteve resultados semelhantes, sendo que o mesmo modelo de Schöepfer (Polinômio de 5º grau) se destacou nas estatísticas de ajuste e precisão, com valores próximos ao encontrado no presente trabalho.

A variação entre os demais modelos foi semelhante, leve inferioridade das estatísticas avaliadas quando comparados com o modelo de Schöepfer, exceto o modelo de Schneider II que obteve desempenho inferior, demonstrando que o modelo não tem a capacidade de descrever de forma precisa o perfil do fuste das árvores estudadas.

Yoshitani Junior et al. (2012) testando modelos para descrever o perfil do fuste de *P. taeda* de indivíduos com idade entre 11 e 23 anos, obteve resultados similares para o modelo de Kozak, encontrando um erro padrão da estimativa de 11,59%. Para o modelo de Schöepfer o mesmo autor encontrou um erro de 8,10%.

Sabe-se a importância dos critérios avaliados anteriormente, porém, segundo Draper e Smith (1981) a avaliação da tendência residual das estimativas (Figura 1) é fundamental para a seleção do melhor modelo.

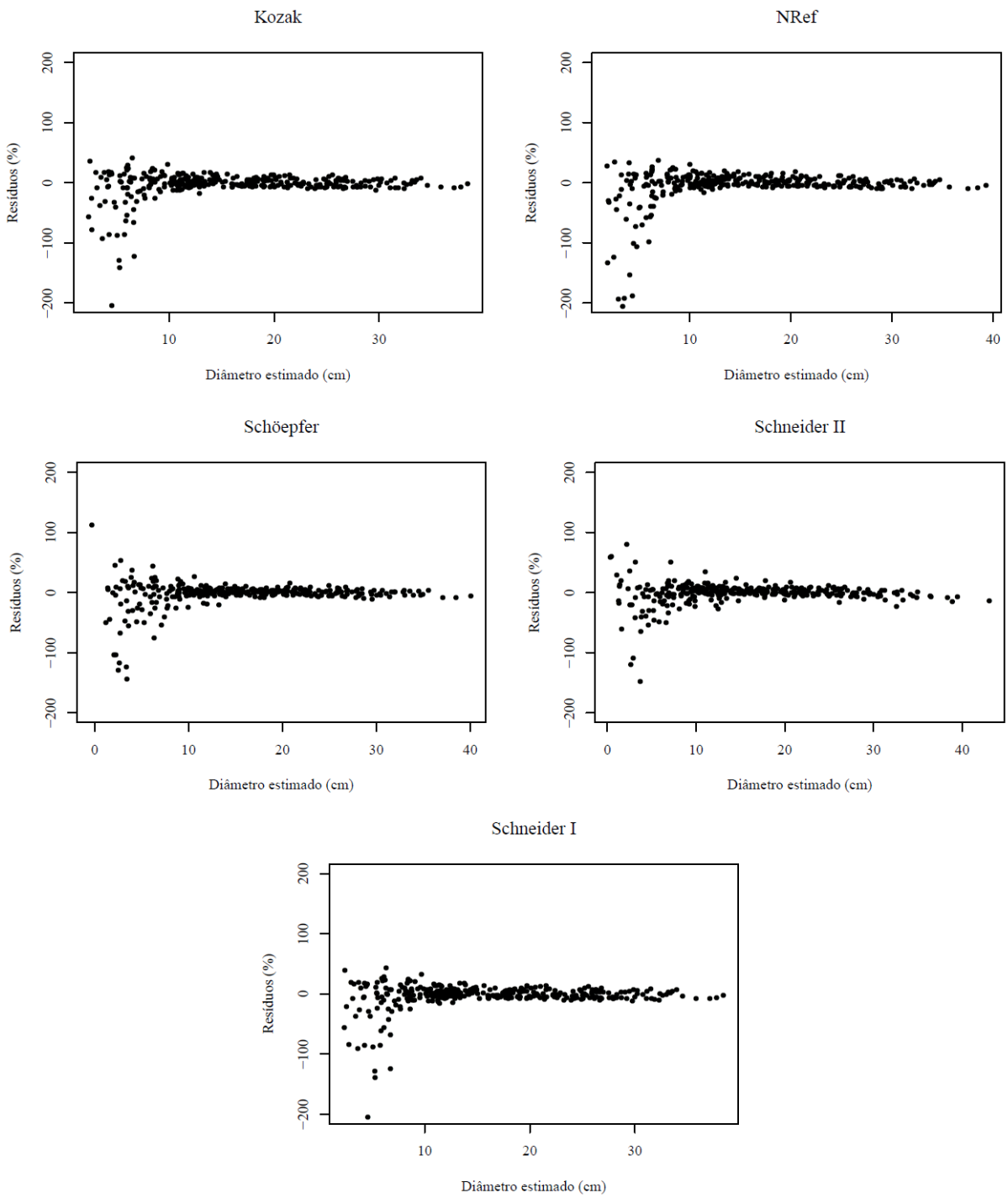


Figura 2. Gráfico de resíduos de estimativa das equações em função do diâmetro estimado (di).

Os gráficos representaram uma tendência geral de todos os modelos a gerar estimativas com maior erro nos pontos de diâmetro inferior a 10 cm. Para os modelos de Kozak, NRef e Schneider I a tendência nessa mesma porção do tronco foi gerar superestimativas. Para Schöepfer e Schneider II as superestimativas foram menores quando comparadas aos demais modelos. Tal comportamento não desclassifica as equações ajustadas, uma vez que a porção de maior valor econômico do fuste da espécie, acima de 10 cm, possui as estimativas mais precisas.

De maneira geral, o modelo de Schöepfer gerou a equação que pode representar o perfil do fuste de forma mais precisa. Uma vez que apresentou a melhor distribuição residual, e, os menores valores nos critérios de ajuste e precisão.

4. Conclusões

Diante do exposto, observa-se grande importância em testar diversos modelos, a partir dos testes, selecionar o modelo ideal para gerar representações do perfil do fuste dos indivíduos. Portanto, para a presente situação, em conformidade com o que foi discutido, a equação gerada a partir do modelo de Schöepfer apresenta estimativas mais precisas do perfil do fuste das árvores na presente situação.

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, 2013. p. 711-728.

DRAPER, N. R.; SMITH, H.**Applied regression analysis**. 2. ed. New York: J. Wiley. 1981.708-709.
R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and enviroment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. 2011.

SCAVINSKI, V.; FIGUEIREDO FILHO, A.; RETSLAFF, F. A. S.; DIAS, A. N.; RESTLAFF, F. M. S. Ajuste de funções de afilamento para *Pinus elliottii* para FLONA de Irati. In: Congresso florestal paranaense, 4., 2012, Curitiba. **Anais do...** Curitiba, 2012. 1 CD-ROM.

SOUZA, C. A. M. **Avaliação de modelos de taper não segmentados e segmentados na estimação de altura e volume comercial de fustes de *Eucalyptus* sp**.94 f Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Federal do Espírito Santo, 2007.

SOUZA, C. A. M.; CHASSOT, T.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R.; FLEIG, F. D. Modelos de afilamento para o sortimento do fuste de *Pinus taeda* L. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9,2008. p. 2508-2511.

TÉO, S. J.; MARCON, A.; EHLERS, T.; BIANCHI, J. C.; PELOSO, A.; NAVA, P.R.; COSTA, R. H.Modelos de afilamento para *Pinus elliottii* em diferentes idades na região de Caçador, SC. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 3,2013.

Caracterização morfométrica de árvores de crescimento livre por meio de técnicas de desenho digital

Morphometric characterization of open-grown trees by technical of digital design

Jean Pierre Cavalli[1]
César Augusto Guimarães Finger[2]
Walmir Marques de Menezes[3]
Gabriel Paes Marangon[4]

[1]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, RS, Brasil
jeancavalli@gmail.com

[2]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, RS, Brasil
cesarfinger.ufsm@gmail.com

[3]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, RS, Brasil
gabrimarango@yahoo.com.br

[4]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, RS, Brasil
walmirmarques@gmail.com

Resumo. Esta pesquisa teve como objetivo caracterizar a morfometria de árvores isoladas de *Cedrela fissilis*Vell. e avaliar a eficiência do método de mensuração de árvores isoladas a partir de técnicas de desenho digital e da utilização de softwares do tipo CAD (*Computer Aided Design*).A partir da seleção de 30 árvores isoladas, distribuídas emdistintas classes diamétricase em diferentes condições de sítio, nas quais foram medidas as variáveis altura total (h) e diâmetro à altura do peito (dap), e ainda, tomadasduas fotografias individuais. As imagens foram então digitalizadas e tiveram as variáveis h, dap, diâmetro de copa (dc) e comprimento de copa (cc) medidas comsoftware do tipo CAD.A análise dos índices morfométricos apresentarammenores valores da relação h/d nos maiores indivíduos, índice de saliência (IS) caracterizando copas 21 vezes maiores que a dimensão do dap, porcentagem de copa (PC) correlacionado positivamente com o dap, com valor médio em torno de 71%, e ainda, formal de copa (FC) indicando uma simetria no crescimento das copas, nas distintas fases de crescimento. A metodologia utilizando técnicas de desenho digital e um software CAD apresentou resultados consistentes e estimativas confiáveis das variáveis h e dap, comprovando a praticidade e eficiência da técnica. Os valores mensurados a campo e no software CAD foram comparados pelos testes de média de Tukey, que não apontou diferença significativa para um erro de 5%, pela análise da correlação de Pearson, que indicou correlações superiores a 0,99 ($p<.0001$) e 0,96 ($p<.0001$), para o dap e h, respectivamente, e ainda pela análise de regressão. Os resultados demostraram o padrão de crescimento da espécie e a consistência da metodologia utilizada, porém, sugere-se uma amostragem mais expressiva para a caracterização morfométrica da espécie, e com espécies distintas para confirmar a eficiência e aplicabilidade do método.
Palavras-chave: Software CAD. *Cedrela fissilis*. Árvores isoladas.

Abstract. This research aimed to characterize the morphology of *Cedrela fissilis* Vell. isolated trees and evaluate the efficiency of the measurement method of isolated trees from digital design techniques and the use of CAD softwares (Computer Aided Design). From selection of 30 isolated trees, distributed in different diameter classes and site conditions, in which the variables total height (h) and diameter at breast height (dbh) were measured, and also taken two individualground-based photographs. The images were then digitized and had the variables h, dbh, crown diameter (cd) and crown length (cl) measured using the CAD software. The analysis of morphometric indices showed lower values of h/din the large trees, crown ratio(CR) characterizing crown 21 times larger than the size of the dbh, crown depth (CD) linearly correlated with dbh, with average value around 71%, and still, crown width/length ratio (WL) indicating a symmetry in the growth of the crown in different stages of growth. The methodology used digital design techniques and CAD software showed consistent results and reliable estimates of the variables h and dbh, proving the practicality and efficiency of

the technical. The values measured in the field and in the CAD software were compared by Tukey average test, which showed no significant difference for a 5% error, by examining Pearson correlations, which indicated correlations greater than 0.99 (p <.0001) and 0.96 (p <.0001), for dbh and h, respectively, and also by regression analysis. The results showed the specie growth pattern and the consistency of methodology, however, it suggested a more significant sampling to specie morphometric characterization, and different species to confirm the efficiency and applicability of the method.
Key words: CAD software. *Cedrela fissilis*. Isolated trees.

1. Introdução

O planejamento das atividadesde manejo direcionadas às florestas naturais baseia-se eminformações relacionadas à ecologia das espécies que compõem a comunidade vegetal.Nestas condições, onde a floresta constitui-se de uma grande variedade de espécies, de diferentes idades, as dimensões individuais norteiam as intervenções silviculturais, sendo extremamente importante o conhecimento a respeito da relação morfométrica das espécies de interesse.

Neste contexto, as avalições do índice morfométricos podem gerar informações relevantes, considerando que os mesmos têm grande aplicação em avaliações de povoamentos, onde as condições particulares dos indivíduos fornecem informações importantes a respeito da estabilidade e desenvolvimento da floresta (Durlo et al., 2004).

Entre os índices morfométricos destaca-se a relação h/d, que pode representar o status social de uma árvore dentro do povoamento, expresso pelo relacionamento da mesma com as árvores vizinhas(Schnitzler e Closset, 2003), sendo ainda uma variável altamente significativa em modelos de crescimento, vindo a auxiliar na orientação do manejo florestal (Condés e Sterba, 2005; Hein et al., 2007; Vospernik et al., 2010).

Já o índice peso de copa (PC; %), pode ser utilizado em modelos como preditor do incremento em diâmetro, incremento em altura e mortalidade (Hasenauer, 1994; Monserud e Sterba, 1996; Durlo, 2001; Brown et al., 2004; Vospernik et al., 2010). O índice de saliência (IS), determinado a partir de árvores isoladas, tem sido considerado na definição do espaço vital e do nível de aproveitamento individual, apresentando grande importância na orientação dos desbastes, determinação de espaçamentos iniciais e grau de estoqueamento para cada espécie, assim como, na modelagem do incremento do fuste (Brown et al., 2004; Hemery et al., 2005).

Outro índice de significativa importância refere-se ao formal de copa (FC), que representa a profundidade da copa relacionada ao espaço ocupado pela mesma e apresenta grande correlação com o crescimento periódico em área basal (Cunha, 2009).

Dentro do ambiente florestal as dimensões das áreas da copa e fuste apresentam estreita relação, o que torna possível o direcionamento do desenvolvimento do fuste por meio do manejo da copa, que tem suas variações, tanto dentro como entre espécies, tropicais e temperadas, associadas às diferentes condições de sítio, clima e espaço disponível (Oliver e Larson, 1996; Suzuki, 2002; Hemery et al., 2005)

O espaço disponível para o crescimento pode ser facilmente modificado por ações de manejo, porém, para isso, os gestores florestais devem conhecer a dinâmica de crescimento espécie-específica, principalmente relacionada à copa. Segundo Hallé et al., (1978),em condições ideais de espaço, a copa das árvores tem seu desenvolvimento, extensões e formas descritas principalmente pelos padrões de crescimento baseados no carácter ontogenético das plantas (Hallé et al., 1978).

Condições ideais de crescimento, referentes ao espaço disponível, são observadas em árvores isoladas. Logo, informações espécie-específicas podem ser obtidas a partir destes indivíduos, os quais tendem a representar a dimensão máxima empírica das espécies e podem

servir de parâmetro no desenvolvimento de guias de manejo e na modelagem da competição do dossel (Durlo et al., 2004; Hasenauer, 1997).

Árvores de crescimento livre com potencial dendrocronológico caracterizado por anéis de crescimento anuais, como a espécie *Cedrela fissilis* Vel, também podem ter suas variáveis de copa diretamente relacionadas as taxas de incremento do fuste (Cunha et al., 2012), com as dimensões de copa, galhos, folhas, assim como, raízes, sendo utilizadas na predição do crescimento, principalmente devido à relação das mesmas com os processos de evapotranspiração efotossíntese (Iwasaki-Marochi, 2007; Pretzsch, 2009).

A comprovada importância das informações obtidas a partir de árvores de crescimento livres justifica a análise destes indivíduos e impulsiona o desenvolvimento de novas metodologias e ferramentas de avaliação. Portanto, com essa perspectiva, esta pesquisa buscou avaliar a relação existente entre a copa e o fuste de árvores de crescimento livre da espécie *Cedrela fissilis*, por meio de técnicas de desenho digital e com a utilização de softwares do tipo CAD (*Computer Aided Design*).

2. Material e Métodos

2.1. Variáveis Morfométricas

Na caracterização das amostrasforam georeferenciadas e fotografadas 30 árvores isoladas de *Cedrela fissilis*, em duas perspectivas distintas 90º uma da outra, sendo uma imagem com orientação Leste-Oeste (LO) e outra com orientação Norte-Sul (NS). A obtenção das variáveis diâmetro de copa (dc),diâmetro da copa nas alturas relativas (dc_h), comprimento de copa (l), altura total (h) e diâmetro à altura do peito (dap) foi desenvolvida em duas etapas, sendo que a primeira referiu-se à tomada das fotografias, enquanto a segunda se constituiuna avaliação e mensuração das imagens.

Para a tomada das fotos foi utilizada umamáquina digital Kodak *Easy Share*, Z8612 IS, 8.1 MP, acoplada a um tripé, este tendo sua altura e distância, em relação ao objeto, definidas pelas condições do terreno, presença ou não de obstáculos e pelas dimensões das árvores. As diferentes escalas das fotografias, resultado da variaçãona distância de tomada, foram padronizadas com a utilização de uma régua de dimensões conhecidas (Figura 1).O método de correção aplicado baseou-se no princípio utilizado no Tele Relascópio de Bitterlich (BITTERLICH, 1984), tendo sido a régua fixada no fuste de cada árvore, a altura do DAP, em posição horizontal.

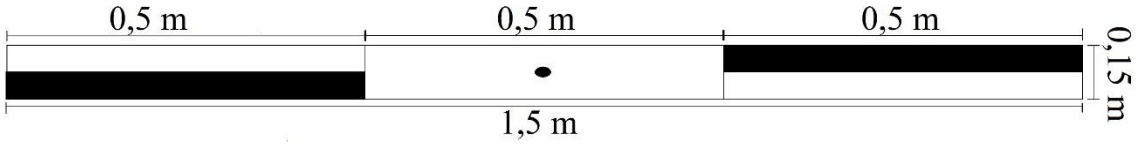


Figura 1. Régua com dimensões de 0,15 x 1,5 m, utilizada como escala das imagens digitalizadas.

Assim como as variações observadas nas distâncias entre objetiva e objeto, foram comuns as alterações no ângulo de inclinação da lente objetiva em cada tomada, que para cada situação foram mensurados com a utilização de um hipsômetro Suntto PM. O efeito ocasionado pela inclinação da obtiva materializou-se como distorções nas imagens, as quais foram minimizadas com um fator de correção definido por equações construídas em ensaios laboratoriais, conforme metodologia proposta por Durlo et al. (2004).

As fotografias foram digitalizadas e mensuradas com um software do tipo CAD,para a obtenção das variáveis:diâmetro de copa (dc), comprimento de copa (cc), altura total (h) e diâmetro à altura do peito (dap) (Figura 2).

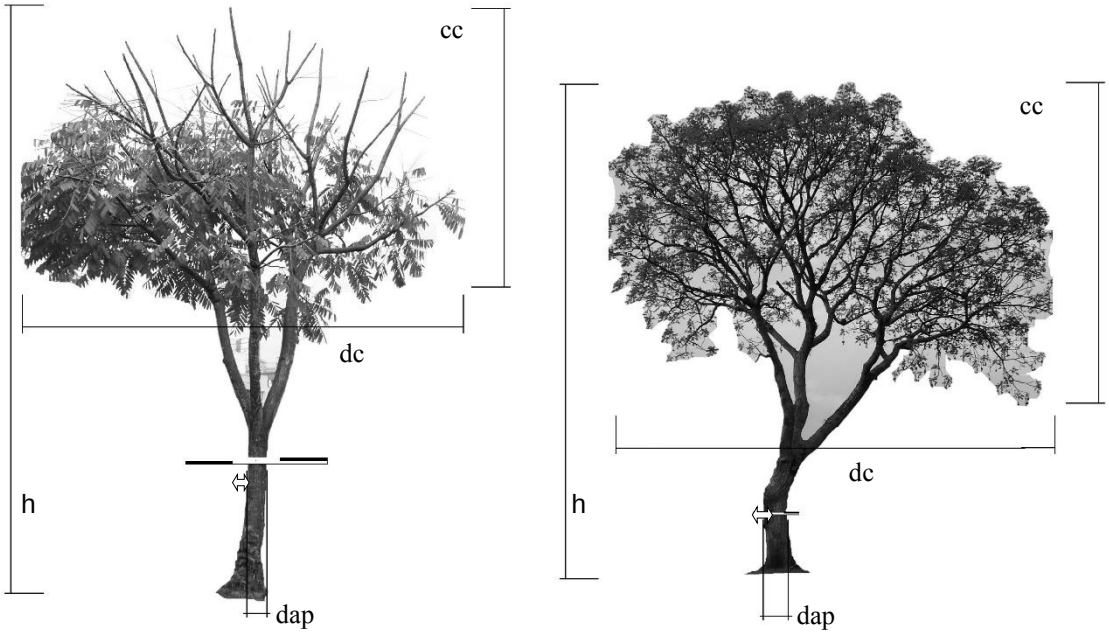


Figura 2. Variáveis diâmetro de copa (dc), altura total (h), diâmetro à altura do peito (dap) e comprimento de copa (cc), mensuradas com software do tipo CAD a partir de imagens digitalizadas.

Para a obtenção das variáveis h e dap, na condição de campo, foram utilizados um hipsômetro VERTEX III e uma suta dendrométrica graduada, respectivamente.

2.2. Índices morfométricos

A descrição e caracterização morfométrica das árvores foi realizada pela avaliação dos índices morfométricos, os quais descrevem as relações interdimensionais dosindivíduos, considerando copa e fuste. Estes índices, definidos como relação h/d, porcentagem de copa (PC%), índice de saliência (IS) e formal de copa (FC), têm suas respectivas fórmulas de obtenção apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Equações e descrição dos índices morfométricos avaliados.
Table 1. Equations and description of the evaluated morphometrics index.

Índice	Descrição	Equação
h/d	Relação entre h e dap	h/d = h/dap
PC (%)	Relação entre h e cc	PC (%) = h/cc
IS	Relação entre dap e dc	IS = dap/dc
FC	Relação entre dc e cc	FC = dc/cc

Sendo: h/d = relação hipsométrica; PC (%) = porcentagem de copa; IS = índice de saliência; FC = formal de copa; h = altura total; DAP = diâmetro à altura do peito; l = comprimento de copa; DC = diâmetro de copa.

2.3. Avaliação das técnicas de desenho digital na caracterização morfométrica

Para a análise do método utilizado na descrição morfométrica foram pareados valores de h e dap, mensurados a campo e no software CAD, e realizado o teste de correlação de Pearson (r) e a análise de regressão, com a eficiência estatística definida pelos coeficientes de variação (%) e de determinação (r^2), naquantificaçãoda precisão dos resultados. Também foi realizado o teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade de erro na avaliação dos dados.

3. Resultados e Discussão

3.1 Índices morfométricos

Na Figura 3a observa-se que a variável h/d apresentou somente valores menores que 1, indicando que o valor adimensional da variável dap é sempre maior que o valor de h, concordando com o verificado por Weber (2007) em árvores isoladas de *Mimosa scabrella* Benth.

Menores valores de relação h/d representam maior estabilidade dos indivíduos, que gradativamente se tornam mais robustos, tendo esta propriedade maior expressão nas árvores pertencentes às maiores classes diamétricas (Durlo, 2001; Vospernik et al., 2010).

A magnitude de h/d pode ser relacionada a valores observados em árvores dominantes de *Arauccaria angustifolia*, que em florestas naturais variaram entre 0,2 e 0,87 (Chassot, 2009).

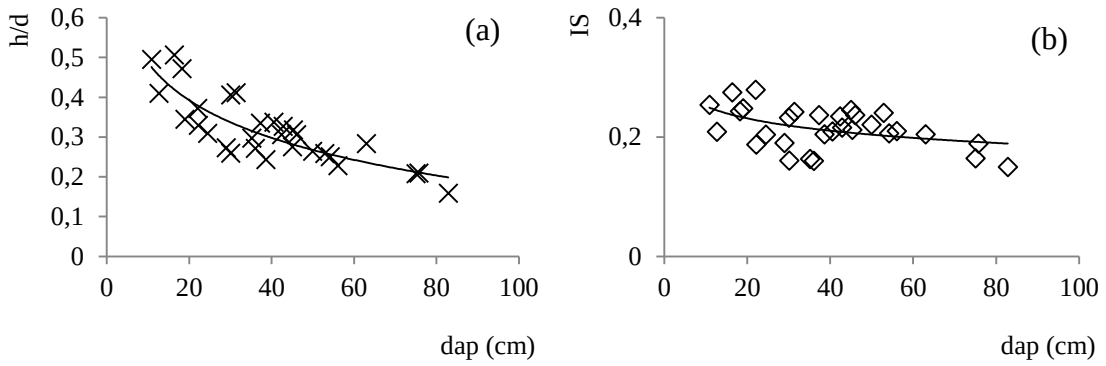


Figura 3. (a) Distribuição da relação h/d em função do dap; (b) distribuição do índice de saliência (IS) em função do dap.

Na avaliação gráfica do IS (Figura 3b) verifica-se um padrão quase constantes para o IS, indicando que as árvores com desenvolvimento livre tendem a apresentar um sincronismo no desenvolvimento, conforme também observado por Hallé et al. (1978). Com a função apresentando uma leve tendência decrescente com a evolução do dap, constata-se a gradativa desaceleração das taxas de incremento na variável dc em relação às taxas observadas no fuste, tendo sido observado mesmo padrão de crescimento espécies como *Cabrale canjerana* (Well.) Mart., *Bertholletia excelsa, Carapa guianensis, Tabebuia avellanedae, Hymenaea* (Durlo, 2001; Tonini e Arco-Verde, 2005).A análise do IS indica que em média as árvores avaliadas apresentaram dc com dimensão correspondente a 21 vezes o dap, resultado semelhante ao observado em *Cedrela fissilis, Cordia trichotoma* e *Cabralea canjerana*,avaliadas em ambiente de floresta por Mattos, (2007), o que evidencia a importância do padrão espécie-específico de crescimento. Em florestas plantadas não manejadas de *Flindersia brayleyana* F. Muell, na Austrália, os valores encontrados para IS indicaram copas com diâmetro de 12 vezes o diâmetro do fuste (Brown et al., 2004).

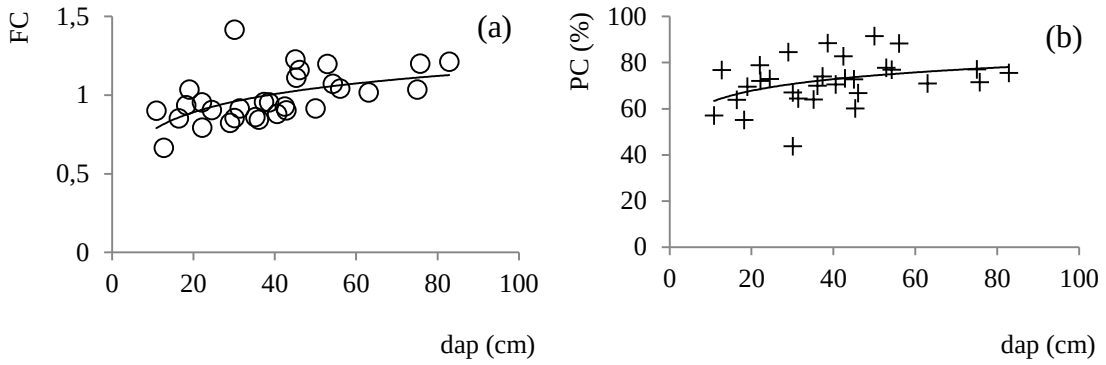


Figura 4. (a) Distribuição do índice formal de copa (FC) em função do dap; (b) distribuição do índice porcentagem de copa (PC) em função do dap.

O padrão observado para a variável FC (Figura 4a) descreve uma distribuição com valores próximos a 1, o que representa copas com diâmetro e comprimento equivalentes em todas as fases de crescimento. Tal comportamento está relacionado a características genéticas da espécie e ao fato das árvores terem crescido com total disponibilidade de luz, sendo que, segundo Mäkela e Sievänem (1992), em árvores de crescimento livre o nível de sombreamento sobre os galhos tende a ser não significativo para o desenvolvimento da copa.

Os resultados de dispersão da porcentagem da copa (PC%) pelo DAP apontam um a maior parte dos indivíduos com PC superior a 50%, demonstrando a capacidade de manutenção da copa e contrastando com dados observados por Matos (2007), que em árvores de *Cedrela fissilis* avaliadas em ambiente de floresta, na região central do Rio Grande do Sul, observou valor médio para PC (%) de 49,47.Em árvores isoladas espera-se maiores valores para PC (%), tendo sido encontrado valores em torno 0,84 – 0,91, em árvore de crescimento livre na Áustria (Stampfer, 1995). Em árvores dominantes de *Ocotea odorífera* (Vell.) Rohwer, foram encontrados valores máximo de 69,23% médio de 58,00% e mínimo de 38,46% (Orellana e Koehler, 2008)

3.2. Técnicas de desenho digital da descrição morfométrica

A metodologia de análise morfométrica desenvolvida com a utilização do software CAD e técnicas de desenho digital apresentou significativa eficiência e precisão, comprovadas pelos valores de correlação de Pearson obtidos entre as variáveis dap e h, observadas a campo e obtidas a partir das imagens digitalizadas (Tabela 2).

Tabela 2. Correlação de Pearson (r) entre a variável dap e h, observadas à campo (dap_{obs}; h_{obs}) e nas imagens digitalizadas (dap_{CAD}; h_{CAD}).
Table 2. Pearson correlation (r) between dbh and h, analized on field ((dbh_f; h_f) and on digitalized images (dbh_{CAD}; h_{CAD}).

Parâmetros/Variáveis	dap_{CAD}(cm)	dap_{obs}(cm)	h_{CAD}(m)	h_{obs}(m)
Min.	12,6	14,3	6,4	5,2
Máx.	69,4	63,0	16,8	17,9
Med.	41,5	41,3	11,6	12,0
Desv.Pad	13,8	12,4	2,9	3,1
Pearson (r)	0,9917	0,9917	0,9660	0,9660
P>[r]	>.0001	>.0001	>.0001	>.0001

Sendo: dap, h_{CAD} = valoresde dap e h medidos no software CAD; dap, h_{obs} = valoresde dap e h medidos a campo, com suta e vertex, respectivamente.

A análise descritiva dos dados demonstrou que os valores médios, mínimos e máximos das variáveis obtidas no software CAD (h_{CAD}, dap_{CAD}) são significativamente correlacionados aos valores medidos a campo, com coeficiente de Pearson apresentando valor de 0,99 para a variável dap.Na análise de regressão a eficiência estatística dos valores estimados (dap_{obs}; h_{obs}) em função das variáveis independentes (dap_{CAD}; h_{CAD}) apresentaram precisão estatística significativa, descrita pelo coeficiente de determinação (r^2) de 0,98 e 0,93, e pelo erro padrão da estimativa (S_{yx}) de 1,65 e 0,82, para o dap e h, respectivamente.

Os resultados do teste de média de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, comprovou a eficiência da análise morfométrica por meio do software CAD, não tendo as médias apresentado diferenças significativas quando relacionados os valores medidos a campo e os mensurados nas imagens. Os erros observados entre os valores medidos e observado ficaram em torno de 5 a 7%, com precisão semelhante à obtida em softwares de análise de copas em ambiente urbano (Patterson et al., 2011).

4. Conclusões

Os resultados comprovaram a tendência natural de crescimento das árvores, que sem competição tornam-se gradativamente mais estáveis, com copas mais profundas (maior PC) e de maiores diâmetros. A relação h/d indicou que o padrão de crescimento da espécie caracteriza-se por expressivo crescimento em altura nas fases iniciais, característico de espécies pioneiras, o que indica menor necessidade de espaço de crescimento até a expansão lateral da copa tornar-se evidente.O IS apontou os valores da relação entre o dap e o diâmetro da copa, indicando que para o manejo da espécie, todas as classes de diâmetro tende a apresentar uma máxima dimensão de copa igual a 21 vezes a magnitude do seu dap.

Os valores de FC deixaram explícita a característica de desenvolvimento equilibrado das copas, com taxas de alongamento vertical e lateral equivalentes, resultando em formas globosas.Na avaliação do método de análise morfométricas por meio de imagens digitais, utilizada como uma ferramenta substituta às medições realizadas a campo, comprovou-se a eficiência e praticidade das técnicas aplicadas, tendo sido obtidos resultados com precisão significativa e valores dimensionais de dap e h com erro médio inferior a 5 e 7%, respectivamente.

Referências

BROWN, P.L.; DOLEYA, D. ; KEENANA, R.J. Stem and crown dimensions as predictors of thinning responses in a crowded tropical rainforest plantation of Flindersia brayleyana F. Muell. **Forest Ecology and Management**, v.196, p.379-392, 2004.

CHASSOT, T. **Modelos de crescimento em diâmetro de árvoresindividuais de** *Araucaria angustifólia* (Bertol.) Kuntze **na floresta ombrófila mista.** 49 p. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, 2009.

CONDÉS, S.; STERBA, H. Derivation of compatible crown width equations for some important tree species of Spain. **Forest Ecology and Management**, v.217, p.203-218, 2005.

CUNHA, T.A. **Modelagem do incremento de árvores individuais de *Cedrela odorata* L. na Floresta Amazônica**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

CUNHA, T.A.; CAVALLI, J.P.; FINGER, C.A. Relação entre alongamento anual da copa e o incremento diamétrico de árvores singulares de *Cedrela fissilis* (Vell). **Ciência Florestal**, Santa Maria, 2012.

DURLO, M.A.; SUTILI, F.J.; DENARDI, L. Modelagem da copa de *Cedrela fisilis*(Vell.)**Ciência Florestal**, v.14, p.79-89, 2004.

DURLO, M. A. Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. **Ciência Florestal,** v.11, n 1, p.141- 149, 2001.

HALLE F, OLDEMAN RAA, TOMLINSON PB. **Tropical trees and forests an architectural analysis**. Springer New, York .1978. 441p.

HEIN, S. et al. Modelling branch characteristics of Norway spruce from wide spacings in Germany. **Forest Ecology and Management**, v.242, 155-164 p. 2007.

HASENAUER, H. Einzelbaumwachtumssimulator für ungleichaltrige Fichten- Kiefern- und Buchen-Fichtenmischbestände. **Fostliche Schriftenreihe Universität für Bodenkultur**, Wiena. Band 8, 152 p. 1994

HEMERY, G.E.; SAVILL, P.S.; PRYOR, S.N. Applications of the crown diameter-stem diameter relationship for different species of broadleaved trees. **Forest Ecology and Management**, v.215, 2005. p.285-294.

IWASAKI-MAROCHI, C. **Anéis anuais de crescimento do cedro (***Cedrela fissilis* - Meliaceae**) aplicados à avaliação da taxa de crescimento e dendroclimatologia.** Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MÄKELA, A.; SIEVÄNEN, R. Height Growth Strategies in Open-grown Trees. **J. theor Biol**. v.159, p.443-467. 1992.

MATTOS, R.B. **Produtividade e incremento de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Cedrela fissilis* (Vell.) e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., em floresta nativa no rio grande do sul.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

MONSERUD, R.A.; STERBA, H. A basal area increment model for individual trees growing in even- and uneven-aged forest stands in Austria. **Forest Ecology and Management**, v.80, 57-80 p. 1996.

OLIVER, C.D.; LARSON, B.C. **Forest Stands Dynamics**, USA, 1996. 509p.

ORELLANA, E.; KOEHLER, A.B. Relações morfométricas de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 229-237. 2008

PATTERSON, M.F.; WISEMAN, P.E.; WINN, M.F.; LEE, S.; ARAMAN, P.A. Effects of Photographic Distance on Tree Crown Attributes Calculated Using UrbanCrowns Image Analysis Software. **Arboriculture e Urban Forestry,** v.37, p.173-179, 2011.

PRETZSCH, H.**Forest Dynamics, Growth and Yields**, 684 p. 2009.

SCHNITZLER, A.; CLOSSET, D. Forest dynamics in unexploited birch (*Betula pendula*) stands in the Vosges (France): structure, architecture and light patterns. **Forest Ecology and Management**, v.183, 205-220 p. 2003.

STAMPFER, E. **Solitar dimensionen osterreichischer Baumarten**. Diplomarbeit. Universitat fur Bodenkultur, Wien. 1995. 102p.

SUZUKI, A. Influence of shoot architectural position on shoot growth and branching patterns in *Cleyera japónica*. **Tree Physiology**, v.22. 885-890 p. Heron Publishing. Victoria, Canada. 2002.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F. **Morfologia da copa para avaliar o espaço vital de quatro espécies nativas da Amazônia.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 40, n.7, p. 633-638, 2005.

VOSPERNIKA, S.; MONSERUDB, R.A.; STERBA, H. Do individual-tree growth models correctly represent height:diameter ratios of Norway spruce and Scots pine? **Forest Ecology and Management**, v.260, 1735-1753 p. 2010.

WEBER, K.S. **Manejo da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) baseado no crescimento diamétrico de árvores individuais**. Dissertação de Mestrado, Universidade

Efeito da precipitação no incremento corrente mensal em plantas de Cumarú (*Dipteryx odorata* (AUBL.) Willd.) em plantio na região de Santarém-PA.

Rainfall effect on monthly increment in *Dipteryx odorata* (AUBL.) Willd.) in Santarém, PA region planting.

Aldeize da Silva Santos[1]
Edgard Siza Tribuzy[2]
Cristina Aledi Felsemburgh[2]

[1] Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Av.Roraima n/1000, prédio 44 B, Camobi, CEP. 97105900, Santa Maria – RS, e-mail: aldeizesantos@yahoo.com.br

[2] Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA. Universidade Federal do Oeste do Pará, Vera Paz, s/n., Salé , Santarém, PA – Brasil, e-mail: estibuzy@gmail.com, crisalefel@gmail.com

Resumo: Pertencente à família Fabaceae, *Dipteryx odorata* (Aubl. Willd.), nativa da Amazônia é conhecida popularmente como cumarú. Produz, a partir da semente, o óleo cumarina. Sua madeira é utilizada para construção pesada com importância econômica para as indústrias de construção civil, naval e de cosméticos. O objetivo do trabalho foi determinar o efeito da precipitação na taxa de incremento corrente mensal em plantas de cumarú em plantio na região de Santarém no oeste do Pará. O trabalho foi desenvolvido em um plantio experimental de cumarú na fazenda Curauá, localizada na Curuá-Uma km 21. Para coleta dos dados, foram instaladas bandas dendrométricas de aço inoxidável, confeccionadas manualmente em trinta indivíduos de cumarú, que apresentavam fustes cilíndricos com ausência ou pouca irregularidade. As bandas foram instaladas a 130 cm a partir do solo. Determinou-se: crescimento e incremento do caule em área no período de sete meses com coletas de dados mensais, e correlacionou-se a taxa de crescimento diamétrico com o período estudado, correlacionando-o com os dados meteorológicos obtidos do Instituto nacional de meteorologia. Houve alta correlação entre a taxa de crescimento em função do tempo, R^2=0.99. Tanto o incremento quanto o índice de precipitação foram menores no mês de junho, apresentando a mesma tendência. A variabilidade no regime de hídrico acarretou alterações nas taxas de crescimento e incremento em diâmetro de *Dipterix odorata*, pois a precipitação é a principal fonte de água para os indivíduos arbóreos.
Palavras-chave: sazonalidade, dendrometria, morfologia, variáveis climáticas.

Abstract. Belongs to the Fabaceae family, *Dipteryx odorata* (Aubl. Willd.), Amazon native is popularly known as Cumarú. Produces from the seed the coumarin oil, its wood is used for heavy construction, and economic importance to the construction industry, marine and cosmetics. The objective was to determine the effect of rainfall in the monthly increment rate in Cumaru plants in planting in Santarém region in western Pará. The study was conducted in an experimental planting in Curauá farm, located in Curuá A-km 21. For data collection, dendrometric steel bands manually made were installed on thirty individuals Cumaru, which had cylindrical shafts with absence or little irregularity. The bands were set 130 cm from the ground. It was determined: growth and increase in the stem area in the seven months period with monthly data collection, and correlated with growth rate diametric to the period assessed by correlating - with meteorological data from the National Weather Institute. There was a high correlation between the growth rate versus time, R^2 = 0.99. Both the increment and precipitation index were lower in June, with the same trend. The variability in the water system caused changes in growth rates and increase in diameter *Dipterix odorata* because rainfall is the main source of water to individual trees.
Key words: seasonality, dendrometry, morphology, climate variable.

1. Introdução

As florestas tropicais úmidas distribuem-se em uma faixa do globo terrestre situadas principalmente nas regiões equatoriais. Caracterizam-se pela sua estrutura que excede 30 m, sendo conhecidas mundialmente por abrigar significativa diversidade de espécies. Na

América do Sul, a Amazônia ocupa uma área de, aproximadamente, 6,0 x 10^6 km^2, sendo que 89% encontra-se em território brasileiro (FELSEMBURGH, 2009). Na Amazônia, os tipos de formação florestal encontrados são: floresta de terra-firme; floresta de várzea; campos de terra-firme; campina; vegetação serrana e vegetação de restinga (BRAGA, 1979).

Aproximadamente 36% da floresta densa de terra firme da bacia Amazônica encontra-se em locais onde a precipitação nos meses mais secos é inferior a 1,5 $mm.d^{-1}$ (VIEIRA, 2003). Nas regiões de cultivo agrícola, uma das maiores limitações climáticas para as culturas é a seca sazonal que influencia negativamente o crescimento e acúmulo de reservas.

O extrativismo de espécies produtoras de óleos essenciais e madeira de espécies como cumarú (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.), aparecem auxiliando a renda de pequenos produtores rurais e favorecendo, até mesmo, empresários do setor madeireiro, aquecendo a economia local. Esta espécie é uma árvore de grande porte, nativa da floresta primária de terra firme. Sua madeira é bastante pesada, de boa resistência mecânica, indicada para construção pesada (UCHIDA, 2000).

As sementes produzem um óleo, a cumarina, utilizada para substituir a baunilha para fabricação de chocolates, bebidas, fumos e perfumes e é utilizada ainda para fins medicinais. Atualmente seu principal uso é na fabricação de venenos de ratos, causando falha no sistema de coagulação do sangue. Sua madeira é bastante pesada, resistente e forte, indicada para construção pesada (ISMAEL, 2009).

No entanto, a eficiência produtiva de cultivo destas espécies depende das interações entre condições edafo-climáticas e os processos fisiológicos, que determinam o crescimento e a produtividade dos indivíduos em uma dada região. Por essa razão, o conhecimento sobre crescimento e efeitos da sazonalidade sobre essas plantas, podem refletir sobre a produtividade e as atividades de extração dos produtos florestais madeireiros e não madeireiros direcionados à Amazônia, sendo, portanto, de relevante importância para os interesses econômicos da região, e dessa forma, contribuir para a valorização, conservação e uso racional de sua riqueza, além de gerar informações científicas que auxiliem na elaboração de estratégias de manejo para as espécies, assegurando a continuidade da extração de seus produtos causando o menor impacto possível no ambiente.

O objetivo do trabalho foi determinar o efeito da precipitação na taxa de incremento corrente mensal em plantas de cumarú (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.) em plantio na região de Santarém no Oeste do Pará.

2. Metodologia de Trabalho

O trabalho foi desenvolvido na fazenda Curauá (54º37’09,52”W e 02º34’23,43”S), localizada na rodovia Curuá-Una, ramal do Jacamim situada 21 km ao sul da cidade de Santarém, PA. O solo mais bem representado é o Latossolo Amarelo Álico, argiloso, que ocupa a superfície dos platôs (CHAUVEL,1982; FERRAZ, 1998).

O período seco pode ser caracterizado por épocas onde a precipitação mensal seja próxima de 100 $mm.mês^{-1}$. A precipitação média anual em Santarém entre os anos de 1967 a 1990 foi de 1909 mm. A temperatura média anual é de 25 ^{0}C. A temperatura do ar acima do dossel florestal varia pouco ao longo do ano, com temperatura máxima diária entre 24 e 32 ^{0}C e mínima diária entre 20 e 25 ^{0}C. No período seco, a temperatura é, em média, 1 a 3 ^{0}C mais quente, quando comparada ao período úmido (FELSEMBURGH, 2009). A umidade relativa média é de 85% (PARROTA, 1995).

Selecionou-se 20 indivíduos de um plantio que dispunha de um total de 40, evitando aquelas que estavam nas bordas do plantio. Em cada indivíduo arbóreo, instalou-se bandas dendrométricas de aço inoxidável confeccionadas manualmente (KEELAND et. al., 1993). Estas medem a expansão do crescimento do tronco por meio do deslocamento provocado

por uma mola que se desloca à medida que ocorre o crescimento do fuste. As bandas foram instaladas de 130 centímetros a partir do solo. E quando os indivíduos apresentavam irregularidades, as bandas foram postas o mais próximo possível da altura pré-determinada.

Na determinação das medidas diamétrica por um período de sete meses, foi utilizado um paquímetro digital com precisão de centésimo de milímetro. As medidas foram realizadas mensalmente após um período inicial de ajuste das bandas nos caules. Os valores de diâmetros obtidos em mm foram transformados para cm^2, dividindo-se cada valor por 100. E a partir disso determinado a área em cm^2 dos diâmetros dos indivíduos pelas equações matemática 1, 2 e 3:

$$A = \pi r^2 \qquad \text{(Equação 1)}$$

$$A = \mathrm{d}/2 \qquad \text{(Equação 2)}$$

Substituindo-se 2 em 1:

$$A = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \qquad \text{(Equação 3)}$$

Dados meteorológicos diários de temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa do ar e precipitação, foram obtidos do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2013), da estação meteorológica situada em Belterra, PA com Latitude -2,63^0, longitude, -54,95^0, Altitude 175,74 m.

Avaliou-se o efeito do tempo na taxa de incremento e crescimento. Para isso, foi considerado cada mês como sendo um bloco de janeiro a julho, totalizando sete blocos.

Os dados foram organizados em uma planilha de Excel e submetidos ao programa estatístico Bio Estat 5.0 (AYRES et al, 2007), para serem analisados pela análise de variância. O delineamento foi em blocos inteiramente casualizado ao nível de 95% de confiança. Quando verificada a diferença estatística entre os tratamentos e o efeito do tempo, aplicou-se o teste de Tukey.

Dentro do período de coleta de dados, consideramos cada mês, sendo um bloco, sendo eles: junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro a fim de verificar o efeito do tempo na altura, diâmetro e número de folhas de cada planta nos seus respectivos tratamentos. Fez-se, ainda, correlação linear simples entre o crescimento em diâmetro com os blocos.

3. Resultados e Discussão

A Figura 1 mostra a temperatura em °C, de janeiro a julho de 2013. Houve poucas oscilações de temperatura máxima, com médias em torno de 30,5 ° C, variando de 30,1 a 30,8, assim como de temperatura mínima, com média estando em 22 ° C variando de 21,8 a 22,4 °C.

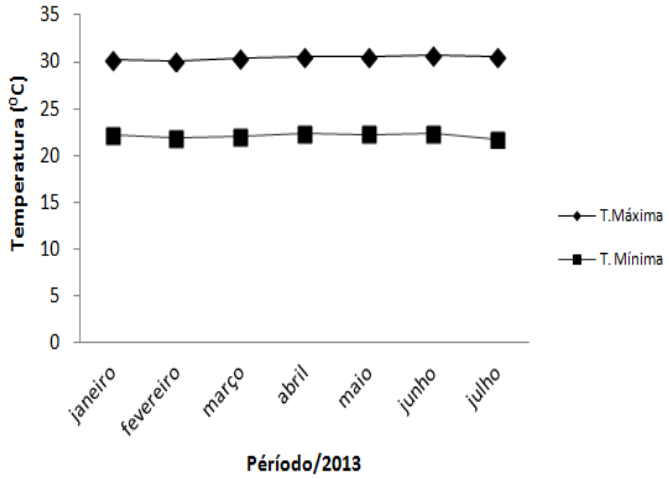


Figura 1. Temperaturas Máxima e Temperatura Mínima em °C na região de Santarém, Pa de Janeiro a julho de 2013.
Figure 1. Maximum Temperature Minimum Temperature in °C in the region of Santarém, PA January to July 2013

Os maiores índices de insolação entre os meses de janeiro a julho de 2013, foram registrados nos meses de fevereiro, junho e julho, e os menores nos meses de janeiro e março conforme a Figura 2.

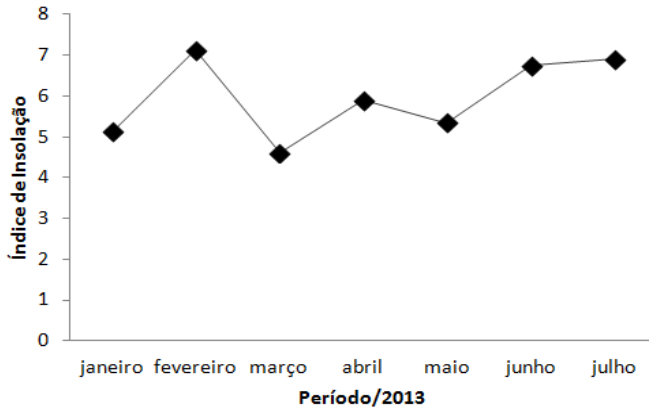


Figura 2. Índices de insolação de janeiro a julho de 2013.
Figure 2. January insolation indices to july 2013.

A média da umidade relativa do ar foi de 90,1 %, sendo que os meses de março e julho alcançaram os maiores valores, caracterizando a umidade relativa do ar média da região no período analisado, a média da mesma ao longo do ano está na faixa de 85% (Figura 3 – A). A precipitação foi maior nos meses de março, abril e maio, com pequenas oscilações durante o período estudado. O maior índice esteve no mês de maio, e o menor no mês de junho (Figura 3 – B).

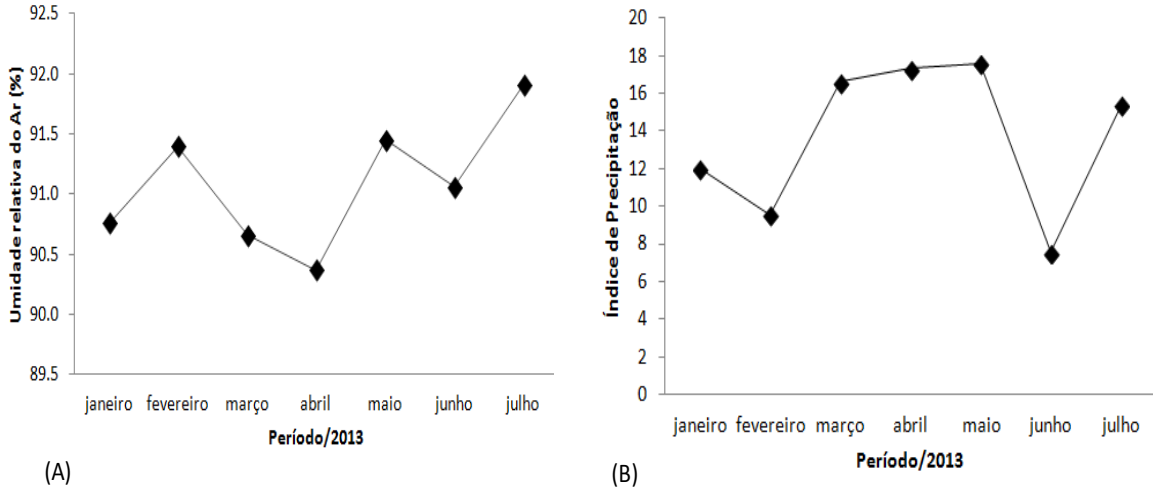


Figura 3. (A) Médias de umidade relativa do ar, (B) índice de precipitação, de janeiro a julho de 2013.
Figure 3. (A) Average moisture of the air, (B) precipitation index, from January to July 2013.

Na Figura 4 – A o crescimento é exponencial ao longo do tempo, podendo ser dito que a taxa de crescimento das árvores varia em função do tempo (∂y/∂x), sendo, portanto, a derivada de primeira ordem de y (crescimento), em função do tempo (x). Em Figura 4 - B, a partir da medida de incremento, obteve-se o menor valor médio em incremento no mês de junho. O valor de r^2 da taxa de crescimento diamétrico com o tempo de coleta, foi de R^2 =0.99, conforme Figura 5, onde no eixo do x representa os meses do ano de janeiro a julho de 2013.

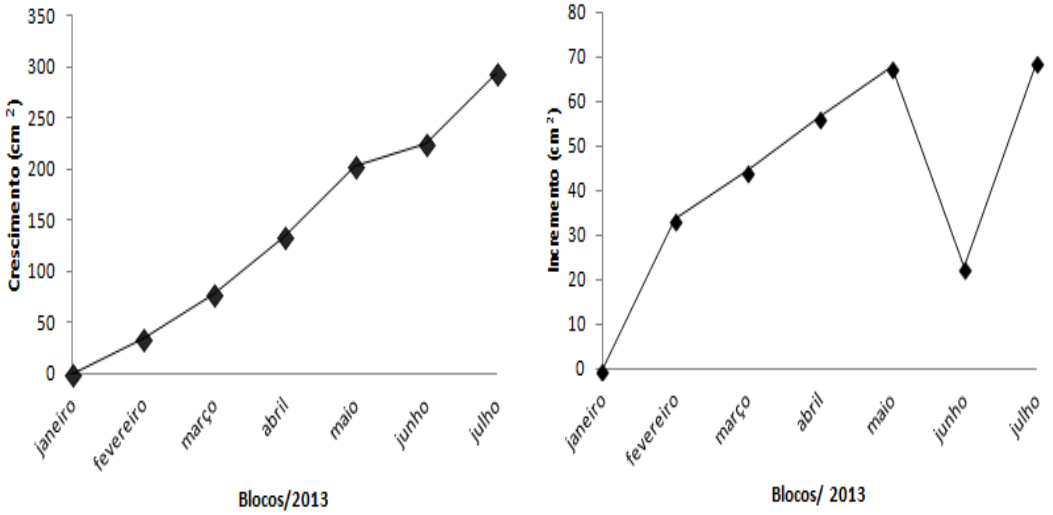


Figura 4. (A) Crescimento (cm^2) e (B) incremento (cm^2) em diâmetro de janeiro a junho de 2013.
Figure 4. (A) Growth (cm2) and (B) increase (cm2) in diameter from January to June 2013.

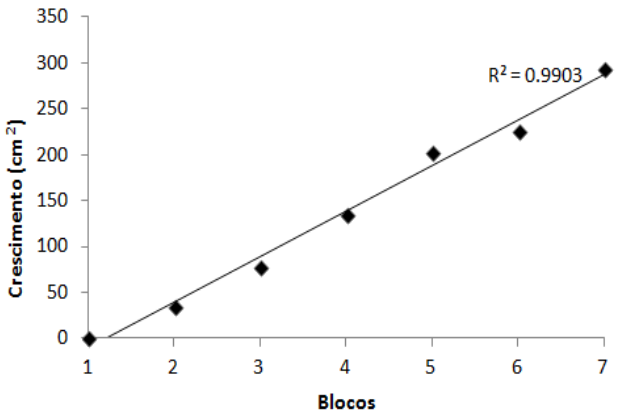


Figura 5. Correlação do crescimento em função do tempo, de janeiro a julho de 2013, representados de 1 a 7 no eixo x.
Figure 5. Correlation of growth versus time, from January to July 2013, represented 1-7 on the x axis.

Tanto o incremento quanto o índice de precipitação foram menores no mês de junho. A variabilidade no regime de hídrico acarretou alterações nas taxas de crescimento e incremento em diâmetro de *Dipterix odorata*, pois a precipitação é a principal fonte de água para os indivíduos arbóreos.

Ocorreu efeito do tempo no incremento de *D. odorata*. As diferenças estiveram entre os blocos de janeiro com março, abril, maio e julho; entre fevereiro com maio e julho; junho com abril e maio; e entre julho com janeiro, fevereiro, março, e junho. Em julho, onde foi registrada, a menor taxa de precipitação, ocorreu menor incremento diamétrico.

Em resultados de pesquisa realizada por VIEIRA (2003), a variabilidade no regime hídrico pode acarretar alterações nas taxas de crescimento e incremento arbóreo, uma vez que, a precipitação é a maior fonte de umidade do solo e consequentemente a principal fonte de água para a vegetação. A deficiência de água no solo leva à diminuição gradual da fotossíntese pela maior resistência à fixação do gás carbônico, em virtude do fechamento dos estômatos.

Regimes de radiação solar, temperatura e disponibilidade de água são principais fatores que caracterizam a sazonalidade climática de regiões produtoras. Tais fatores associados com á fertilidade do solo podem condicionar o crescimento e o desenvolvimento de plantas (SYVERTSEN, 1994).

4. Conclusões

A variabilidade do regime de precipitação, provocou alterações nas taxas de crescimento e incremento em área em *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.

O maior incremento diamétrico, ocorreu no período de maior índice de precipitação.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio ao projeto: Variação sazonal do crescimento corrente mensal, relações hídricas e aspectos ecofisiológicos de indivíduos arbóreos na região de Santarém, PA – CNPq 480874/2011-5 – UFOPA.

Referências

AYRES, M. *et al.* ; **Aplicações estatísticas nas áreas das ciências Bio** – médicas. Bio Estat 5. 0. Belém – PA. 2007.

BRAGA, P.I.S.: Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica. Sulp. **Acta Amazônica**, 9(4):53-80. 1979.

CHAUVEL, A. Os latossolos amarelos, álicos, argilosos, dentro dos ecossistemas das bacias experimentais do INPA e da região vizinha. **Acta Amazonica**, v.12, n.3, p.47–60, 1982.

FELSEMBURGH, A. A.: **Respostas Fotossintéticas à Variação da Temperatura Foliar do Dossel na Flona do Tapajós**. Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ecologia Aplicada. Universidade de São Paulo – USP. Piracicaba, 2009.

FERRAZ, J.; OHTA, S.; SALLES, P.C. Distribuição dos solos ao longo de dois transectos em floresta primária ao norte de Manaus (AM). In: HIGUCHI, N.; CAMPOS, M.A.A.; SAMPAIO, P.T.B.; SANTOS, J. (Ed.). **Pesquisas Florestais para Conservação da Floresta e Reabilitação de Áreas Degradadas da Amazônia**. 1998. p.111-143.
INMET: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: <www.inmet.gov.br/>. Acesso em 21 de janeiro 2013.

ISMAEL, J. C. B. **Caracterização física de frutos e sementes, morfologia da plântula e secagem de semente de cumaru (Dipteryx odorata (AUBL.) Willd.)**. Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Federal da Amazônia – UFRA. 2009.

KEELAND, B.D.; Sharitz, R.R. Accuracy of tree growth measurements using dendrometer bands. **Can J. For. Res., v.**.23, p. 2454-2457, 1993.

PARROTTA, J.A.; FRANCIS, J.K.; ALMEIDA, R.R.. Trees of the Tapajós – a photographic Field guide. Gen. Tech. Rep. IITF-1, Rio Piedras, PR: U.S. Department of Agriculture. **Forest Service, International Institute of Tropical Forestry**. 370pp, 1995.

SYVERTSEN, J.P.; LLOYD, J.J. Citrus. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C. **Handbook of environmental physiology of fruit crops** – subtropical and tropical crops. Boca Raton:CRC Press, 1994. cap.4, p.65-100.

UCHIDA , T. & CAMPOS, M. A. A. : **Influencia do sombreamento no crescimento de Mudas de Cumarú (Dipterix odorata (AUBL.) WILLD. – FABACEAE) Cultivadas em viveiro**. 2000.

VIEIRA, S. A.: **Mudanças Globais e Taxa de Crescimento Arbóreo na Amazônia.** Tese de doutorado apresentada ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. 2003.

Crescimento intra anual de *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze em Santa Maria – RS.

Intra annual increment in *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze in Santa Maria – RS.

Anelisa Pedroso Finger[1]
Junior Oliveira Mendes[2]
Anna Paula Lora Zimmermann[3]
Paulo Renato Schneider[4]

[1]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS. anefinger@yahoo.com.br
[2]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS. junioromendes@gmail.com
[3]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS. zimmermann-a@hotmail.com
[4]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS. paulors@smail.ufsm.br

Resumo: O presente trabalho foi realizado em uma área localizada juntamente ao Viveiro Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, com o objetivo de delimitar o período de crescimento anual de *Araucaria angustifolia*, elaborando para a espécie a distribuição do incremento em diâmetro no período de crescimento intra anual e comparar a distribuição deste. O comportamento do crescimento foi obtido do acompanhamento quinzenal da espécie por meio da instalação de fitas dendrométricas no diâmetro a altura do peito (dap) em 5 árvores durante o período de junho de 2011 a junho de 2013. Os resultados do trabalho permitiram concluir que o inicio do crescimento anual da espécie ocorre em setembro, tendo seu pico de crescimento em janeiro, começando a decrescer em março. Aumentos de temperatura e precipitação influenciaram positivamente no incremento.
Palavras chave: incremento individual, crescimento, araucária, distribuição de incremento.

Abstract: The current work was elaborated based on an area in the *Universidade Federal de Santa Maria's* nursery, focusing on bounding the annual growth period of *Araucaria angustifolia*, with the increment in diameter distribution in the intra annual growth period and comparing the distribution of these. The growth behavior was obtained from the biweekly accompaniment of the species through the installation of dendrometric tapes in the Diameter Breast Height (DBH) in 5 trees during the period of June 2011 to June 2013. Their results of the work allowed to conclude that the beginning of the annual growth of the specie occurs in September, the peak of growth in January, though decreasing in March. Temperature increase and precipitation positively influenced the increment.
Key words: individual increment, growth, araucária, increment distribution.

1.Introdução

As florestas são capazes de fornecer madeiras, fibras, combustíveis e outros produtos madeiráveis e não madeiráveis para uso industrial e não industrial. Quando comparados com plásticos, metais e outros produtos industriais, tem a vantagem de serem renováveis, de alta eficiência energética e ambientalmente corretos. Se manejadas corretamente, as florestas contribuem com a conservação ambiental (do solo, da água, do ar), propiciam a recuperação de áreas degradadas e também são a base para o desenvolvimento de serviços sociais (desenvolvimento regional, empregos e recreação).

O crescimento das árvores é determinado por fatores genéticos e ambientais sendo que em ambientes favoráveis as árvores tem seu crescimento otimizado. Durante o crescimento ocorrem fases fisiológicas distintas que, associadas com a magnitude das taxas de incremento, são denominadas como juvenil, adulta e senil (HUSCH, 1972).

O conhecimento dos fatores ambientais que determinam o crescimento, assim como do período em que este ocorre e da sua distribuição nesse período permite o planejamento e execução de tarefas na floresta como a realização de tratos silviculturais, desbastes, corte e colheita.

Estudos de crescimento intra anual em espécies florestais na Europa central mostraram a dependência do inicio e fim do período de crescimento, bem como da extensão do período com as condições climáticas. O estudo também mostrou que, em um mesmo local, existiu diferença entre espécies latifoliadas e coníferas quanto a distribuição do incremento dentro do período em que as árvores cresceram (STERBA, 2006).

Tendo em vista o aumento do interesse sócio-econômico do manejo das florestas, este trabalho teve como objetivo geral delimitar o período de crescimento anual de *Araucaria angustifolia* e elaborar a distribuição do incremento em diâmetro no período de crescimento intra anual.

2. Materiais e métodos

Os dados utilizados no trabalho foram obtidos em uma área localizada junto ao Viveiro Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, município de Santa Maria, região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, delimitada pelas coordenadas geográficas de 29º43’14.05”S e 53º43’12.27”O.

O clima predominante, segundo a classificação de Köppen, é do tipo “Cfa”, com temperatura do mês mais frio entre 3 a 18ºC e do mês mais quente superior a 22ºC, com temperatura média anual entre 19º a 19,6ºC e precipitação anual entre 1650 mm a 1976 mm (MORENO, 1961).

Na área de estudo são encontradas espécies nativas e exóticas, tais como: *Eucalyptus* sp., *Araucaria angustifolia*, *Pinus taeda*, *Eugenia uniflora*, *Cupania vernalis* entre outras.

A *Araucaria angustifolia* pertence a família Araucariaceae, sendo a única espécie do seu gênero que ocorre naturalmente no Brasil e está na categoria de vulnerável na lista das espécies ameaçadas da IUCN (International Union for Conservation of Nature).

Na espécie acima relacionada, foram selecionadas 5 árvores que tiveram dendrômetro de cinta instalados para determinação do incremento em diâmetro em um período de 2 anos de medição. Em cada árvore amostra foram observadas as seguintes variáveis:

a) número da árvore;
b) circunferência a altura do peito (cap);
c) presença de pragas ou doenças;
d) condição climática.

Para realizar a medição do incremento em diâmetro das árvores escolhidas foi fixado uma fita dendrométrica na altura do dap das árvores amostra. A cinta dendrométrica utilizada consiste em uma fita com escala graduada em centímetros e milímetros acoplada a uma mola; esta irá tracionar a fita ajustando-se a casca da árvore na medida em que esta cresce, permitindo medir o crescimento diamétrico e observar sua variação nos períodos de avaliação.

As medições foram realizadas em períodos quinzenais a partir da data de instalação em 10/06/2011 a 26/06/2013. Admitiu-se variações nas datas de medições devido a ocorrência de chuvas. Nessas ocasiões a medição foi postergada em 2 dias ou mais após o término da chuva para que houvesse tempo para escorrimento e secagem da casca das árvores, pois essa pode reter água, podendo registrar um falso crescimento da árvore.

Os dados de precipitação e distribuição das médias das temperaturas máximas e mínimas da área de estudo foram obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) durante os 2 anos de medição.

No gráfico abaixo (Figura 1), podemos observar que na primavera do segundo período de precipitação houve uma maior ocorrência de chuva. As estações do outono e inverno mostraram resultados semelhantes entre os períodos de precipitação.

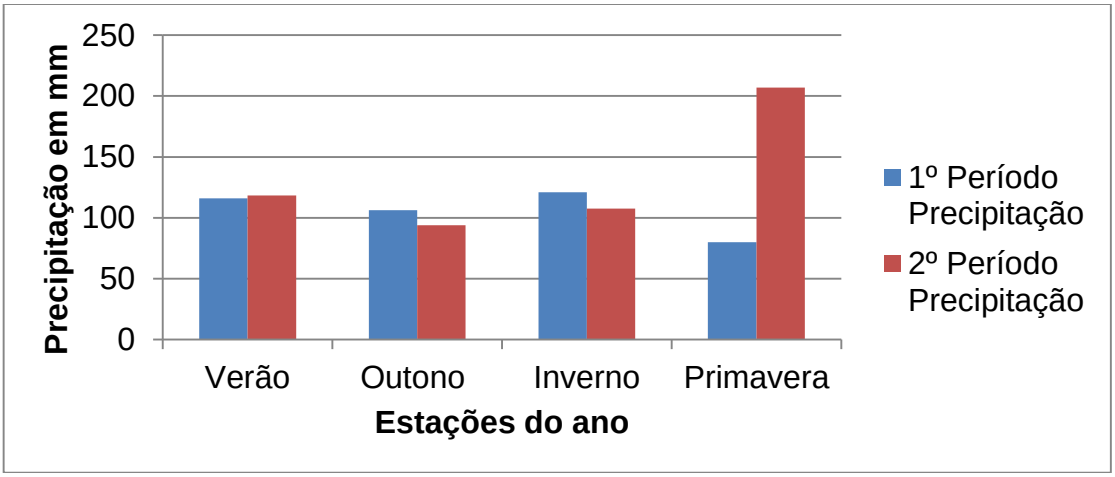


Figura 1 – Precipitação em mm distribuídas nas estações do ano.
Figure 1 – Precipitation distribution (mm) between the seasons.

O crescimento intra anual da espécie foi obtido pela diferença entre medições sucessivas, pela expressão (1):

$$Incremento = \left({(\Delta_i \times 100)}/{\Delta_{i-1}} \right) - 100 \quad (1)$$

onde: Δ_i = medição de CAP realizada no período i

Δ_{i-1} = medição de CAP realizada no período i-1

3. Resultados e Discussão

A espécie estudada apresentou períodos de crescimento pleno e períodos de dormência; alguns fatores que contribuíram para as diferenças no incremento das espécies serão discutidos a seguir. Quanto a dimensão, as árvores apresentaram circunferência a altura do peito (cap) distintas na primeira medição, como observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização dos dados coletados (circunferência e diâmetro) nas diferentes árvores amostra.
Table 1 – Data characteristics (circunference and diameter) in diferent trees.

Espécie	Circunferência (cm)	Diâmetro (cm)
Araucária 1	102,7	32,7
Araucária 2	88,0	28,0
Araucária 3	107,0	34,1
Araucária 4	107,5	34,2
Araucária 5	108,4	34,5

Após dois anos de coleta e de posse dos dados de crescimento gerados, foi possível obter a média de crescimento acumulado.

Em 2 anos de medições a *Araucaria angustifolia* apresentou valores acumulados de 1,8%, o que representa um crescimento lento. Nesse período a circunferência inicial média das 5 árvores foi de 102,7 cm (Figura 2).

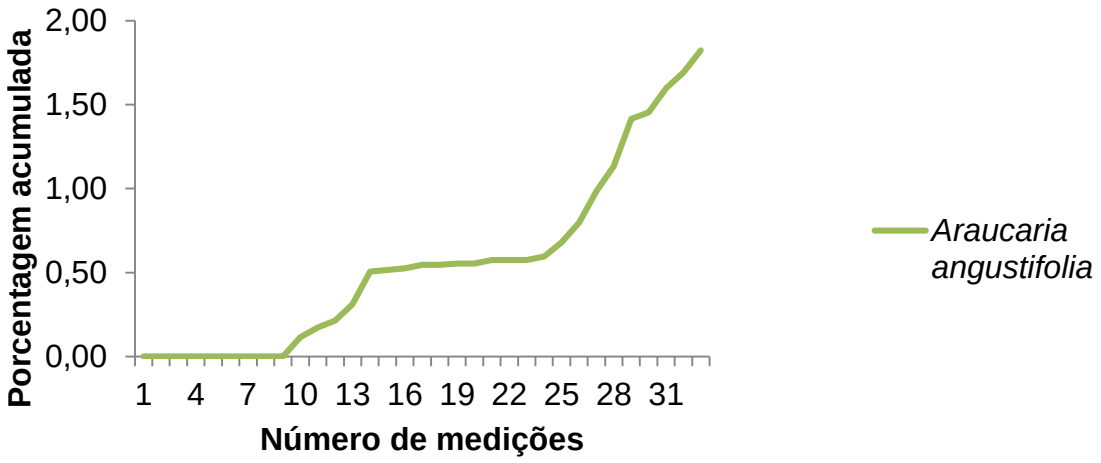


Figura 2 – Crescimento médio de *Araucaria angustifolia* no período de dois anos.
Figure 2 – *Araucaria angustifolia* average growth between two years.

A análise dos dados mostra a ocorrência de períodos onde houve redução/pausa do crescimento da espécie. Existem espécies tropicais e subtropicais que apresentam crescimento único; devido a isto, são necessários estudos para determinar os fatores internos ou as variações climáticas que controlam essa periodicidade de crescimento (ALVIM, 1964).

Segundo Zanon (2007) as fitas dendrométricas levam certo tempo para se ajustar às árvores, o que pode acarretar um menor crescimento observado.

Para detalhar a ocorrência do incremento da espécie amostrada fez-se o calculo do incremento das diferenças de uma medição para outra anterior e comparou-se os resultados de um ano em relação ao seguinte, determinando assim o inicio e o fim do período de crescimento.

De acordo com o que mostra a Figura 3, a *Araucaria angustifolia* apresentou, durante o primeiro ano, taxas de crescimento constantes nos períodos de outono e inverno. Na primavera e verão, iniciou o crescimento, atingindo o máximo de 0,2% de incremento.

No segundo ano, apresentou um incremento máximo de aproximadamente 0,25% durante o período de primavera/verão, o que mostra um incremento de aproximadamente 0,05%.

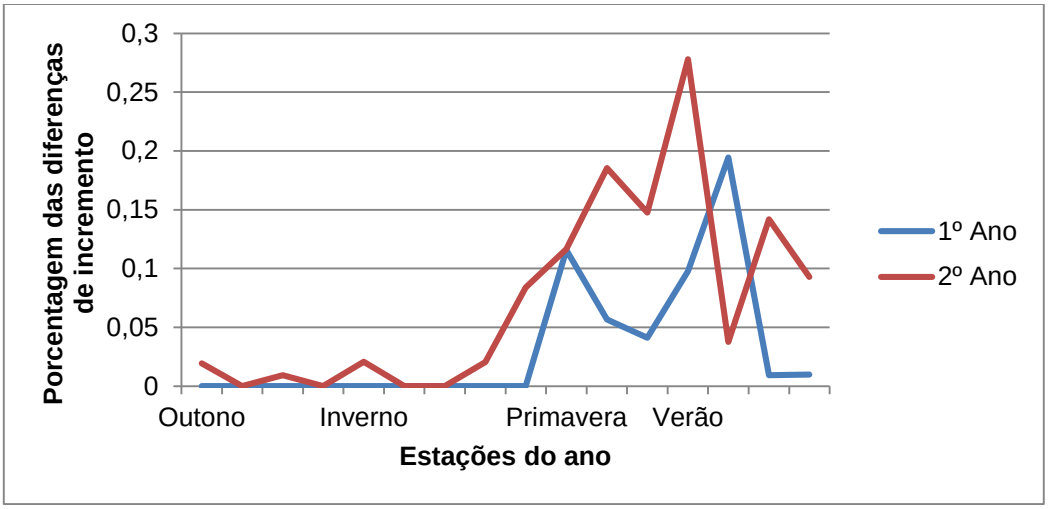


Figura 3 – Diferença de incremento (%) de *Araucaria angustifolia* distribuídos durante as estações do ano.
Figure 3 – *Araucaria angustifolia* increment diference (%) distribuited during seasons.

O menor crescimento encontrado no primeiro ano de medição pode ser atribuído ao tempo que as fitas dendrométricas levam para se ajustar as árvores.

Os resultados obtidos nesse estudo, indicaram que a espécie estudada é sensível à oscilações meteorológicas, havendo mudança na taxa de crescimento relacionada a variação de temperatura e precipitação.

4. Conclusões

Com os resultados obtidos no estudo pode-se concluir que houveram períodos de interrupção do crescimento diamétrico (dormência) durante os anos de medição e a média de crescimento diamétrico deu-se no período de setembro a fevereiro, iniciando o período de dormência nos meses de março a abril.

Os aumentos de temperatura e precipitação influem positivamente no incremento diamétrico, porém a ocorrência da precipitação juntamente com temperaturas muito baixas reduz o crescimento em diâmetro.

Referências Bibliográficas

ALVIM, T.P. Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 1964, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 1964. P405-422.

HUSCH, B.; MILLER, I.C.; BEERS, T.W. **Forest Mensuration.** New York: John Wiley & Sons, 1982. 402p.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Secretaria da Agricultura, Porto Alegre, RS, 1961, 41p.

STERBA, H. **Waldwachstumskunde.** Wien. Austria (apostila), 2006.

ZANON, M.L.B. **Crescimento da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. diferenciada por dioicia.** Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – UFSM. Santa Maria, 2007. 108f.

Comportamento da relação hipsométrica de *Eucalytus grandis* em um povoamento localizado em Dois Vizinhos - PR

Hypsometric relation of *Eucalyptus grandis* behavior on a stand located in Two Neighbours - PR

Kemely Atanazio[1]
Mycheli Preuss da Cruz[1]
Mauricio Gesser[1]
Caliandra Benardi[1]
Elisabete Vuaden[1]

[1]UTFPR, Estrada para Boa Esperança, Km 04 CEP 85660-000 - Dois Vizinhos - PR,
kemely_alves@hotmail.com; mychelipreuss@outlook.com; mauricio_gesser@hotmail.com;
caliandra.bernardi@hotmail.com; elisabetev@utfpr.edu.br

Resumo: O presente estudo foi realizado no município de Dois Vizinhos - Paraná, em um talhão de 14,4 ha com plantios de *Eucalytus grandis***.** As variáveis mensuradas foram a altura total (h) medida com auxílio do hipsômetro Vertex e o diâmetro à altura do peito (DAP) com suta dendrométrica de 60 árvores individuais. Objetivando selecionar um modelo matemático que descreva relação hipsométrica para a espécie, foram testados seis modelos, incluindo modelos lineares e não lineares. Utilizou se como critérios estatísticos de seleção modelos, o maior coeficiente de determinação ajustado (R^2aj), a análise gráfica dos resíduos, menor coeficiente de variação e maior valor de F calculado. Observou-se que todas as equações tiveram uma boa distribuição, no entanto a que melhor se destacou foi a $\sqrt{h_i} = \beta_0 + \beta_1 \ln(d_i)$, apresentando um R^2_{aj} de 0,87, um CV de 6,55 e um F de 389,031, e com uma melhor distribuição dos resíduos. O coeficiente $\beta 0$ e $\beta 1$ foram significativo ao nível de 1% e 5% de significância.Conclui se que a equação 3 é a melhor para se estimar a altura em função do DAP.
*Palavras- chave***:** modelos de regressão, relação dendométrica, espécie exótica, inventario.

Abstract: This study was conducted in the city of Two neighbors - Paraná, in a field of *Eucalyptus grandis*, with a respective area 14,4ha. The variables measured were the total height (h) measured using the Vertex hypsometer and the diameter at breast height (DBH) with dendrometric caliper 60 individual trees. In order to select a mathematical model that describes the hypsometric relation of *Eucalyptus grandis* in a field, were tested six models, including linear and nonlinear models. If used as statistical criteria of selection models, the highest coefficient of determination adjusted (R2aj), the graphical analysis of waste, lower coefficient of variation and higher F value calculated. It was observed that all equations have a good distribution, however that stood out was the best $\sqrt{h_i} = \beta_0 + \beta_1 \ln(d_i)$, with a R^2aj 0.87 , a CV of 6.55 and an F of 389.031 , and a better distribution of waste. The coefficient β 1 and β0 were significant at 1% and 5% significance. Concludes equation 3 that is best for estimating the height as a function of PAD.
*Key word***s :** regression models, dendrometricrelationship,exotic species, inventory.

1. Introdução

Atualmente o reflorestamento com espécies exóticas de pinus e eucalipto minimiza de forma significativa a exploração das florestas nativas remanescentes. As diversas espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* apresentam altíssimo nível de melhoramento genético, produtividade e qualidade da madeira. Também as técnicas de formação de mudas, plantio, manejo e exploração foram aprimoradas, colocando a silvicultura brasileira como a mais avançada do mundo (HIGA et al. 2000).

O gênero *Eucalyptus* tem mais de 600 espécies já catalogadas, foi introduzido no território brasileiro no ano de 1904 visando atender a necessidade crescente de dormentes, postes e lenha (CHAGAS et al., 2002). De acordo com Wilcken (2008), com o decorrer do

tempo, as possibilidades do uso desse gênero ganharam espaço, sendo que o mesmo pode ser usado para energia, construção civil, chapas de fibra, celulose, extrativos, entre outros. Segundo González (2002) a maximização do uso do *Eucalyptus* acontece em função de seu crescimento acelerado, boa adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, boa qualidade da madeira, características silviculturais desejáveis e versatilidade de propagação.

A espécie *Eucalytus grandis* é uma árvore alta e grossa, podendo atingir de 45 a 55 m de altura, e com um diâmetro à altura do peito (DAP) considerável, de aproximadamente 1,2 a 2 m, excepcionalmente pode atingir até 75 m de altura e 3 m de DAP. Geralmente apresenta fuste liso nos 2/3 ou 3/4 superiores do tronco. O clima de desenvolvimento da espécie é principalmente quente e úmido, com temperatura máxima entre 24 e 30º C e, a mínima entre 3 e 8º C (IPEF, 2011).

Segundo Finger (1992), uma das variáveis de maior interesse e estudo no manejo florestal é a relação hipsométrica. Essa relação, usualmente simbolizada por h/d pode ser representada por um modelo matemático decorrente da regressão da altura em relação ao diâmetro de um povoamento em determinada data. Fatores como: espécie, posição sociológica, idade, tamanho de copa, densidade, sítio e práticas silviculturais em geral, podem afetar e influenciar o vínculo das variáveis (FINGER, 1992).

A relação hipsométrica é de grande importância para o manejo florestal, por diminuir o tempo de medição das árvores na parcela, o custo de medição e dificuldades na hora da operação, tornando inventários florestais mais econômicos e precisos.

Segundo Finger (1992), para se chegar a um modelo matemático que descreva a relação h/d de uma árvore ou população qualquer, deve-se testar vários modelos e selecionar aquele de melhor ajuste segundo o critério de seleção usado.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo testar e selecionar um modelo matemático que descreva a relação hipsométrica de *Eucalyptus grandis* no município de Dois Vizinhos - Paraná.

2. Matérias e Métodos

2.1 Fonte de Dados

O presente estudo foi realizado em um povoamento de *Eucalyptus grandis* com 7 anos de idade, em um espaçamento 2 x 2,5m e uma área de 14,4 ha localizada no município Dois Vizinhos - Paraná. A finalidade da madeira do povoamento é para atender a demanda de lenha no município, este está localizado em uma região subtropical úmida, segundo a classificação de Köppen o clima é classificado como Cfa (clima pluvial temperado, com temperatura do mês mais frio variando entre -3ºC e +18ºC, sem estação seca e com temperatura do mês mais quente superior a 22ºC) (EMBRAPA, 2006; MAAK, 1968). O solo predominante do município de Dois Vizinhos é um Latossolo e Nitossolo, são solos profundos, porosos e bem permeáveis (EMBRAPA, 2006; MAAK, 1968).

Para realização do presente estudo foram avaliadas 60 árvores individuais, nas quais foram mensuradas as variáveis altura total, com auxílio do hipsômetro Vertex e o diâmetro à altura do peito (DAP) medido com o auxilio da suta dendrométrica. Após a coleta, os dados foram analisados no pacote estatístico SAS versão 9.2 (*StatisticalAnalysis System*) e Microsoft Office Excel® 2007. A análise de correlação de Pearson foi realizada pelo procedimento PROC CORR para verificar o grau de relação linear entre as variáveis altura e diâmetro. Para o ajuste da regressão que estima a altura total (h) em função do diâmetro à altura do peito (DAP), utilizou-se o procedimento PROC REG sendo que para isso foram testados os modelos de regressão apresentados na Tabela 1.

Tabela 01: Modelos matemáticos a serem avaliados para ajustar a equação hipsométrica.
Table 01: Mathematical models to be evaluated to adjust the hypsometric equation.

Equação	Modelo	Autor
1	$h_i = \beta_0 + \beta_1(d_i)$	-
2	$\frac{1}{\sqrt{h_i}} = \beta_0 + \beta_1 + \left(\frac{1}{d_i}\right)$	-
3	$\sqrt{h_i} = \beta_0 + \beta_1 \ln(d_i)$	-
4	$\ln(h_i) = \beta_0 + \beta_1 ln(d_i)$	Stofells
5	$h_i = \beta_0 + \beta_1\, ln(d_i) + \beta_2 ln^2(d_i)$	Backman Modificada
6	$h_i = exp^{\beta_0 + \beta_1 \ln(d_i) + \beta_2 ln^2(d_i)}$	Backman

Em que: $\beta 0$, $\beta 1$, $\beta 2$: são parâmetros dos modelos; ln= logaritmo natural; hi =altura total da i-ésima árvore; di=diâmetro à altura do peito da i-ésima árvore.

Os parâmetros estatísticos para a escolha do melhor modelo matemático foram: maior coeficiente de determinação ajustado (R^2aj); menor coeficiente de variação (CV%), maior valor de F calculado e a melhor distribuição dos resíduos no gráfico.

Foi elaborado um ranking entre os valores de cada critério estatístico analisado, sendo que, dentro de cada condição, o melhor valor recebeu nota 1, seguindo por notas superiores (2, 3,..) até o pior valor de cada condição. Após a elaboração do ranking, os valores das notas foram somados em cada modelo, sendo que o melhor modelo testado foi aquele que teve o menor somatório de notas.

3. Resultados e Discussões

A análise de correlação de Pearson demonstrou que a altura de *Eucalyptus grandis* está altamente correlacionada com o DAP, com de valor de correlação igual a 0,93 significativo a 1% de probabilidade de erro. A correlação foi positiva, demonstrando que, conforme a árvore vai crescendo em diâmetro a tendência é crescer em altura também.

Na Tabela 2 pode se verificar os resultados provenientes dos ajustes das equações testadas que descrevem a relação entre a altura e o diâmetro à altura do peito para *Eucalyptus grandis.*

Tabela 02: Equações testadas para estimar a altura do *Eucalyptus grandis* em função do DAP e seus respectivos parâmetros estatísticos.
Table 2: Equation tested for estimating the height of Eucalyptus grandis according to the PAD and their respective statistical parameters.

Equação	R^2_{aj}	CV	F	β_0	β_1	β_2
$h_i = \beta_0 + \beta_1(d_i)$	0,85	13,33	354,10	4,68822	1,12581	
$\frac{1}{\sqrt{h_i}} = \beta_0 + \beta_1 + \left(\frac{1}{d_i}\right)$	0,85	7,02	347,35	0,13133	1,20373	
$\sqrt{h_i} = \beta_0 + \beta_1 \ln(d_i)$	0,87	6,55	389,31	-0,30944	1,86013	

Equação	R^2_{aj}	CV	F	β_0	β_1	β_2
$\ln(h_i) = \beta_0 + \beta_1 ln(d_i)$	0,86	4,59	365,08	0,83187	0,82880	
$h_i = \beta_0 + \beta_1\, ln(d_i) + \beta_2 ln^2(d_i)$	0,87	12,81	194,36	0,57050	-1,4932	3,55235
$h_i = exp^{\beta_0+\beta_1 \ln(d_i)+\beta_2 ln^2(d_i)}$	0,86	4,54	187,39	-0,08197	1,54065	-0,13525

Em que: h= altura total da i-ésima árvore; d_i =diâmetro a altura do peito da i-ésima árvore; ln = logaritmo natural; β_0, β_1, β_2: parâmetros dos modelos.

Tabela 3: Ranking de cada critério estatístico
Table 3: Ranking of each statistical test

Equação	R^2_{aj}	CV	F	∑notas
$h_i = \beta_0 + \beta_1(d_i)$	7	8	4	19
$\frac{1}{\sqrt{h_i}} = \beta_0 + \beta_1 + \left(\frac{1}{d_i}\right)$	8	5	5	18
$\sqrt{h_i} = \beta_0 + \beta_1 \ln(d_i)$	1	4	1	6
$\ln(h_i) = \beta_0 + \beta_1 ln(d_i)$	5	2	2	9
$h_i = \beta_0 + \beta_1\, ln(d_i) + \beta_2 ln^2(d_i)$	2	6	6	14
$h_i = exp^{\beta_0+\beta_1 \ln(d_i)+\beta_2 ln^2(d_i)}$	4	1	8	13

Na Tabela 3 estão expostos o ranking de cada critério estatístico dos modelos testados para estimar a altura total e o diâmetro á altura do peito para *Eucalyptus grandis*.

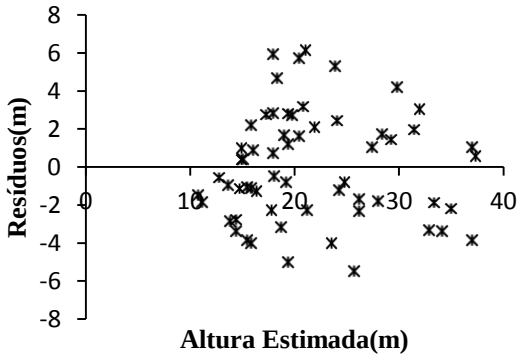
Baseado nos critérios de seleção das equações matemáticas, verificou-se que todas as equações testadas apresentaram boas estatísticas, no entanto, a que melhor ajustou a relação hipsométrica para o *Eucalyptus grandis* foi a equação:

$$\sqrt{h_i} = -0{,}30944 + 1{,}86013 \ln(d_i) \qquad \text{(eq.1)}$$

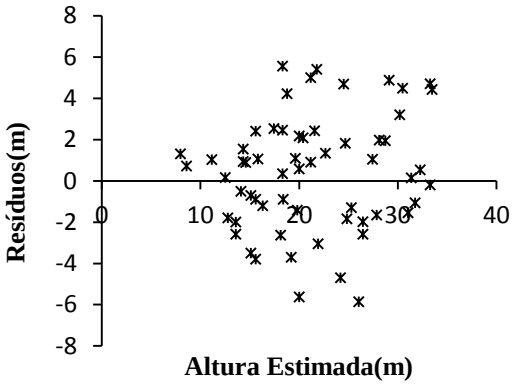
Esta equação apresentou o melhor e maior coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}= 0,87), o quarto menor coeficiente de variação (CV= 6,5) e o melhor e maior valor de F (F= 389,03). Na avaliação de todos os parâmetros, esta equação foi a que melhor se comportou. Os coeficiente β_0 e β_1 foram significativos ao nível de 1% e 5% de significância.

Na Figura 1 estão apresentados os gráficos dos resíduos dos seis modelos ajustados para estimar a altura em função do diâmetro.

Equação 1



Equação 2



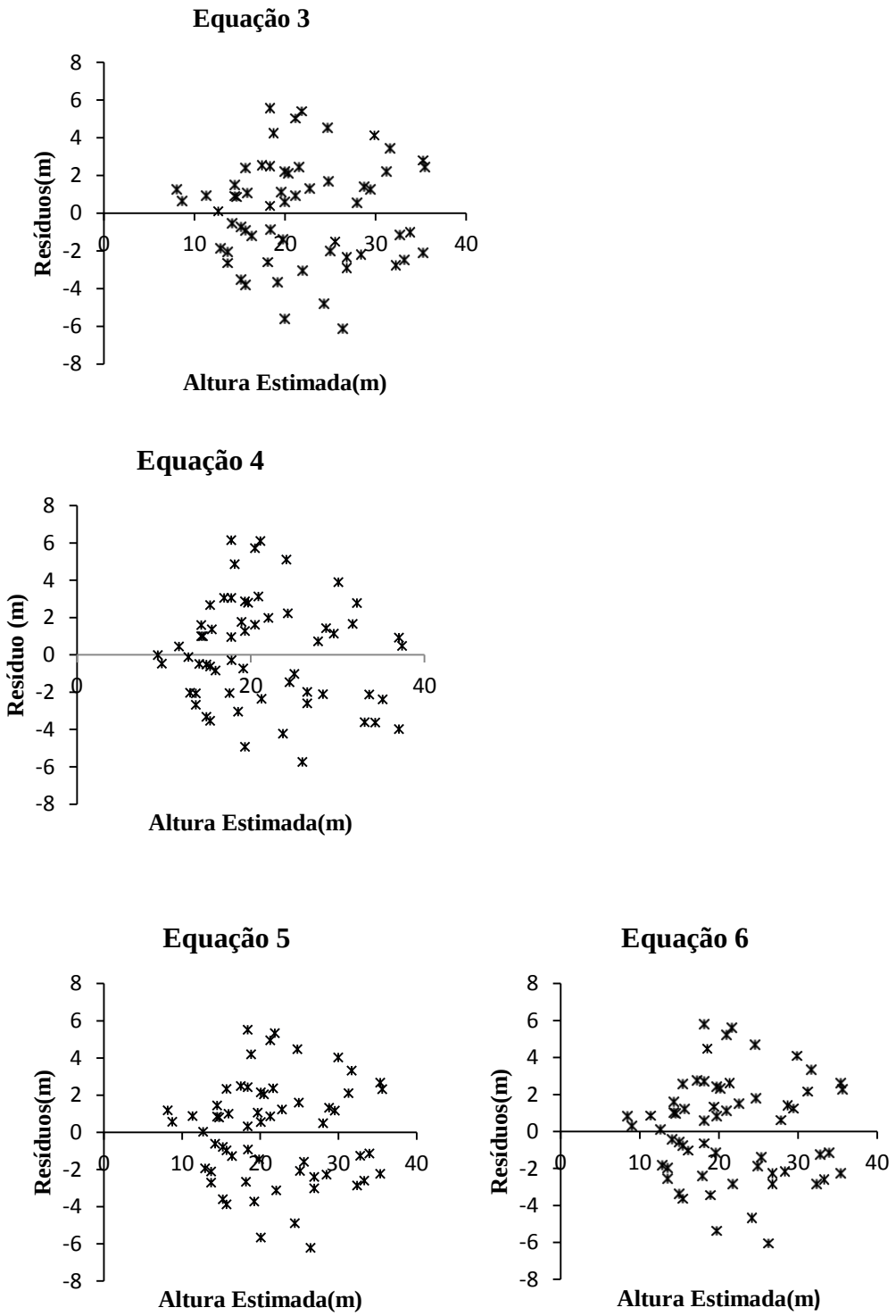


Figura 1: Gráficos dos resíduos das equações testadas para estimar a altura (h) em função do DAP para *Eucalytus grandis*.
Figure 1 : Graphs of residues tested equations for estimating the height (h) as a function of DAP for *Eucalyptus grandis*

Observando a Figura 1, verifica-se que praticamente todas as equações tiveram uma boa distribuição dos resíduos, porém como a equação 3 foi a que apresentou as melhores

estatísticas (Tabela 2), e distribuição dos resíduos sem tendência de superestimar ou subestimar os dados, confirmou-se a escolha da mesma para a estimativa da altura em função do DAP.

A Figura 2 mostra distribuição dos valores observados e dos valores estimados pela equação escolhida, mostrando ter boa correlação entre os dados.

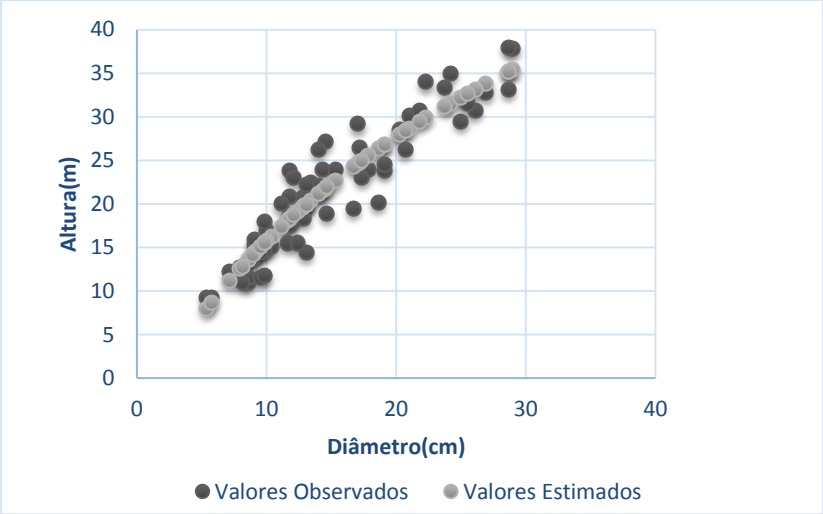


Figura 2**:** Distribuição dos valores observados e estimados a partir da equação: $\sqrt{\mathrm{h}_i} = \beta_0 + \beta_1 \ln(d_i)$ para *Eucalyptus grandis***.**

Figure 2: Distribution of observed and estimated values from the equation: $\sqrt{\mathrm{h}_i} = \beta_0 + \beta_1 \ln(d_i)$ for *Eucalyptus grandis*.

Hess et al. (2012), realizou o ajuste de relação hipsométrica para *Eucalyptus benthamii*, com cinco anos de idade em Lages - SC, e testou nove modelos matemáticos para determinar a equação para este povoamento, concluindo que o melhor modelo que estima a altura foi o parabólico $\mathrm{h}_i = \beta_0 + \beta_1 . \mathrm{d} + \beta_2 . d^2$, apresentando um R^2 aj. de 0,46 e um CV de 23,3%.

Coelho et al. (2012), estudou a relação hipsométrica em dois talhões de clones de *Eucalyptus spp*.e sementes de *Eucalyptus urograndis* na região sul do Tocantins, com uma idade de dois anos e quatro meses. O autor testou dez modelos matemáticos, onde verificou que o melhor modelo que se enquadra ao talhão I foi: $h= b_0+b_1.d+b_2.d2 +b_3.d3$, e no talhão II foi o modelo: log (h - 1,30)= b0 + b1 .1/d. apresentando um R^2 aj. de 12,73% para o talhão I e 61,32% para o talhão II.

4. Conclusão

Após as análises dos resultados, tornaram-se possíveis as seguintes conclusões:

- A altura e o diâmetro a altura do peito de *Eucalytus grandis* estão altamente correlacionados;

- A equação que melhor ajustou a relação hipsométrica para o *Eucalyptus grandis* no município de Dois Vizinhos foi:

$$\sqrt{\mathrm{h}_i} = -0{,}30944 + 1{,}86013 \ln(\mathrm{d}_i) \qquad \text{(eq.1)}$$

com valor de R^2_{aj}=0,87, CV=6,5 e F=389,31

Referências Bibliográficas

COELHO, M.C.B.; ENCINAS, J.I.; RAMOS, F.P.S.; GOERGEN, S.; SOUZA, P.F. Relação hipsométrica em clones de *Eucalyptus spp*. e sementes de *Eucalyptus urograndis* na região sul do Tocantins. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RS E 2º SEMINÁRIO MERCOSUL DA CADEIA MADEIRA, 11, 2012, Nova Prata. **Anais do Congresso Florestal Estadual do RS**, Nova Prata – RS, 2012. p.603

CHAGAS, A.C.S.; PASSOS, W.M.; PRATES, H.T.; LEITE, R.C.; FURLONG, J.; FORTES, I.C.P. Efeito do acaricida de *Eucalyptus* em *Boophilusmicroplus*: óleos essenciais e concentrados emulsionáveis. In: XII Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária, 2002, Rio de Janeiro. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária.** Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2002. v. 12.

FINGER, C.A.G. **Fundamentos da biometria florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992, 269 p.

GONZÁLEZ, Esteban, Roberto. **Transformação genética de *Eucalyptus grandis* e do *híbrido E. grandis x E. urophylla* via *Agrobacterium*.** 2002. 93 p. Tese (Doutorado de Licenciatura em Genética) - Escola superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

HESS, A.F.; STANG, M.B.; PACHECO, J.M. Ajuste de relação hipsométrica para *Eucalyptus benthamii* maiden et cambage no Planalto Catarinense, SC. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RS E 2º SEMINÁRIO MERCOSUL DA CADEIA MADEIRA, 11, 2012, Nova Prata. **Anais do Congresso Florestal Estadual do RS**, 2012. p.555

HIGA, R.C.V.; MORA, A.L.; HIGA, A.R.; - **Eucalipto na Pequena Propriedade Rural**. DOCUMENTOS, 54 ISSN 1517-536X. Embrapa Florestas, *Curitiba, PR, 2000.*

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. Chave de Identificação de Espécies Florestais (IPEF). Piracicaba, SP. Disponível em: Acesso em: 31/03/2015**.**

SAS.**The SAS System for Windows.**Copyright © 1999-2001 by SAS Institute Inc., Cany, NC, USA. 1999.

WILCKEN, C.F.; LIMA, A.C.V.; DIAS, T.K.R.; MASSON, M.V.; FERREIRA FILHO, P.J.; DAL POGETTO, M.H.F.A. **Guia Prático de Manejo de Plantação de Eucalipto**. UNESP: Botucatu, SP. 19 p. 2008

Ajuste de modelos hipsométricos para *Luehea Divaricata* Mart. & Zucc em Dois Vizinhos – Paraná

Ajuste hypsometric models for *Luehea divaricata* Mart. & Zucc in Dois Vizinhos - Paraná

Aline Germano Delfino[1]
Sandra Mara Krefta [2]
Sandiane Carla Krefta[3]
Luana Maria dos Santos[4]
Danieli Regina Klein[5]
Veridiana Padoin Weber[6]
Taciana Frigotto[7]

[1] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos-PR. E-mail: germanoad@outlook.com.br

[2] Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Câmpus Dois Vizinhos. E-mail: sandra_krefta@hotmail.com

[3] Universidade Tecnológica Federal do Paraná. E-mail: sandi_krefta@hotmail.com

[4] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos-PR. E-mail: luana.dv_@hotmail.com

[5] Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. E-mail: drkleinn@gmail.com

[6] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. E-mail: veridianapadoin@utfpr.edu.br

[7] Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. E-mail: tacianafrigoo@gmail.com

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo testar e selecionar um modelo matemático de relação hipsométrica para *Luehea divaricata* Mart. & Zucc e avaliar influência da vitalidade da copa no ajuste deste modelo. O estudo foi realizado em uma floresta plantada de *L. divaricata*, com aproximadamente 10 anos de idade localizada em uma área experimental da UTFPR -DV. Todos os indivíduos foram mensurados quanto à altura total (h) e o diâmetro à altura do peito (DAP). A classificação das árvores em relação à vitalidade de copa ocorreu através da observação da quantidade e da distribuição de folhas verdes na copa, assim como a fitossanidade das mesmas, sendo dividida em três grupos. Para o ajuste da altura total em função do diâmetro à altura do peito, foram testados 9 modelos. A análise foi processada no pacote estatístico SAS versão 9.2 (*Statistical Analysis System*) utilizando-se o procedimento GLM. Conclui-se que a equação $1/\sqrt{(h_i)} = 0{,}25842 + 0{,}53882.\ (1/d_i)$, foi a melhor para estimar a altura de *Luehea divaricata* em função do diâmetro à altura do peito, e que as árvores pertencentes às vitalidades de copa 2 e 3 não diferiram em inclinação e nível.
Palavras-chave: Inventário florestal, modelagem, espécie nativa, açoita-cavalo.

Abstract: This study aimed to list and select a mathematical model of hypsometric relation to *Luehea divaricata* Mart. & Zucc and evaluate influence the vitality of the canopy in the setting of this model. The study was conducted in a planted forest of L. divaricata, approximately 10 years old located in an experimental area of UTFPR- DV. All subjects were measured for total height (h) and diameter at breast height (DBH). The classification of trees in relation to the vitality of canopy occurred by observing the amount and distribution of green leaves in the canopy, and plant health of the same, being divided into three groups. For the full-height adjustment in accordance with the diameter at breast height were tested 9 models. The analysis was performed with the statistical package SAS version 9.2 (Statistical Analysis System) using the GLM procedure. We

conclude that the equation 1 / √ (hi) = 0.25842 + 0.53882. (1 / di), was the best to estimate high *Luehea divaricata* in accordance with the diameter at breast height, and the trees belonging to the crown vitalities 2 and 3 did not differ in slope and level.
Keywords: Forest inventory, modeling, native species, whips-horse.

1. Introdução

Com o crescimento da demanda por produtos madeireiros percebe-se o surgimento de diversos mercados, fazendo com que a procura por novas fontes produtoras aumentem, ampliando consequentemente o horizonte do setor florestal (ROSSI et al., 2011). Sendo assim o uso de espécies nativas em plantios comerciais torna-se uma boa opção para suprir a necessidade de madeira de boa qualidade.

Entre as espécies nativas, a *Luehea divaricata* Mart. & Zucc conhecida popularmente como açoita-cavalo e pertencente a família Malvaceae, possui um grande potencial madeireiro, sendo usada para construção de móveis, caixas, peças torneadas, e também na construção civil, para confecção de ripas, molduras, entre outros (LORENZI, 2008). Além disso, essa espécie se desenvolve muito bem em grande parte do Brasil, destacando-se sua ocorrência natural em Alagoas, Bahia, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, São Paulo, Rio de Janeiro, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CARVALHO, 2003).

Ao implantar povoamentos florestais, o acompanhamento do seu desenvolvimento é essencial, e para isso as relações hipsométricas apresentam grande relevância, pois através do uso de dados provenientes de medidas de diâmetros e altura das árvores, essas relações hipsométricas simbolizadas geralmente por "h/d" são construídas para estimar as alturas das demais árvores, resultando em redução do custo e tempo de inventário (BATISTA et al., 2001).

O emprego de equações hipsométricas já criadas e estabelecidas constitui um procedimento simples e prático de ser realizado, sendo que as mesmas podem ser tão boas quanto aquelas provenientes da modelagem (AZEVEDO, 2009). No entanto, apesar da eficiência de algumas equações, elas nem sempre se ajustam à todas espécies e condições, em função disso, sua escolha deve ser criteriosa e baseada em testes (THOMAS et al., 2006).

Além disso, outros fatores que podem interferir nos resultados encontrados com a relações hipsoméricas, conforme Barros et al., (2002) e Bartoszeck et al., (2002), são a qualidade do sítio, densidade do povoamento, espécie, idade, posição sociológica, tamanho da copa e práticas silviculturais.

O objetivo do presente trabalho foi testar e selecionar um modelo matemático de relação hipsométrica para *Luehea divaricata* Mart. & Zucc e avaliar a influência da vitalidade da copa na melhora do ajuste das equações lineares, utilizando como base um plantio homogêneo no município de Dois Vizinhos - PR.

2. Metodologia de Trabalho

O presente trabalho foi realizado em uma floresta plantada de *L. divaricata*, com aproximadamente 10 anos de idade que localiza-se em uma área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná em Dois Vizinhos. O plantio encontra-se situado entre as coordenadas 25°41'57" de Latitude Sul e 53°05'57" de Longitude Oeste de Greenwich, com altitude de 525m em relação ao nível do mar.

Segundo classificação de Alvares et al. (2013), o clima é do tipo Cfa (clima subtropical úmido mesotérmico), com temperatura média do mês mais frio, inferior a 18ºC e do mês mais quente acima de 22ºC. As geadas são pouco frequentes e a época com maior pluviosidade é no verão comchuvasbem distribuídas ao longo do ano e média de 2.250

mm/ano (IAPAR, 2010). Conforme Embrapa (2006), o solo é do tipo Latossolo Vermelho Distroférrico típico de textura argilosa, com coloração vermelha acentuada.

O espaçamento empregado no povoamento de 0,5ha é de 1,5m entre linhas x 1m entre plantas, e ao total foram mensuradas 168 árvores com circunferência à altura do peito superior a 15cm. As variáveis mensuradas foram: circunferência a 1,3m do solo (CAP) com o auxílio de uma fita métrica, e após transformado em diâmetro à altura do peito (DAP),e altura total (h) com o uso do Hipsomêtro Vertex IV.

A classificação das árvores em relação à vitalidade de copa ocorreu através da observação da quantidade e da distribuição de folhas verdes na copa, assim como a fitossanidade das mesmas. Dessa maneira, conforme metodologia proposta por Weber (2013), essa variável recebeu valores de 1 a 3, sendo: 1 - vitalidade alta, grande quantidade de folhas saudáveis, verdes e com boa distribuição na copa; 2 - vitalidade média, com quantidade intermediária de folhas saudáveis, com distribuição mediana das folhas na copa e 3 - vitalidade baixa, poucas folhas saudáveis e verdes, com distribuição irregular na copa.

Para o ajuste da altura total em função do DAP, foram testados os modelos de regressão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Modelos lineares que foram testados para estimar a altura total em função do diâmetro à altura do peito, para indivíduos de *Luehea divaricata* em Dois Vizinhos (PR).

Equação	Modelo	Autor
1	$h_i = b_0 + b_1.\ln(d_i) + b_2.d_i$	Gramm
2	$1/\sqrt{(h_i)} = b_0 + b_1.(1/d_i)$	-
3	$\ln(h_i) = b_0 + b_1.\ln(1/d_i) + b_2.\ln(1/d_i^2)$	-
4	$\ln(h_i) = b_0 + b_1.\ln(d_i)$	Stofells
5	$h_i = b_0 + b_1.d_i + b_2.d_i^2$	Trorey
6	$\ln(h_i) = b_0 + b_1.(1/d_i)$	Curtis
7	$h_i = b_0 + b_1.\ln(d_i) + b_2.\ln^2(d_i)$	Backman Modificado
8	$h_i = b_0 + b_1.\ln(d_i)$	Henricksen
9	$h_i = b_0 + b_1.d$	Linear

Onde: b_0; b_1 e b_2: parâmetros dos modelos; ln: logaritmo natural; hi: altura total da i-ésima árvore; di:diâmetro à altura do peito da i-ésima árvore.

Para a seleção do melhor modelo, foram avaliados os seguintes critérios: distribuição gráfica dos resíduos, ajuste da regressão para os dados observados, menor coeficiente de variação (CV%), maior coeficiente de determinação ajustado (R^2aj) e maior valor de F. Para verificar a existência ou não de diferenças de inclinação e níveis na equação selecionada da relação hipsométrica para as diferentes vitalidades de copa utilizou-se a análise da covariância. A análise foi processada no pacote estatístico SAS versão 9.2 (*Statistical Analysis System*) utilizando-se o procedimento GLM.

3. Resultados e discussão

De forma geral todas as equações hipsométricas apresentaram resultados semelhantes para as estatísticas de ajuste, sendo que variaram de 9,29% a 24,46% para o coeficiente de variação, de 0,1878 a 0,2931 para o coeficiente de determinação ajustado e de 44,55 a 127,45 para o valor de F, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2- Coeficientes das equações hipsométricas ajustadas e resultados das estatísticas de ajuste para 168 indivíduos de *Luehea divaricata* em Dois Vizinhos (PR).

Equação	Coeficientes			CV%	R^2aj	Valor de F
	b_0	b_1	b_2			
1	-2,32671	7,28258	-0,36885	23,89	0,2251	45,3
2	0,25842	0,53882		10,77	0,2931	127,45
3	2,63079	-2,52252	-3,13262	9,30	0,2834	61,32
4	1,51643	0,34810		9,41	0,2666	111,87
5	3,77563	0,96150	-0,02741	23,94	0,2221	44,55
6	2,67155	-3,94680		9,29	0,2853	122,77
7	-7,28315	12,26983	-1,92605	23,90	0,2246	45,18
8	2,47335	3,47905		24,03	0,2163	85,19
9	7,16416	0,30817		24,46	0,1878	71,54

Onde: b_0; b_1 e b_2: parâmetros dos modelos; CV%: coeficiente de variação; R^2aj: coeficiente de determinação ajustado.

Ao aliar os resultados encontrados para as estatísticas dos ajustes com a observação da dispersão dos resíduos, percebeu-se que a equação 2 foi a que apresentou melhor ajuste e uma menor discrepância dos resíduos como demonstra a Figura 1, em função disso, essa equação foi a escolhida para estimar a altura de *L. divaricata.*

Visando selecionar modelos matemáticos para estimar a altura de ipê-branco e ipê-roxo em função do diâmetro à altura do peito, Azevedo et al. (2011) testaram treze modelos hipsométricos, e perceberam que entre eles o modelo de Curtis foi o mais adequado para essa variável, equação esta que também teve um bom desempenho no presente trabalho, no entanto o seu desempenho foi superado pela equação 2.

Com o objetivo de selecionar modelos matemáticos adequados para estimar a altura de candeia (*Eremanthus erythropappus*) Araújo et al. (2012) testaram dez modelos hipsométricos, e perceberam que os modelos de Henricksen, Stofells, Assmann, Trorey e Curtis foram os mais adequados na estimativa dessa variável, o que não condiz com o presente trabalho, e pode ser explicado pelo fato das espécies estudadas serem diferentes.

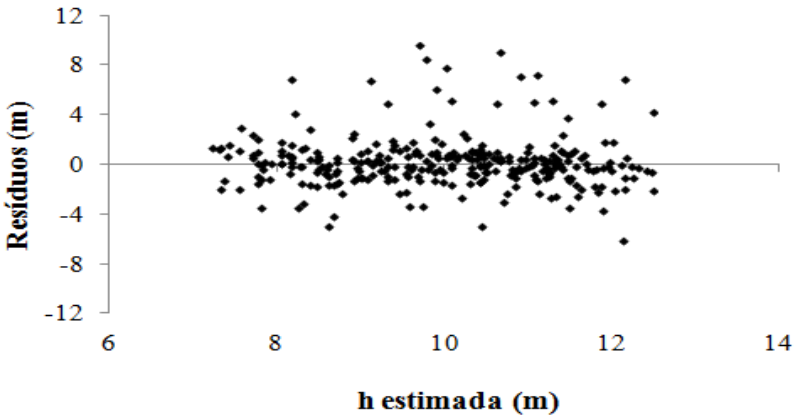


Figura 1- Distribuição dos resíduos em função da altura total estimada pela equação $1/\sqrt{(h_i)} = 0,25842 + 0,53882.\ (1/d_i)$ de indivíduos de *L. divaricata*. Dois Vizinhos, Paraná.

Ao realizar o teste t da análise de covariância (Tabela 3), o modelo que descreveu a relação hipsométrica para as árvores com vitalidade 2 não diferiu em inclinação e nível das árvores com vitalidade 3 ao nível de 5% de probabilidade de erro, demonstrando assim que o modelo que descreve a relação hipsométrica para as árvores dessas duas vitalidade possuem a mesma tendência e nível de crescimento.

Tabela 3 – Análise de covariância da equação $1/\sqrt{(h_i)} = 0{,}25842 + 0{,}53882.\ (1/d_i)$ para verificar a influência da vitalidade de copa na relação hipsométrica de *L. divaricata*, Dois Vizinhos-PR.

Parâmetro	Valor estimado	Erro	Valor de t	Pr > |t|
*dap** v1	-0,3431	0,1659	2.07	0,0395
*dap**v2	0,0366	0,1345	0,27	0,7856
*dap**v3	-	-	-	-
Parâmetro	Valor estimado	Erro	Valor de t	Pr > |t|
v1	0,0245	0,0183	1,34	0,1809
v2	- 0,0134	0,0178	0,75	0,4542
v3	-	-	-	-

Em que: dap = diâmetro a altura do peito; v = vitalidade de copa; valor de t= valor de t calculado para a variável dependente; Prob.> │t│ = nível de probabilidade de erro. Erro= erro padrão.

Isso demonstra que a vitalidade de copa tem grande importância no desenvolvimento das árvores o que de acordo com Barros et al. (2002) e Bartoszeck et al. (2002) influencia a relação hipsométrica. Prodan et al. (1997) *apud* Bartoszezck et al. (2004) ressaltam que mesmo em povoamentos homogêneos, a relação hipsométrica pode variar, portanto o ajuste de apenas uma equação pode ser pouco preciso, uma vez que dentro desta estariam englobadas outras diversas relações hipsométricas, o que pode levar a grandes variações em torno da linha de regressão da altura sobre o diâmetro. Para tanto, o ajuste de equações independentes para cada grupo com características semelhantes torna-se uma forma de solucionar este problema, como ocorreu no presente trabalho.

Além disso, Cunha (1994) e Barra et al. (2004) destacam ainda que o agrupamento de árvores em função da homogeneidade das mesmas, permite avaliar de maneira mais detalhada a produção do povoamento, facilitando assim o planejamento de empresas florestais.

Na Figura 2 – A encontram-se representados os valores observados para as diferentes vitalidades de copa, onde percebe-se que a vitalidade 2 e 3 apresentam desempenho muito semelhante, comprovando o que foi descrito acima. Na Figura 2 - B, pode-se observar duas relações hipsométricas, uma para a vitalidade 1, e outra para as vitalidades 2 e 3.

Nota-se que de maneira geral os indivíduos com vitalidade 1 são os mais altosem função da boa condição da copa dessas plantas e da fitossanidade da mesma. No entanto, as vitalidades 2 e 3 não se diferem, mostrando que árvores com vitalidade média ou ruim tem desenvolvimento semelhante.

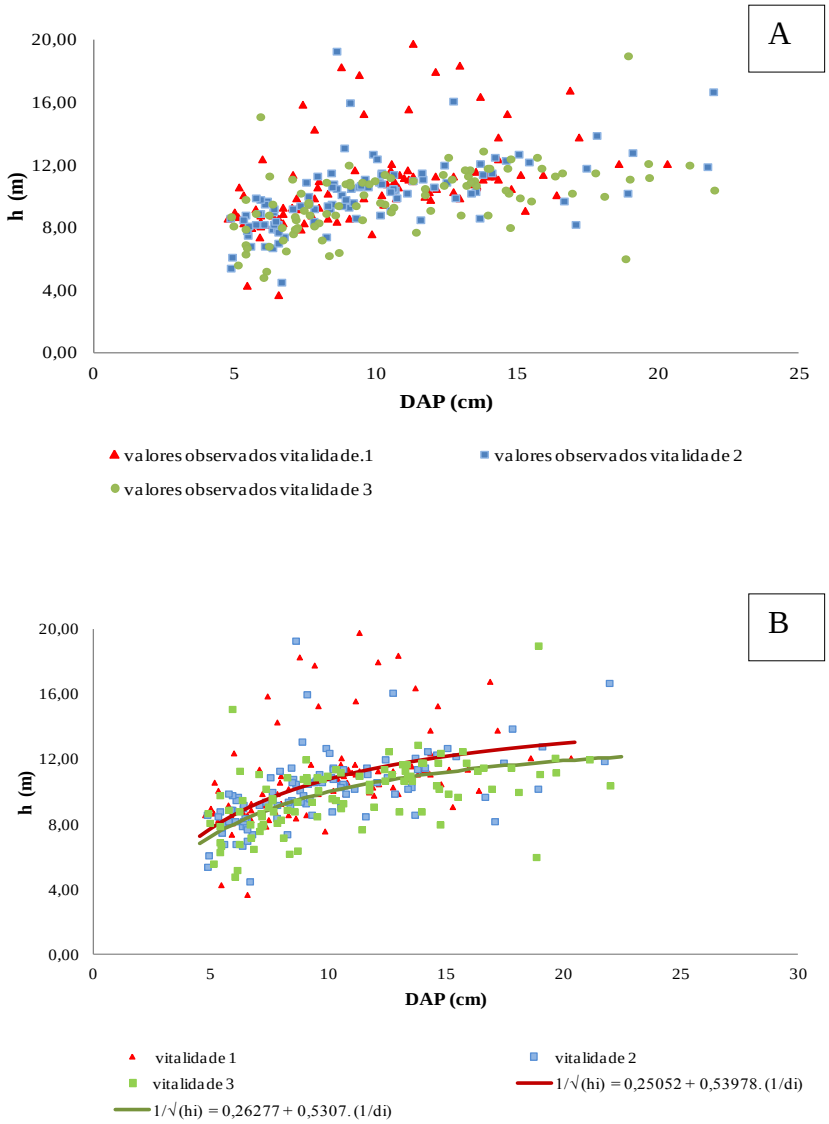


Figura 2 - A) Alturas observadas em função do diâmetro para *Luehea divaricata* em três vitalidades de copa. B) Comparação do ajustamento da relação hipsométrica $1/\sqrt{(h_i)} = 0{,}25052 + 0{,}53978.\ (1/d_i)$ para vitalidade 1, e $1/\sqrt{(h_i)} = 0{,}26277 + 0{,}5307.\ (1/d_i)$ para vitalidades 2 e 3.

4. Conclusão

Conclui-se que o modelo $1/\sqrt{(h_i)} = 0{,}25842 + 0{,}53882.\ (1/d_i)$, foi o melhor para estimar a altura de *Luehea divaricata* em função do diâmetro à altura do peito, e que as árvores pertencentes às vitalidades de copa 2 e 3 não diferiram em inclinação e nível.

Referências bibliográficas

ARAÚJO, E. J. G. et al. Relação hipsométrica para candeia (*Eremanthus erythropappus*) com diferentes espaçamentos de plantio em Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira.** Colombo (PR). v. 32. n.71, p. 257-268, 2012.

AZEVEDO, G. B. et al. Seleção de modelos hipsométricos para quatro espécies florestais nativas em plantio misto no Planalto da Conquista na Bahia. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia (GO). v. 7. n.12, p. 1-13, 2011.

AZEVEDO, T. L. **Ajuste de equações hipsométricas e volumétricas para um povoamento de *Eucalyptus* sp, localizado na floresta nacional do Ibura, Sergipe**. 2009. 49 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Departamento de Ciências Florestais. Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2009.

BARRA, O.S. V.et al. Proposta metodológica para o ajuste ótimo da distribuição diamétrica Weibull 3P. **Revista Floresta**. Curitiba (PR). v. 34, n.3, p. 387-393, 2004.

BARROS, D. A.; MACHADO, S. A.; ACERBI JÚNIOR, F. W.; SCOLFORO, J. R. S.; Comportamento de modelos hipsométricos tradicionais e genéricos para plantações de *Pinus oocarpa* em diferentes tratamentos. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo (PR), n.45, p. 3-28, 2002.

BARTOSZECK, A. C. P. S.; MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; OLIVEIRA, E. B. Modelagem da relação hipsométrica para bracatingais da região metropolitana de Curitiba-PR. **Revista Floresta**. Curitiba (PR). v. 32, n.2, p. 189-204, 2002.

BARTOSZECK, A. C. de P.; MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; OLIVEIRA, E. B. Dinâmica da relação hipsométrica em função da idade, do sítio e da densidade inicial de povoamentos de bracatinga da região metropolitana de Curitiba, PR. **Revista Árvore.** Viçosa (MG). v. 28, n.4, 517-533, 2004

BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z. do; MARQUESINI, M. Desempenho de modelos de relações hipsométricas: estudo de três tipos de floresta. **Scientia Forestalis**, n.60, p.149- 163, dez. 2001.

CARVALHO, P. H. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, v. 1, 2003. 1039 p.

CUNHA, U. S. **Distribuições diamétricas e relações hipsométricas de uma floresta tropical úmida de 100 ha, Estação Experimental de Curuá-Uma, Santarém – Brasil**. 1994. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1994.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa: Rio de Janeiro, 2006, 306 p.

IAPAR. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas Climáticas do Paraná:** Classificação climática. 2010. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>. Acesso em: 18 de março de 2015.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008, 384 p.

ROSSI, A. S.; DRESCHER, R.; PELISSARI, A. L.; LANSSANOVA, L. R.; Relação hipsométrica e crescimento de *Tectona grandis* L.f. no município de Monte Dourado, Pará. **Scientia forestalis.** Piracicaba (PR), v. 39, n. 91, p. 301-307, 2011.

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,** Santa Maria (RS), v. 6, n. 3, p. 319-327, 2006.

WEBER, V. P. **Relação Morfométrica e de Competição no Crescimento de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex Nees) Liberato Barroso na região central de Santa Catarina**. 2013. 101 f. Tese (Doutorado Engenharia Florestal). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2013.

Incremento médio anual de dez progênies de *Pinus taeda*L. no Norte do Estado de Santa Catarina

Mean annual increment of ten progenies of *Pinustaeda* L. in North of Santa Catarina State

Gustavo Friederichs[1]
Augusto Friederichs[1]
Diego Fernando Roters[1]
Ana Cláudia Casara[1]
Walter Borges Júnior[1]

[1]Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC/CAV, Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro, Lages - SC, 88520-000. E-mail: gustavofriederichs@hotmail.com; augustofriederichs@hotmail.com; diegoroters@yahoo.com.br; anainhacasara@hotmail.com; waltersbjr@hotmail.com

RESUMO: O *Pinus taeda*L., espécie muito utilizada para cultivos florestais no sul do Brasil, tem a importância de suprir a necessidade de madeira de indústrias, papel e celulose. Há no mercado brasileiro, diversas procedências e progênies de sementes de *Pinus taeda* L., porém o que se deve buscar em qualidade de material é exatamente o melhoramento que a população base do material teve. O objetivo deste trabalho foi buscar materiais de empresas florestais da região norte catarinense, com o objetivo de avaliar o incremento médio anual, aos oito anos de idade. O incremento médio anual médio foi de 39,3088 e 35,2000 m^3 ha^{-1} ano, variando entre 35,2000 m^3 ha^{-1} ano e 46,5125 m^3 ha^{-1} ano, com a avaliação realizada oito anos após o plantio em solo Cambissolo Húmico Alumínicosaprolítico. A progênie que apresentou o melhor resultado, segundo a análise estatística, foi da empresa A, de pomar clonal de sementes de primeira geração.
Palavras chaves: melhoramento florestal;procedências; sementes florestais; pomar clonal de sementes.

Abstract: The *Pinus taeda* L. is a specie widely used for forestry in South of Brazil, and its importance is to supply the necessity of timber for industries, paper and cellulose. There are available in the Brazilian market many origin and progenies of seeds of *Pinus taeda* L., however what should be looked for materials is quality that the plant breeding could provide. The aim of this study was to define materials of different forestry companies of the region North of Santa Catarina State, analyzing the mean annual increment after 8 years of planting date. The mean annual increment was 39,3088 and 35,200 m^3 ha^{-1} year, ranging 35,2000 m^3 ha^{-1} year e 46,5125 m^3 ha^{-1} year with the measurement realized 8 years after the planting date. The progeny that showed the best result according the statists was company A, of the clonal seed orchard of first generation.
Key words: forest improvement;provenance; forest seeds; clonal seed orchard.

1. Introdução

O melhoramento genético é aplicação de técnicas de seleção e recombinação, com vistas ao aumento da frequência dos alelos favoráveis das características de interesse em uma dada população, segundo Pires e Resende (2011).

Vários são os métodos de produção de sementes melhoradas em espécies florestais, alguns são utilizados em florestas nativas ou povoamentos implantados, outros estão associados a experimentos com progênies e clones (HIGA e SILVA, 2006).

Os testes de progênies são utilizados comumente para se estimar valores genéticos de matrizes e a classificação de matrizes pelas “performances” das suas progênies (ROUTSALAINEN e LINDGREEN, 1998). Os testes de progênies, que envolvem famílias de polinização livre, são amplamente utilizados, dado o seu baixo custo e o grande número de informações recebidas, assim como pela possibilidade de serem transformados em pomares de sementes por mudas (KITZMILLER, 1983).

Os programas de melhoramento florestal, em geral, seguem os seguintes passos: seleção da espécie, teste de procedências da espécie de maior potencial, teste de progênies das

melhores procedências e hibridação ou seleção em teste de progênies. Uma das etapas fundamentais em programas de melhoramento genético florestal é a análise dos testes de progênies que permitem quantificar a herança de caracteres quantitativos de valor econômico, bem como estimar ganhos genéticos esperados pela seleção (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992).

Segundo Adams et al. (2001), o *Pinus taeda* L., espécie florestal mais cultivada no sul do Brasil, apresenta características de reprodução que dificultam o seu melhoramento: longo ciclo do melhoramento, superior a dez anos no sul e sudeste do Brasil. De modo geral, em empresas florestais, acabam sendo testados um reduzido número de progênies por geração, resultando em ganhos genéticos reduzidos.

O *Pinus taeda* L. apresenta ciclos de produção específico para determinados fins industriais da madeira, sendo o ciclo curto de 16 a 18 anos e, ciclo longo de 20 a 25 anos, com desbastes ao longo do período (ACR, 2014).

Ferreira (2005), na região do planalto norte e norte do estado de Santa Catarina, empresas florestais têm obtido ganhos de incremento elevados, superiores à 40 m^3 ha^{-1} ano em madeira verde com casca, aos 18 anos de idade e, com densidade de 1600 indivíduos ha^{-1}. Já Schultz (1997) relata dados de incremento de 69,3 m^3 ha^{-1} ano (9 anos de idade) para a mesma região, sendo que tal produtividade, nos Estados Unidos da América (Carolina do Sul), foi obtida somente aos 15 anos de idade.

Ainda segundo ACR 2014, o material genético disponível nas empresas florestais catarinenses tem alto potencial de produção chegando a 44 m^3 ha^{-1} ano para o *Pinus taeda* L, este índice sendo em até 40% superior à média nacional, 60% superior à média da América Latina e mais que o dobro da produtividade verificada em sua região de origem, os Estados Unidos da América.

Desta forma, o objetivo do presente estudo é avaliar as diferenças em incremento médio anual de dez progênies de *Pinus taeda*, de oito anos de idade, oriundas de seis diferentes empresas florestais da região do norte do estado de Santa Catarina.

2. Metodologia de trabalho

2.1 Material e área de estudo

Sementes de Pinus (*Pinus taeda* L.) foram adquiridas de seis empresas florestais que comercializam materiais genéticos na região Sul do Brasil. As sementes foram semeadas em agosto de 2004, em tubetes de volume de 50 cm^3 contendo substrato com uma mistura de casca de pinus composta e carbonizada, fibra de coco, vermiculita, calcário, adubo NPK e adubo de liberação lenta (osmocote).

O ciclo de produção em viveiro florestal foi de 180 dias, sendo 60 dias em casa de vegetação e, 120 dias em área de rustificação. As mudas foram classificadas seguindo normas próprias da empresa florestal.

Após o final do ciclo de viveiro as mudas (indivíduos) foram levadas para o plantio em campo no Planalto Norte Catarinense com solo Cambissolo húmico (alumínicosaprolítico) predominante.

2.2 Delineamento experimental e coleta de dados

O material genético utilizado no presente estudo é descrito noQuadro 1. Em campo foram instalados 6 blocos, contendo 49 repetições por tratamento (Empresa) em cada bloco. O espaçamento utilizado em campo foi de 2,5 m x 2,5 m (1600 indivíduos por hectare), totalizando uma área de 18400 m^2 (2940 indivíduos).

Tratamento	Empresa	População de produção	Geração	Progênie
T1	A	Pomar de Sementes Clonais	1ª	A
T2	B	Pomar de Sementes Clonais	1ª	A
T3	C	Pomar de Sementes Clonais	1ª	A
T4	D	Pomar de Sementes Clonais	1ª	A
T5	E	Pomar de Sementes Clonais	1ª	A
T6	F	Pomar de Sementes Clonais	1ª	A
T7	B	Área de Produção de Sementes	-	A
T8	C	Pomar de Sementes Clonais	2ª	A
T9	E	Pomar de Sementes Clonais	1ª	B
T10	F	Pomar de Sementes Clonais	1ª	B

Quadro 1. Material genético avaliado.
Frame work1. Genetic material evaluated.

Os tratos silviculturais aplicados no experimento foram:

- Eliminação da matocompetição através da capina química e mecânica, duas vezes ao ano;
- 1ª desrama, ao terceiro ano de idade (1/3 inferior da copa);
- 2ª desrama, ao sexto ano de idade (1/3 inferior da copa);

A coleta de dados foi realizada em agosto de 2012, 8 anos após o plantio, tomando-se as medidas: diâmetro à altura do peito (D.A.P.) de todos indivíduos do experimento e; altura total de 20% dos indivíduos de cada tratamento.

Para a obtenção do volume individual (Vi) foi utilizada a Equação 1. Através da Equação 2, obteve-se o volume total (Vt) para cada tratamento. O incremento médio anual (IMA) foi obtido através da Equação 3.

$$Vi_{\,m^3} = \left(\frac{\pi * DAP^2{}_{cm}}{40000}\right) * Ht_{\,m} * ff$$

(Eq. 1)

Onde: Vi: volume individual, m^3; π: valor pi ~ 3,141516; DAP: diâmetro à altura do peito, cm; Ht: altura total, m; ff: fator de forma 0,47.

$$Vt_{\,m^3/ha} = Vi_{m^3} * 1600_{indivíduos/ha}$$

(Eq. 2)

Onde: Vt: volume total por unidade de área, $m^3.ha^{-1}$;

$$IMA_{\,m^3/ha/ano} = \left(\frac{Vt_{m^3/ha}}{Ir_{anos}}\right)$$

(Eq. 3)

Onde: IMA: incremento médio anual, $m^3.ha^{-1}.ano$; Vt: volume total, $m^3.ha^{-1}$; Ir: idade referência da coleta dos dados ~ 8 anos, anos.

Após a obtenção dos dados de volume individual, volume total e incremento médio anual, foi aplicado o teste de *Tukey* para a obtenção da diferença significativa entre os tratamentos avaliados.

3. Resultados e Discussão

O incremento médio anual (IMA) apresentou amplitude de 11,2074 $m^3.ha^{-1}$ ano entre o melhor (T1) e pior (T10) tratamento, conforme a Tabela 1.São consideradas de IMA superior as progênies de T1, T2, T7 e T10, enquanto as progênies T3, T4, T5, T6, T8 e T9 são inferiores.

Tabela 1. Produtividade das progênies estudadas, aos 8 anos de idade.
Table 1. Productivity of 8-years-old progenies studied.

Tratamento	Empresa	Vi	Vt	IMA
T1	A	0,2059	329,5080	41,1885 a
T2	B	0,2046	327,4344	40,9293 a
T3	C	0,1932	309,0592	38,6324 b
T4	D	0,1904	304,6056	38,0757 b
T5	E	0,1851	296,1760	37,0220 b
T6	F	0,1769	283,0688	35,3836 b
T7	B	0,2059	329,3760	41,1720 a
T8	C	0,1914	306,2224	38,2778 b
T9	E	0,1835	293,5776	36,6972 b
T10	F	0,2330	372,7280	46,5910 a

Onde: Vi: volume individual, m^3; Vt: volume total, $m^3.ha^{-1}$; IMA: incremento médio anual, $m^3.ha^{-1}$.ano. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de *Scott knott*, ao nível de 5% de probabilidade.

Resende (2011) destaca que ganho em IMA está relacionado a indivíduos com fustes retilíneos, menor incidência de bifurcações, menor percentual de galhos grossos e ângulo de inserção, resultando em melhores índices de aproveitamento da madeira na indústria. Ainda, o mesmo autor cita que para as espécies de *Pinus*, os efeitos de dominância são, aparentemente, de baixa magnitude para características de crescimento (volume de madeira, altura e diâmetro das árvores), os efeitos das capacidades específica de combinação não são importantes, e a capacidade geral de combinação dos genitores é uma boa preditora da média do cruzamento entre eles.

Observa-se que a progênie T10 da(Empresa F), com sementes oriundas de pomar de sementes clonal de primeira geração, apresentou superior volume total (Vt) aos 8 anos de idade, sendo ainda superior em 13,1% em relação ao T1 (Empresa A) e 26,9% superior em relação à progênie com o menor Vt observado no estudo (T6).

A Empresa B apresentou materiais genéticos com valores de IMA acima da média das progênies estudadas, sendo ainda a progênie T7, de área de produção de sementes de maior produtividade em relação a progênie T2, de pomar de sementes clonais.

Em média, os melhores valores de IMA são encontrados para a Empresa A,Empresa B e Empresa F (T10). A Empresa C, que possuiu material genético de primeirageração, apresentou Vt de 309,0592$m^3.ha^{-1}$,sendo ligeiramente superior ao seu próprio material de segundageração. A Empresa C também apresentou progênie com melhor Vt que a Empresa D, Empresa E e Empresa F (T6), todas de material de primeira geração.

A progênie T8, de segunda geração, foi superior de 0,5% a 8,2% em relação às progênies de primeira geração T4, T5, T6 e T9. Ainda T8, foi inferior de 21,7% a 0,9% em relação às progênies T1, T2, T3, T7 e T10.

Observa-se que ambas progênies da Empresa F apresentaram os melhores e piores valores de Vt e IMA observados, porém com diferença estatística entre si. As progênies T3, T4, T5, T6, T8 e T9não apresentaram diferença estatisticamente para o IMA.

As progênies T2, T3, T7 e T10 (Empresa A, EmpresaB e Empresa F) não apresentaram diferenças estatísticas para o IMA, sendo superiores àsdemais progênies estudadas O T6, progênie de pomar de produção de sementes de 1ª geração, apresentou IMA 7,3% inferior à média da variável para as dez progênies estudadas. Porém, apenas 3,7% inferior ao T9, penúltimo menor IMA.

4. Conclusão

Com o presente estudo pode-se concluir que: o incremento médio anual de dez progênies testadas na região norte de Santa Catarina, aos oito anos de idade, varia entre 46,5910 $m^3.ha^{-1}$.ano e 35,3836 $m^3.ha^{-1}$.ano. O resultado esperado para progenie de segunda geração, não foi superior a determinadas progênies de primeira geração e, ainda inferior à progenie de área de produção de sementes.

Referências

ADAMS, W. T.; AITKEN, S. N.; JOYCE, D. G.; HOWE, G. T.; VARGAS-HERNANDEZ, J. Evaluating efficacy of early testing for stem growth in Coastal Douglas-fir. **Silvae Genética**, v. 50, n. 3-4, p. 167-175, 2001.

ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE EMPRESAS FLORESTAIS (ACR). **Anuário estatístico base florestal para o estado de Santa Catarina**. Ano base 2013. Lages, 2014, 96p.

FERREIRA, A. R. **Análise genética e seleção em testes dialélicos de *Pinus taeda* L**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Pós-graduação em Engenharia Florestal, Curitiba, 2005, 220p.

HIGA, A. R.; SILVA, L. D. **Pomarde sementes de espécies florestais nativas**. 1 ed. Curitiba: FUPEF, 2006, v. 1, p. 1-266.

KAGEYAMA, P. Y, et al. Metodologia para seleção e avaliação de árvores superiores de *Pinus taeda*. **IPEF**, Piracicaba, 1979, 23p, n.55.

KITZMILLER, J.H. Progeny testing: objectives and design. In: SERVICE WIDE GENETIC WORKSHOP, 1983, Charleston. **Anais de Proceedings...** Charleston, South Carolina, 1983. p. 231-247.

PIRES, I. E.; RESENDE, M. D. V. **Genética florestal**. SIF: Viçosa, 2011. 318p.

ROUTSALAINEN, S., LINDGREEN, D. Predicting genetic gain of backward and forward selection in forest tree breeding. **SilvaeGenetica**, v.47, n.1, p.42- 50, 1998.

SCHULTZ, R. **Loblolly pine: the ecology and culture of loblolly pine (*Pinustaeda* L.)**. USDA Agricultural Handbook 713. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 1997.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P.**Genética biométrica no fitomelhoramento**.Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

Modelos de equações de altura e diâmetro e relações hipsométricas para plantações de *Eucalyptus urophylla* do município de Dois Vizinhos-PR.

Models of height and diameter equations and hypsometric relations for *Eucalyptus urophylla* plantations in the City of Two Neighbors-PR.

Mycheli Preuss da Cruz[1]
Kemely Alvez Atanazio[2]
Douglas Marcolin[3]
Jeferson Malagi[4]

[1] UTFPR, Estrada para Boa Esperança, Km 04 CEP 85660-000 - Dois Vizinhos - PR, mychelipreuss@outlook.com

[2] UTFPR, Estrada para Boa Esperança, Km 04 CEP 85660-000 - Dois Vizinhos - PR, , kemely_alves@hotmail.com

[3] UTFPR, Estrada para Boa Esperança, Km 04 CEP 85660-000 - Dois Vizinhos – PR,douglasmarcolin@hotmail.

[4] UTFPR, Estrada para Boa Esperança, Km 04 CEP 85660-000 - Dois Vizinhos - PR, ; jefermalagi@hotmail.com

Resumo: Conduziu-se esse trabalho com o objetivo de ajustar e selecionar modelos de relação hipsométrica (h/d), de um povoamento de *Eucalyptus urophylla*, com dados obtidos no município de Dois Vizinhos-PR. Neste trabalho utilizou-se dados de altura e diâmetro de eucalipto provenientes de uma plantação com seis anos de idade, e espaçamento de 3 x 2 metros, totalizando 1666 árv/há. Os dados foram medidos com auxílio do hipsômetro vertex e suta dendrométrica, após dados foram rodados no programa estatístico SAS para observar o modelo e feita a avaliação do gráfico de dispersão da altura em relação ao diâmetro das árvores. Foram coletados alturas e diâmetros de 75 árvores, no mês de janeiro de 2015. De acordo com os resultados conclui-o se que o modelo que foi mais satisfatório para este povoamento foi a equação 3, por apresentar significância a 1% e 5% de probabilidade de erro e pelos indicativos como o menor Coeficiente de variação (CV), menor Desvio padrão (S), com um F calculado (F) alto e consequentemente um alto coeficiente de determinação ajustado (R^2aj).
Palavras chaves: modelos de regressão, estatística, inventario, exóticas.

Abstract: Was conducted this work in order to adjust and select models of hypsometric ratio (h / d), of a stand of eucalyptus urophylla with data obtained in the city of Two Neighbors-PR. In this study we used the height data and eucalyptus diameter from a planting six years of age, and spacing of 3 x 2 meters, a total of 1666 tre / ha. The data were measured with the aid of vertex hypsometer and caliper dendrometric, after data have been shot in the SAS statistical program to observe the model and made the evaluation of the height scatter plot relative to the diameter of the trees. Were collected height and diameter of 75 trees, in January 2015. According to the results concluded that the model that was more suitable for this settlement was the equation 3, due to its significance at 1% and 5% probability of error and the indicative as the lowest coefficient of variation (CV), lower standard deviation (S), with a calculated F (F) high and consequently a high coefficient of determination adjusted (R^2aj).
Keywords: hypsometric models, statistics, inventory,exotic species.

1. Introdução

O setor florestal brasileiro se encontra em expansão e competindo casa vez mais com o mercado mundial de produtos florestais.As diversas espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* apresentam altíssimo nível produtivo e excelente qualidade da sua madeira,colocando a silvicultura brasileira como a mais avançada do mundo (HIGA et al. 2000).

Assim, estudo vem sendo desenvolvidos e utilizando a amostragem e a modelagem para melhor mensurar e determinar altura, diâmetro e volume dos povoamentos florestais, facilitando a obtenção de dados e estimativas no inventario florestal.

A relação hipsometrica tem importante papel no inventario floresta, uma vez que diminui o tempo e custo de medição das árvores, tornando está uma operação mais econômica e precisa. De acordo com Scolforo (1993), a relação hipsométrica compreende um aspecto importante a ser considerado no sistema de coleta de informações, pois a altura é uma variável difícil de ser mensurada, implicando em maior tempo para a sua mensuração, além de aumentar a margem de erro na coleta dessa informação.

Estabelecer um modelo de relação hipsometrica, onde as alturas das árvores de um povoamento florestal podem ser estimadas a partir do DAP, trás vários benefícios ao inventario florestal. Também segundo ZANON et al (1996), como nos inventários florestais a medição do diâmetro é muito mais fácil de ser obtida em comparação à altura, em seguida, conhecendo-se a altura total e o DAP de cada árvore da parcela pode-se estimar o volume de cada uma, através das equações de volume.

Esse tipo de procedimento de analise estatístico é muito comum nos povoamentos florestais, visivelmente nos plantios de *Eucalytpus* e *Pinus*. Nesses gêneros, vários modelos já foram testados e são correntemente utilizados pelas empresas florestais no país (SILVA et al, 2007). As técnicas de amostragem são influenciadas por diversas variáveis tais como: idade, região de plantio, sistema de amostragem, densidade, tamanho da copa e posição sociológica. Assim é necessário haver cuidado na coleta de dados e escolha das árvores em vista desses vários fatores, onde os procedimentos de campo devem ser feitos de maneira criteriosa, de modo a evitar superestimar ou subestimar os dados. (SILVA et al, 2007).

O uso de equações hipsométricas tem sido cada vez mais frequente em procedimentos do inventário florestal, tornando-o mais econômico e, na maioria das vezes, tão preciso quanto o realizado medindo-se a altura de todas as árvores da parcela (MACHADO, 1993). No entanto um aspecto que deve ser considerado é qual o melhor modelo a ser utilizado para cada povoamento. A comparação do desempenho de diversos modelos é uma praxe na pesquisa e na prática de inventário florestal, já que exitem muitos modelos de relação hipsométrica citados na literatura florestal, porém esses devem ser analisados testados e ajustados, para cada povoamento, para que possa haver precisão e eliminação de erros. (SOUZA et al, 2007).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo ajustar e selecionar um modelo de relação hipsométrica (h/d) para um povoamento de *Eucalyptus urophylla* situado na zona rual do município de Dois Vizinhos-PR.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Fontes de Dados

O presente estudo foi realizado em um povoamento de *Eucalyptus urophylla* com 6 anos de idade com espaçamento de 3 x 2 metros, totalizando 1666 árv/há. Os dados coletados foram no município de Dois Vizinhos, na comunidade São Valentin. O município está localizado em uma região subtropical úmida, segundo a classificação de Köppen o clima classificado é o Cfa (clima pluvial temperado, com temperatura do mês mais frio variando entre -3ºC e +18ºC, sem estação seca e com temperatura do mês mais quente superior a 22ºC). (EMBRAPA, 2006; MAAK, 1968). O solo do município de Dois Vizinhos é predominantemente Latossolo e Nitossolo, caracterizando solos profundos, porosos e bem permeáveis (EMBRAPA, 2006; MAAK, 1968).

Foram coletados alturas e diâmetros de 75 árvores, no mês de janeiro de 2015. Sendo este plantio da cooperativa florestal a Flor Coop,a forma das unidades amostrais utilizadas foi à quadrada. As variáveis mensuradas foram a altura (h) medida com auxílio do hipsômetro Vertex e o diâmetro à altura do peito (DAP) com suta dendrométrica de 60 árvores individuais.

Após a coleta, os dados foram analisados no pacote estatístico SAS versão 9.2 (*Statistical Analysis System*) e Microsoft Office Excel® 2007. A análise de correlação de Pearson foi realizada pelo procedimento PROC CORR para verificar o grau de relação linear entre as variáveis altura e diâmetro. Para o ajuste da altura total (h) em função do diâmetro à altura do peito (DAP), utilizou-se o procedimento PROC REG sendo que para isso foram testados os modelos de regressão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Modelos hipsométricos testados para estimar altura em função do diâmetro.
Table 1 Hypsometric tested models to estimate time function of the diameter.

Equação	Modelo	Autor
1	d	-
	(i)	
	$h_i = \beta_0 + \beta_1$	
2	$\frac{1}{\sqrt{h_i}} = \beta_0 + \beta_1 + \left(\frac{1}{d_i}\right)$	-
3	$\sqrt{h_i} = \beta_0 + \beta_1 ln(d_i)$	-
4	$ln(h_i) = \beta_0 + \beta_1 ln(1/d_i)$	Curtis

Onde: h=altura do fuste em (m); d=diâmetro à altura do peito em cm; ln=logaritmo neperiano; β0; β1=coeficientes dos modelos.

A seleção da melhor equação foi realizada com base nos critérios estatísticos do coeficiente de determinação (R^2) expressa à quantidade de variação total explicada pela regressão.Quanto mais próximo de 1 forem os valores dos coeficientes de determinação melhor será o ajuste da linha de regressão. Sendo assim, por este critério, seleciona-se o modelo matemático que apresentar o maior valor de R^2Aj. Também foi analisado o coeficiente de variação (CV%), quando menor melhor, maior valor de F calculado e a melhor distribuição dos resíduos no gráfico.

A análise gráfica dos resíduos em um ajuste de regressão é determinante como critério importante de escolha de um modelo, mesmo que as estimativas de ajuste de precisão estejam apresentando valores aceitáveis. A dispersão dos pontos ao longo do eixo da variável independente indica de forma clara se o ajuste subestima ou superestima a variável dependente (MACHADO et al., 2008). Assim, percebe-se que a analise gráfica dos resíduos permite a seleção do modelo matemático de regressão a partir de uma melhor visualização das distribuições.Mesmo que todos os estimadores de ajuste sejam bons indicadores para a escolha do melhor modelo, a análise gráfica de resíduos é decisiva, pois permite detectar se há ou não tendenciosidade, sem superestimar ou subestimar os modelos.

Para seleção do melhor modelo foi elaborado um ranking entre os valores de cada condição analisadas, sendo que, dentro de cada condição, o melhor valor recebeu nota 1, seguindo por notas superiores (2, 3,..) até o pior valor de cada condição. Após a elaboração do ranking, os valores das notas foram somados em cada modelo, sendo que o melhor modelo testado foi aquele que teve o menor somatório de notas.

Para o melhor modelo atribuindo-se pesos as variáveis estatísticas que foram, então, ordenadas de acordo com a sua eficiência, sendo atribuído peso 1 para o modelo mais eficiente, 2 para o segundo e assim sucessivamente, de acordo com a metodologia proposta por Thiersch (THIERSCH, 1997). Após a classificação individual, a pontuação de cada modelo foi somada, sendo selecionados um, no qual foi feito aanálise da distribuição gráfica do resíduo em função do DAP.

Os modelos selecionados através dos critérios considerados foram analisados quanto à distribuição gráfica dos resíduos, com propósito de verificar tendências na estimativa da variável dependente altura.

3. Resultados e Discussões

Os valores dos coeficientes e parâmetros estatísticos provenientes do ajuste dos quatro modelos hipsométricos testados para a estimativa da variável altura, em função da variável independente diâmetro à altura do peito (DAP). Na tabela 2 estão os resultados provenientes dos ajustes das equações testadas que descrevem a relação entre a altura e o diâmetro à altura do peito para *Eucalyptus urophylla.*

Tabela 2. Coeficientes e parâmetros estatísticos das equações ajustadas.
Table 2. Coefficients and statistical parameters of the fitted equations.

Equação	R^2_{aj}	CV	F	β_0	β_1	β_2	Soma das notas
$h_i = \beta_0 + \beta_1 \frac{d}{(i)}$	0,86(4)	14,75 (4)	475,01 (4)	5.32555	1.04146		12
$\frac{1}{\sqrt{h_i}} = \beta_0 + \beta_1 + \left(\frac{1}{d_i}\right)$	0.87 (3)	8.81 (3)	541.17 (3)	0.17209	0.68987		9
$\sqrt{h_i} = \beta_0 + \beta_1 ln(d_i)$	0.92 (1)	6.20 (2)	852.87 (1)	1.00734	1.34836		4
$ln(h_i) = \beta_0 + \beta_1 ln\left(\frac{1}{d_i}\right)$	0.91 (2)	5.04 (1)	799.12 (2)	1.12245	-0.7188		5

Em que: h_i= altura total da i-ésima árvore; d_i=diâmetro a altura do peito da i-ésima árvore; ln = logaritmo natural; $\beta 0$, $\beta 1$, $\beta 2$: parâmetros dos modelos;

Com as equações resultantes dos ajustes dos modelos juntamente com os parâmetros estatísticos usados para avaliação do melhor modelo, verificou-se que o modelo que melhor representa os dados coletados foi a equação 3, que apresentou o menor Coeficiente de variação, CV de 6.20% com um F calculado de 852.87, sendo um numero alto e consequentemente um alto coeficiente de determinação ajustado R^2aj de 0.92%. Na avaliação de todos os parâmetros, esta equação foi a que melhor se comportou. O coeficiente $\beta 0$ e β 1 foram significativos ao nível de 1% e 5% de significância.

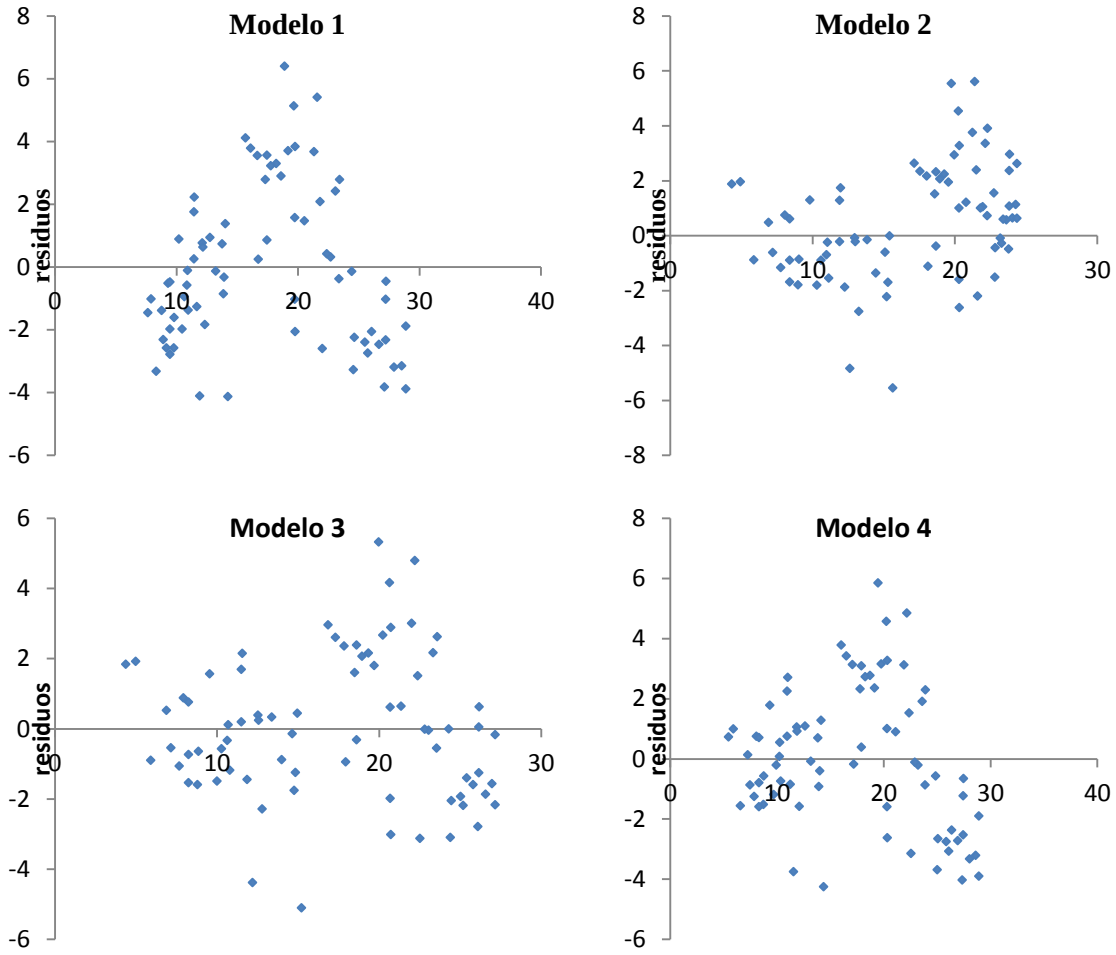


Figura 1. Distribuição gráfica dos resíduos em metros, em função do DAP.
Figure 1. Graphical Distribution of waste in meters, depending on the DAP.

Analisando-se a Figura 1, pode-se observar que as distribuições gráficas de resíduos tiveram comportamento semelhante, com valores residuais enquadrando-se entre 60 e -40%, concentrando maior parte dentro da faixa de 30%. Desta forma conclui-se que as equações 3 apresenta maior precisão para estimar altura em função do diâmetro das árvores, sendo a mesma selecionada e recomendada para povoamentos de *Eucalyptus urophylla* com seis anos de idade na região do sudoeste do Paraná.

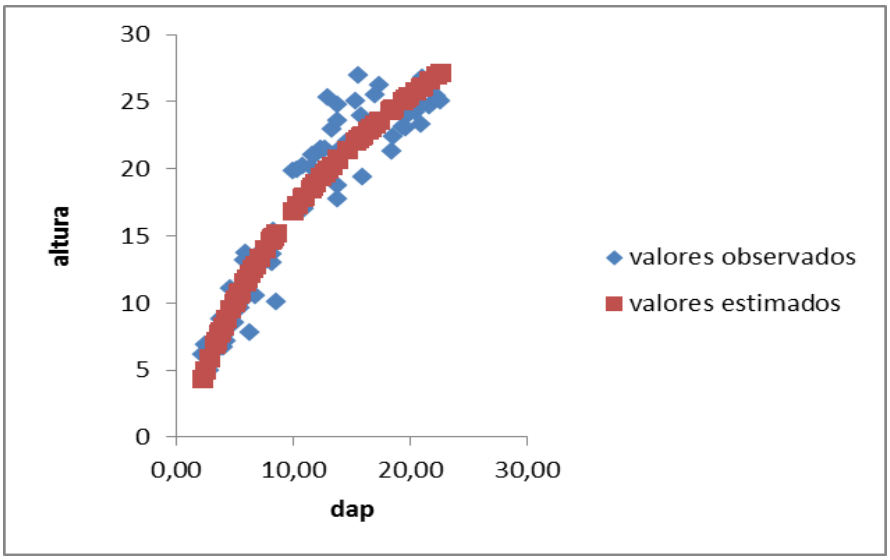


Figura 2: Distribuição dos valores observados e estimados a partir da equação: $\sqrt{h_i} = \beta_0 + \beta_1 ln(d_i)$para *Eucalyptus urophylla.*

Figure 2: Distribution of observed and estimated values from the equation:$\sqrt{h_i} = \beta_0 + \beta_1 ln(d_i)$ for *Eucalyptus urophylla*.

No gráfico acima observamos que existe uma correlação h/d (altura/diâmetro), pois a medida que a altura das árvores v aumenta o diâmetro a altura do peito também aumenta. Percebe-se que a curva média é crescente, no entanto, a partir de 20 m de altura, o Dap mantém-se constante.

No trabalho realizado por Sousa (2013), em um povoamento de *Eucalyptus urophylla*, com cerca de 5 anos de idade, conduzidos sob dois regimes de manejo (alto fuste e talhadia), localizados na Fazenda Bela Vista-BA. Apresentou no regime alto fuste os modelos ajustados apresentaram pouca variação dosparâmetros estatísticos em geral. A maioria dos modelos ajustados apresentou valores de R²aj inferiores a 50%, já no povoamento de talhadia os modelos ajustados apresentaram maior variação do parâmetros, os valores de R²aj variaram de 17,91 a 93,82%. Os modelos de Henricksen e Parabólico são indicados para a estimativa da variável altura total para o povoamento de conduzido sob regime de alto fuste e o modelo de Prodan indicado em povoamento conduzido sob regime de talhadia.

Por outro lado, para um povoamento de *Eucalyptus* sp. localizado na FLONA do Ibura, Sergipe, não foram encontrados resultados satisfatórios para nenhum dos modelos testados, sendo sugerido pelos autores o ajuste de outros modelos. (AZEVEDO et al ,2011). Já um estudo realizado por MIGUEL (2009), em um povoamento implantado pelo sistema convencional de clones de *Eucalyptus urophylla*, localizado no município de Niquelândia, situado na região norte do estado de Goiás onde o modelo de Trorey obteve-o melhor modelo, apresentou maior uniformidade dos resíduos.

Logo Assim fica evidente que, mesmo se tratando da mesma cultivar do gênero *Eucalyptus*, para cada povoamento são encontrados modelos hipsometricos diferentes para estimar a variável altura em função da variável independente diâmetro à altura do peito (DAP). Logo se torna indispensável testar modelos para se obter melhor precisão e eliminação de erro.

4. Conclusão

Com base nos resultados das análises estatísticas realizadas pode-se concluir para povoamentos de *Eucalyptusurophylla*do município de Dois Vizinhos-PR, que quatro modelos matemáticos foram selecionados, de acordo com os critérios estatísticos de ajuste, sendo que podem ser recomendados para a estimativa das alturas do povoamento em questão o modelo 3:

$$\sqrt{h_i} = \beta_0 + \beta_1 ln(d_i)$$

Este, por apresentar significância a 1 e 5% de probabilidade de erro e pelos indicativos como o menor Coeficiente de variação (CV), menor Desvio padrão (S), com um F calculado (F) alto e consequentemente um alto coeficiente de determinação ajustado (R^2aj). Ficou evidenciada também a importância de se testar modelos para cada região, sítios e povoamentospara haver um resultado satisfatório e com qualidade no inventario florestal das respectivas áreas plantadas.

Referências

AZEVEDO, C. P.; MUROYA, K.; GARCIA, L. C.; LIMA, R. M. B.; MOURA. J. B.; NEVES, E. J. M. Relação hipsométrica para quatro espécies florestais em plantio homogêneo e em diferentes idades na Amazônia ocidental. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 39, p. 5-29, 1999.

AZEVEDO, T. L.; MELLO, A. A.; FERREIRA, R. A.; SANQUETTA, C. R.; NAKAGIMA, N. Y. Equações hipsométricas e volumétricas para um povoamento de Eucalyptussp. localizado na FLONA do Ibura, Sergipe. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.** Recife, v.6, n.1, p.105-112, 2011.

BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z. do; MARQUESINI, M. Desempenho de modelos de relações hipsométricas: estudo de três tipos de floresta**. ScientiaForestalis**, n.60, p.149-163, dez. 2001.

GONZÁLEZ, Esteban, Roberto. **Transformação genética de *Eucalyptusgrandis* e do *híbrido E. grandis x E. urophylla* via *Agrobacterium***. 2002. 93 p. Tese (Doutorado de Licenciatura em Genética) - Escola superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

HIGA, R.C. V.; MORA, A. L.; HIGA, A. R.; - Eucalipto na Pequena Propriedade Rural. DOCUMENTOS, 54 ISSN 1517-536X. **Embrapa Florestas**, Curitiba, PR, 2000.
influência de diferentes tamanhos e composições de amostras no ajuste de uma relação hipsométrica para *Eucalyptusgrandis.* Sociedade de investigações florestais. **Revista Árvore,** Viçosa-MG, v.31, n.4, p. 685-694, 2007.

MACHADO, S. A.; BASSO, S. F.; BEVILACQUA JUNIOR, V. G. Teste de modelos matemáticos para o ajuste da relação hipsometrica em diferentes sitios e idades para plantações de *Pinus elliottii*no Estado do Parana. In**: Congresso Florestal Brasileiro,**7., 1993, Curitiba**. *Anais*.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. v.2, p.553-556.

MACHADO, S. do A.; AUGUSTYNCZIK A. do L. D.; SILVA, L. do C.R.; FIGURA,M do A,; PEREIRA, E. do M.; TÉO, S. do J.; Comportamento da relação hipsométrica de Araucariaangustifolia no capão da Engenharia Florestal da UFPR. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.56, p. 5-16, jan./jun. 2008.

MIGUEL, E. P.; **Avaliação biométrica e prognose da produção de *Eucalypstusurophylla*(S.T. Blake) na região norte do estado de Goiás.** Curitiba: UFPR. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, p. 161, 2009.

ROGLIN, A.; PIMENTEL, A.; CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R. Relações hipsométricas para Lauraceae. **In: Simpósio Latino-Americano Sobre Manejo Florestal**,4, 2008, Santa Maria - RS.

SAS.**The SAS System for Windows.**Copyright © 1999-2001 by SAS Institute Inc., Cany, NC, USA. 1999.

SCOLFORO, J. R. Mensuração Florestal 3: Relações quantitativas em volume, peso e a relação hipsométrica. **Lavras, ESAL/FAEPE**, 1993. 292p.

SCOLFORO, J.R.S. Biometria Florestal: Parte I: modelos de regressão linear e não linear; Parte II: modelos de relação hipsométrica, volume, afilamento e peso de matéria seca / José Roberto Soares Scolforo. Lavras: **Anais de Santa Maria: UFSM**, 2008. v. 4. p. 363-367.

SILVA, G. F.; XAVIER, A. C.; RODRIGUES, F. L.; PETERNELLI, L. A.; Análise da

SOUSA, G.T.O; AZEVEDO,G.B, BARRETO, V.C. Relações hipsométricas para *Eucalyptusurophylla*conduzidos sob regime de alto fuste e talhadia no Sudoeste da Bahia. **Scientia plena**, vol9 numero 4. 2013.

THIERSCH, A. A eficiência das distribuições diamétricas para prognose*de Eucalyptuscamaldulensis.* **Lavras**, 1997. 155f

.

WILCKEN, Carlos Frederico; LIMA, Alexandre Coutinho Vianna; DIAS, Thaise Karla Ribeiro; MASSON, Marcus Vinicius; FERREIRA FILHO, Pedro José; DAL POGETTO, Mario Henrique F. A. **Guia Prático de Manejo de Plantação de Eucalipto**. UNESP: Botucatu, SP. 19 p. 2008

ZANON, M. L. B.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R.; KLEIN, J. E. M.; COELHO, M. C. B. Funções para descrever a relação altura e diâmetro de Eucalyptusdunni. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 26, n. 1, p. 87- 90, 1990.

8.5 TRABALHOS DE TECNOLOGIA DE PRODUTOS FLORESTAIS

Variação radial da estrutura anatômica no lenho de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage

Radial variation of anatomical structure of *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage wood

Talita Baldin[1]
Joel Telles de Souza[1]
Walmir Marques de Menezes[1]
Clovis Roberto Haselein[1]
Geraldo FerreiraJunior[2]

[1]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil
talita.baldin@hotmail.com, joeltelles@hotmail.com, walmirmenezessm@hotmail.com, clovis.haselein@ufsm.br

[2]Curso de Engenharia Florestal, Centro de Engenharias (CENG), Fundação Universidade do Oeste de SC (UNOESC), Xanxerê, SC, Brasil.
geraldoferreira568@gmail.com

Resumo: A caracterização da estrutura anatômica do lenho dos eucaliptos é de fundamental importância no que tange a qualidade da madeira, considerando as variações existentes entre e dentro das espécies do gênero.O objetivo desse estudo foi determinar a variação radial da estrutura anatômica nolenho de *Eucalyptus benthamii* at Cambage. Dessa forma, retirou-se um disco na altura de 1,3 metros do solo (DAP) de sete árvores com idade de sete anos e, de cada disco, foram obtidas amostras nas posições 0%, 25%, 50%, 75% e 100% no sentido medula-casca, posteriormente, os parâmetros comprimento e espessura da parede de fibras foram então mensurados. A análise dos resultados permitiu concluir que o comprimento das fibras aumentou na direção medula-casca; a espessura de parede das fibras apresentou variação crescente da medula para a periferia do tronco, porém estatisticamente, a variação não foi significativa. As tendências apresentadas confirmam o padrão anatômico de variação radial comumente evidenciado no gênero *Eucalyptus* L' Her.
Palavras-chave: anatomia da madeira, *Eucalyptus*, fibras, variação radial.

Abstract: The characterization of the anatomical structure of the eucalyptus wood is important as regards the quality of wood, considering the existing variations between and within species of the genus This work aimed to study the radial variation of the anatomical structure of *Eucalyptus benthamii* at Cambage wood. Disk at the height 1,3 meters from de ground (DBH) was removed from each seventrees with seven years of age. In each disc there were taken positions 0 %, 25%, 50%, 75% and 100% the pith-bark, the parameter length and thickness of the fiber wall were then measured. The results allowed to conclude: the characteristics of length of fibers increased from pith-to-bark; the lumen diameter decreased significantly in this direction, the wall thickness of the fibers showed increasing variation from pith to the periphery of the trunk, but it was not significantstatistically. The trends presented confirm the anatomical pattern of variation for the genus *Eucalyptus* L' Her.
Key Words: wood Anatomy, *Eucalyptus*, fibers, radial variation.

1. Introdução

Nas últimas décadas os plantios florestais com espécies de gênero *Eucalyptus* L' Her.têm sido ampliadas em muitos países, principalmente pela excelência das suas propriedades da madeira na fabricação de celulose e papel e na produção de carvão vegetal,bem como pelas elevadas taxas de crescimento das árvores. Notavelmente o eucalipto cada vez mais vem recebendo tratamento científico e conquistando ganhos de qualidade e produtividade por meio das técnicas de melhoramento genético e manejo florestal (NIGOSKI et al., 1998).

Pertencente à família das Myrtaceae, o*Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambageé originário da Austrália. Árvore relativamente alta, que alcança, comumente, 36 m de altura e diâmetros de 50 cm, apresentandomadeira moderadamente dura, adequada para uso em locais protegidos (CUNHA et al., 2005). Conforme Nigoski et al. (1998), tendo em vista que espécies do gênero têm sido usadas em extensos programas de reflorestamento e, o mesmo apresenta boa resistência a geadas, é grande a probabilidade do *E. benthamii*ser utilizado para fins industriais.

Introduzido no Brasil pela Embrapa/Florestas,a espécie mostra-se como promissora em plantios comerciais no sul do país,apresentando, segundo estudos deNigoski et al. (1998), resultados satisfatórios de produtividade em temperaturas muito baixas e com ocorrência de geadas.Segundo Higa e Pereira (2003), nessa região é carente as pesquisas com espécies resistentes e adaptáveis a climas frios, evidenciando a necessidade de trabalhos mais aprofundados na área.

A respeito das variações em termos de estrutura anatômica no sentido medula-casca, Calonego et al. (2005) referem que a responsabilidade portaisvariações deve ser atribuída, majoritariamente, devido àsmudanças no comprimento das fibras e/ou traqueóides; ângulo microfibrilar; proporções dos tipos de células; diâmetro celular e espessura da parede celular.

Dentre os tipos celulares que compõem a madeira de folhosascomo o eucalipto, as fibras mostram-se como o componenteprincipal. Segundo Burger e Richter (1991),essas constituem geralmente a maior porcentagem do lenho (20-80%), desempenhando a função de sustentação mecânica. Sua porção no volume total e a espessura de suas paredes influenciam diretamente na massa específica, no grau de alteração volumétrica e indiretamente nas propriedades mecânicas da madeira.

Como a madeira do eucalipto apresenta uma estrutura heterogênea, resultante, principalmente, das variações de seus elementos anatômicos, torna-se importante determinar os padrões de alterações radiais existentes, visando definir uma utilização mais adequada ao material. Nesse sentido, esse trabalho teve como objetivo estudar a variação radial da estrutura anatômica no lenho de *Eucalyptus benthamii*.

2. Metodologia do Trabalho

A madeira utilizada no estudoé oriunda de um plantio comercial de *Eucalytus benthamii*, localizado na cidade de Ponte Serrada - SC, em uma floresta de um hectare com idade de sete anos.

Para a amostragem foi realizada a derrubada das árvores e,sequencialmente, as amostras retiradas em forma de discos com três centímetros de espessura no diâmetro a altura do peito (DAP). No povoamento florestal, os exemplares foram selecionados aleatoriamente, desconsiderando a linha de bordadura do talhão.

As amostras foram transportadas para o Laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, onde avaliou-se os caracteres anatômicos de comprimento e espessura da parede de fibras.

Para determinar a variação radial do tecido fibroso, obtiveram-se, dos sete discos, pequenos fragmentos de madeira, em cinco posições diferentes (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) no sentido medula-casca. Na dissociação do material,utilizou-se o método Ácido Nítrico-Acético, conforme recomendações de Barrichelo et al. (1983).

Na mensuração do comprimento e da espessura da parede de fibras utilizou-se fotomicroscópio LEICA DM 1000, com ocular graduada. Para tanto, seguiram-se as recomendações proposta pelo IAWA Committee (1989).

Os dados foram processados com auxílio do programa Excel® 2007 e,posteriormente,submetidos à análise de regressãono programa estatístico *Statgraphics*

Plus. Os melhores modelos foram selecionados com base nas estatísticas de coeficiente de determinação ($R^2_{aj.}$), erro padrão da estimativa (S_{yx}), valor de F calculado para o modelo ($F_{calc.}$) e análise gráfica dos resíduos.

3. Resultados e Discussão

Para o lenho de *Eucalyptus benthamii* detectou-se a existência de variação do comprimento de fibras nas cinco posições amostradas. A Figura 1mostra que essa variação é crescente, apresentando valores médios inferiores na região da medula (832,6 µm), seguido de acréscimo até a região da casca (902 µm).

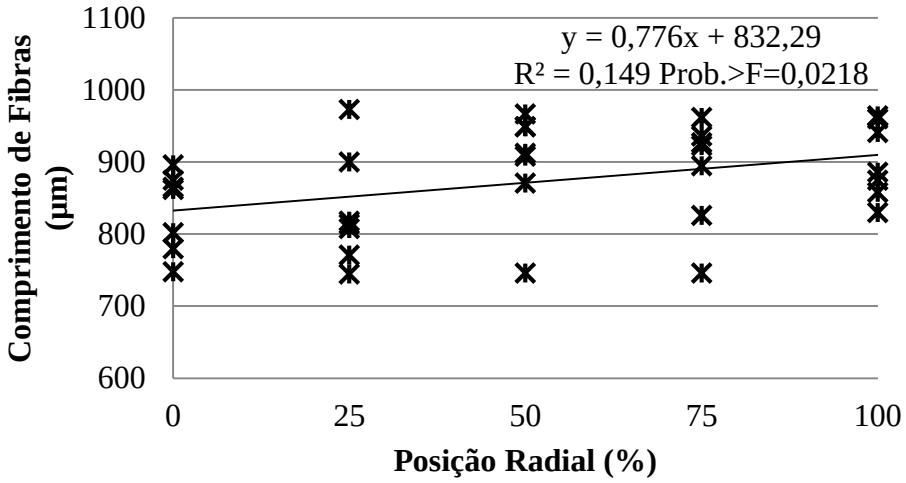


Figura 1. Variação radial do comprimento de fibras das árvores de *Eucalyptus benthamii* em função da posição relativa no sentido medula-casca.
Figure 1. Radial variation of fiber length of trees*Eucalyptus benthamii* depending on the relative position in the pith to bark.

Tomazello Filho (1987)já havia demonstrado resultados semelhantes em pesquisas com *Eucalyptus pellita* F.Muell. O autorobservou a mesma tendência de crescimento das fibras no sentido medula-casca para árvores com 10 anos de idade. Santos (2010) refere, igualmente, em *Eucalyptus saligna* Smith e *Eucalyptus globulus* Labill.

O aumento nas dimensões das fibras do centro até a periferia do tronco é relacionado com a maturação do lenho e, pode ser facilmente explicado pela fisiologia do vegetal. Com o aumento da idade, todos os elementos celulares constituintes da planta sofrem igual acréscimo. Assim as fibras, como também os elementos de vaso e traqueídeos, localizados nas camadas de crescimento mais próximas à medula e, a um dado nível do tronco, apresentam menores dimensões do que aquelas localizadas nas camadas finais de crescimento, nas proximidades da casca.

A estabilização do comprimento das fibras, conforme observado em inúmeras espécies do gênero *Eucalyptus*por Bisset e Dadswell (1950), somente irá ocorrer quando as células do câmbio atingirem comprimento máximo, iniciando a formação da madeira caracterizada como adulta.

Analisando os dados do experimento referentes as dimensões lineares do tecido fibroso, estima-se que a madeira de melhor qualidade será obtida com a utilização de árvores mais velhas, concentrando-se próximo à medula as fibras, de menor comprimento.

Os resultados para a espessura de parede das fibras nas diferentes posições avaliadas, mostraram-se não significativos. A Figura 2demonstra que essa variação no sentido radial é crescente, apresentando valores médios inferiores na região da medula (2,8 µm), seguido de acréscimo até a região da casca (3,1 µm). Essa característica não é suficientemente sensível às variações ocorridas na estrutura da madeira e, da mesma forma, não pode ser usada isoladamente como medida de variação. Resultados semelhantes foram obtidos por Brasil (1972) em pesquisas com *Eucalyptus grandis*, Larson (1994) com espécies do gênero *Gmelina* L.

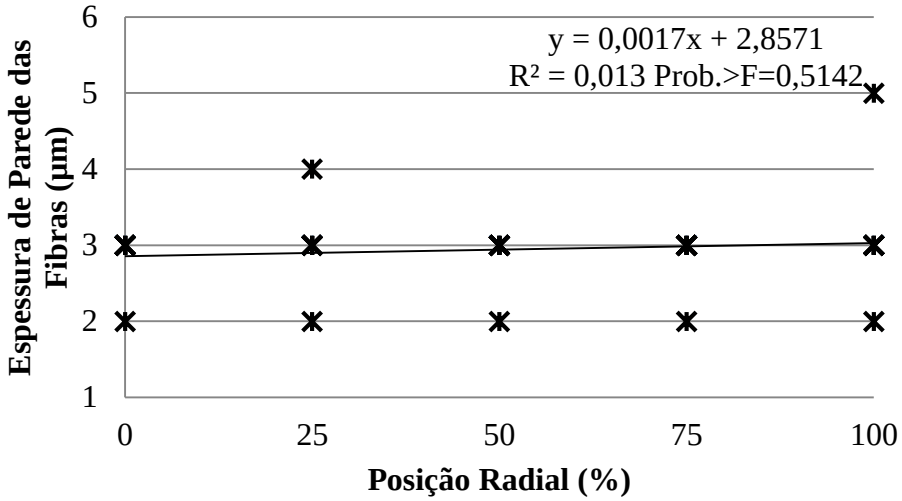


Figura 2. Variação da espessura de parede das fibras das árvores de *Eucalyptus benthamii* em função da posição relativa no sentido radial.
Figure 2. Wall thickness variation of fibers trees *Eucalyptus benthamii* depending on therelative position in the radial direction.

Mesmo apresentando uma tendência de acréscimo no sentido medula casca, os resultados não significativos da espessura da parede das fibras, podem ser explicados pela idade do plantio onde as amostras foram coletadas; com sete anos, as árvores estão em pleno crescimento, apresentando predominância de lenho juvenil, caracterizados por fibras com paredes celulares menos espessas e elevado diâmetro do lúmen.

Para as variáveis anatômicas analisadas, estudos posteriores em exemplares mais velhos de *Eucalyptus benthamii*, poderão inferir em resultados mais promissores, posto queRoque e Tomazello Filho (2009), reportam que as dimensões das fibras na madeira, de modo geral, atingem a estabilidade desejada após o sexto ano, levando em conta as condições edafoclimáticas do local de crescimento da árvore.

4. Conclusões

De acordo com os resultados obtidos para as características anatômicas avaliadas no lenho de *Eucalyptus benthamii* et Cambage, conclui-se que:

• O comprimento das fibras aumenta na direção radial (medula-casca);

• A espessura de parede das fibras também apresentou variação crescente da medula para a periferia do tronco, porém não significativa.

• A tendência apresentada nas dimensões das fibras confirmou o padrão de variação no sentido radial do tronco, evidenciada em espécies de rápido crescimento, como as do gênero *Eucalyptus*;

Referências Bibliográficas

BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O.; MIGLIORINI, A.J. Estudo da variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus* spp. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.28, p.726-31, 1983.

BISSET, I.J.W.; DADSWELL, H.E. The variation of fibre lenght within one tree of *Eucalyptus regnans*. **Australian forestry**, Canberra, v. 13, p. 81-96. 1949.

BRASIL, M.A.M.; FERREIRA, M. Variação da densidade básica e das características das fibras em *Eucalyptus grandis* hill ex maiden ao nível do dap, **IPEF,** n.5, p.81-90, 1972.

BURGER, L.M.; RICHTER, H.G. **Anatomia da madeira.** São Paulo: Nobel, 1991, 154 p.

CALONEGO, F. W.; SEVERO, E. T. D.; ASSIS, P. P. Mensuração do comprimento das fibras para a determinação da madeira juvenil em *Eucalyptus citriodora.* **Scientia Forestalis**, n.68, p.113-121, 2005.

CUNHA, A.C.M.C.M.; WENDLING, I.; SOUZA JUNIOR, L. Produtividade e sobrevivência de minicepas de Eucalyptus benthamii Maiden et Cambage em sistema de hidroponia e em tubete. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 307-310, 2005.

HIGA, R.C.V.; PEREIRA, J.C.D. Usos potenciais do *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. Colombo: **Embrapa Florestas**, p. 4, (Embrapa Florestas, Comunicado Técnico, 100), 2003.

IAWA Committee, WHEELER, E.A.; BAAS, P.; GASSON, P.E. editores. IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification. **IAWA Bulletin**,*v.* 10, p. 219-332, 1989.

LARSON, P.R. **The vascular cambium: development and structure**. Berlin: Springer-Verlag, 1994. 725p.

NISGOSKI, S.; MUÑIZ, G. I. B.; KLOCK, U. Caracterização anatômica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. **Ciência Florestal**, v.8, n.1, 1998.

ROQUE, R. M.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da estrutura anatômica do lenho de árvores de *Gmelina arborea* em diferentes condições de clima e de manejo na Costa Rica. **Scientia Florestalis**., Piracicaba, v. 37, n. 83, p. 273-285, 2009.

SANTOS, P. S. B. dos. **Determinação da massa específica e estudo da variação do comprimento de fibras da madeira de***Eucaliptus saligna* Smith **e***Eucaliptus globulus* Labill. 54 f. Monografia (Conclusão de Curso em Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e estrutura anatômica da madeira do *Eucaliptus globulus*,*Eucaliptus pellita* e *Eucaliptus acmenioides.* **Instituto dePesquisas e Estudos Florestais**,v.36:35, p. 42, 1987.

Análise preliminar do lenho de espécies do gênero *Calycophyllum* A. DC. (RUBIACEAE)

Preliminary analysis of the wood of the genre *Calycophyllum* A. DC species. (RUBIACEAE)

Talita Baldin[1]
José Newton Cardoso Marchiori[2]

1 – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil
talita.baldin@hotmail.com

2 – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil
marchiori@pq.cnpq.br

Resumo: É descrita a estrutura anatômica, sob enfoque qualitativo, da madeira de *Calycophyllum candidissimum* (Vahl) DC. e *Calycophyllum multiflorum* Griseb., com base em material procedente de Jodrell Laboratory (KewGardens, Londres), Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo (IPT), e da Universidade alemã Black Forest Academy (BFA). Dos caracteres observados, salientam-se: anéis de crescimento distintos, vasos arredondados de paredes espessas, elementos vasculares médios, placas de perfuração simples, providos de apêndices em uma ou ambas extremidades, ausência de parênquima axial, raios heterogêneos e de dois tamanhos distintos, e fibras libriformesseptdas. A estrutura anatômica descrita, concorda, em linhas gerais, com o já descrito para família Rubiaceae, para a tribo Condamineeae e para o gênero *Calycophyllum*, porém discorda do citado na literatura para a subfamília Ixoroideae.
Palavras-chave :anatomia da madeira, Ixoroideae, Rubiaceae, taxonomia.

Abstract: The anatomical structure isdescribed under qualitative approach, the wood *Calycophyllum candidissimum* (Vahl) DC. and *Calycophyllum multiflorum* Griseb., based on material coming from Jodrell Laboratory (Kew Gardens, London), Institute of Technological Research of the State of São Paulo (IPT), and the German University Black Forest Academy (BFA). Characters, such as the following stand out: growth rings distinct, rounded thick walled vessels, mean vascular elements, simple perforation plates, provided with appendages on one or both ends, the absence of axial parenchyma, heterogeneous rays and two different sizes, and libriformseptdas fibers. The anatomical structure described, agrees, in general, with the already described for Rubiaceae family, for Condamineeae tribe and gender *Calycophyllum*, but disagrees with the reported in the literature for Ixoroideae subfamily.
Key Words: wood anatomy, Ixoroideae, Rubiaceae, taxonomy.

1. Introdução

A família das Rubiáceas, está entre as quatro mais numerosas do reino vegetal, apresentando distribuição geográfica limitada as regiões mais quentes do globo. Do ponto de vista econômico, mostra-se com reduzida importância madeireira, porém inclui espécies de grande valor econômico como o café (*Coffea arabica*), ornamentais (*Gardenia* spp., *Ixora* spp., *Mussaenda* spp.) e de uso medicinal (*Cinchona* sp., *Psycotria* sp.).

Trata-se de uma das famílias mais complexas do ponto de vista taxonômico, fato comprovado pelas inúmeras alterações ocorrentes ao longo dos anos na sua organização interna. A classificação sistemática define que a família Rubiaceae pertence ao grupo das *Asteridae*, subgrupo das *Euasteridae* I, ordem *Gentianales* (APG III, 2009). Pesquisas filogenéticas recentes, com base em dados moleculares, sugerem a sua segregação em três subfamílias: Rubioideae, Cinchonoideae e Ixoroideae, e até o presente momento 42 tribos foram catalogadas.

O gênero *Calycophyllum* A. DC., atualmente é vinculado a subfamília Ixoroideae, e dentro desta na tribo Condamineeae. Reúne até o presente momento cerca de 20 binômios,

caracterizados pelo porte médio a grande, nativos, preferencialmente, da América Tropical e, na flora brasileira, da região Amazônica. *Calycophyllum candidissimum* (Vahl) DC.popularmente conhecido por "camarón", "palo-camarón" (Mexico); "surrá" (Costa Rica); "alazano" (Panamá); "guayabo" (Colômbia); "araguato, betún" (Venezuela); e "degame" (Estados Unidos), habita preferencialmente encostas úmidas e sombreadas, sendo de fácil reconhecimento na época da floração pelas sépalas foliáceas, esbranquiçadas, muito conspícuas (RECORD e HESS, 1943). *Calycophyllum multiflorum* Griseb., o "palo-branco" da Argentina, recebe esse tratamento popular devido à coloração esbranquiçada da casca. Árvore de até 30 m de altura e 30-70 cm de diâmetro, com tronco geralmente reto, esbelto, fornece toras longas, de casca esbranquiçada, com fissuras longitudinais pouco profundas (BACIGALUPO, 1968).

Calycophyllum candidissimum e *C. multiflorum* foram pouco pesquisadas até o presente momento sob o ponto de vista anatômico, carecendo a literatura de trabalhos aprofundados sobre as mesmas.A razão pela qual as espécies do gênero foram pouco exploradas, pode ser atribuída,primordialmente, a complexidade taxonômica da família Rubiaceae, e pelo seu elevado número de espécies, bem como pela uniformidade na estrutura de suas madeiras.

Nesse sentido, o estudo anatômico preliminar do lenho de duas espécies de *Calycophyllum*, pretende contribuir para o maior conhecimento estrutural das madeiras do gênero, além de colaborar com a literatura anatômica das Rubiaceae, aumento o rol de espécies descritas na família.

2. Metodologia do Trabalho

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com exceção do preparo de lâminas e obtenção de fotomicrografias, realizadas, respectivamente, no Laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade Federal do Paraná – UFPR, e no Laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade Federal de Santa Maria, no Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul, CESNORS, campus de Frederico Westphalen, RS.

O material a ser estudado consiste em amostras de madeiras na forma de discos, recebidas, através de permuta, com importantes instituições científicas do mundo, notadamente do Jodrel lLaboratory (Kew Gardens, Londres), Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo (IPT), e da Universidade alemã Black Forest Academy (BFA).

As onze amostras de *Calycophyllum* foram armazenadas, sob os respetivos registros: IPT- 6009, BFA-10583, para *C. candidissimum*, e BFA (6581, 8217),IPT (9434, 128, 9661, 9542, 3717, 45) e KEW- 418, para *C. multiflorum*.

Na confecção das lâminas, foram extraídos três corpos de prova das amostras de madeira, devidamente orientados para obtenção de cortes anatômicos nos planos transversal, longitudinal radial e longitudinal tangencial. Um outro bloco foi também retirado, com vistas à maceração.

A montagem das lâminas histológicas seguiu a técnica padrão (BURGER e RICHTER, 1991). Os blocos de madeira foram seccionados em micrótomo de deslizamento, os cortes anatômicos, com espessura nominal de 18-20 µm, foram tingidos ou com acridina-vermelha, crisoidina e azul-de-astra, ou com safra-blau (safranina 30% e azul de astra 70%). Na sequência, os cortes foram desidratados em série alcoólica-ascendente (30%, 50%, 70%, 95%, duas vezes em álcool absoluto), diafanizados em xilol e montadas lâminas permanentes, com Entellan.

Na confecção das lâminas de macerado, utilizou-se o método de Franklin, modificado (KRAUS e ARDUIN, 1997). A amostra de madeira foi reduzida a pequenos palitos com

cerca de 1 mm de espessura, e transferidos à maceração com peróxido de hidrogênio e ácido acético glacial, na proporção 2:1. A mistura permaneceu em banho-maria por 48h, sendo a solução trocada ao final do primeiro dia. Os elementos celulares resultantes da maceração foram reunidos em papel de filtro e tingidos com safranina 1%. As etapas de desidratação, diafanização e montagem de lâminas permanentes seguiram o mesmo protocolo do preparo de lâminas histológicas, com a diferença de que as duas primeiras etapas foram desenvolvidas sobre papel de filtro.

A descrição qualitativa do lenho baseou-se nas recomendações da IawaCommittee (1989). A determinação da fração dos diferentes tecidos foi obtida com um contador de células, segundo a metodologia proposta por Marchiori (1980), a saber: a cada movimento aleatório do charriot, em plano transversal, anotou-se o tipo de célula correspondente a um ponto predeterminado na escala graduada da lente ocular. O número dessas coincidências, em cada 100 determinações, expressa, diretamente, a percentagem ocupada pelos diferentes tipos celulares no tecido lenhoso. Para cada indivíduo, foram feitas 6 amostragens.

As fotomicrografias da estrutura anatômica foram obtidas em microscópio Leica DM 1000, com objetivas planas 4x/0.10, 10x/0.25, 20x/0.40 e 40x/0.65, equipado com câmera digital Olympus Camedia CX-40. O processamento das imagens foi realizado com o auxílio do programa CorelDRAW, X7 (64 Bit).

3. Resultados e Discussão

3.1Análise preliminar do lenho de *Calycophyllum candidissimum*

Anéis de crescimento: distintos, visualizados por camada com 5 ou 6 fileiras de fibras radialmente achatadas e paredes mais espessas no lenho tardio, assim como pelo alargamento do raio no limite do anel de crescimento.

Vasos: em porosidade difusa, de seção arredondada, e paredes finas, ocupando, aproximadamente 20% do volume da madeira; poros em múltiplos radiais, solitários e menos comumente em cachos, poros frequentemente tocando as células de raio (Figura 1B). Elementos vasculares de comprimento médio, caracterizados por placas de perfuração simples (Figura 1D) e oblíquas, apêndices longos em ambas, ou menos comumente, apenas uma extremidade. Pontoaçõesintervasculares pequenas, arredondadas, alternas e ornamentada. Pontoações raio-vascular semelhante às intervasculares.

Parênquima axial: ausente.

Raios: heterogêneos, representando 32% do volume da madeira. Reúnem células procumbentes, quadradas e eretas, com presença de conteúdo aromático. Raios fusionados, frequentes; raios agregados, ausentes. Os unisseriados, de células quadradas e eretas, por vezes, com células procumbentes. Os multisseriados, em sua maioria trisseriados, menos comumente bisseriados e tetrasseriados (Figura 1F). Compostos de células procumbentes, no corpo central e curta fileira marginal de quadradas e eretas. Células perfuradas, presentes (Figura 1D); células latericuliformes, envolventes e oleíferas, ausentes.

Fibras: libriformes, representando aproximadamente 48% do volume da madeira. Fibras septadas (Figura 1F), providas de pontoações simples, com abertura em fenda vertical, restritas às faces radiais da parede. Fibras curtas, com paredes delgadas a espessas. Espessamentos espiralados, fibras gelatinosas e traqueóides, ausentes.

Outros caracteres: cristais, em forma de areia (microcristais) e depósitos nas célulasdos raios. Canais celulares, cistos glandulares, estrutura estratificada, sílica, floema incluso, células oleíferas, células mucilaginosas e máculas medulares, ausentes.

3.2 **Análise preliminar do lenho de *Calycophyllum multiflorum***

Anéis de crescimento: distintos, marcados por camadas de fibras radialmente estreitas no lenho tardio, com paredes mais espessas e lignificadas, bem como por um pequeno alargamento dos raios no limite do anel (Figura 1A).

Vasos: frequentemente em contato com raios; de seção arredondada, com tendência a oval e paredes espessas; em porosidade difusa, uniforme, compondo 38% do volume da madeira. Vasos em múltiplos radiais de 2-11, solitários e em escassos racemiformes com 3-10 unidades. Elementos vasculares de comprimento médio, com placas de perfuração simples, oblíquas; desprovidos de espessamentos helicoidais e estriações na parede; apêndices longos em ambas ou em apenas uma extremidade. Pontoaçõesintervasculares pequenas, arredondadas, alternas e ornamentada. Pontoações raio-vascular semelhante às intervasculares.

Parênquima axial: ausente.

Raios: heterogêneos, de dois tamanhos distintos, ocupando 22% do volume do lenho. Raios unisseriados compostos de células quadradas e eretas. Os multisseriados, em sua maioria com duas células de largura e raros trisseriados (Figura 1E); reunindo células procumbentes, no centro, e fileiras marginais de células quadradas e eretas(Figura 1C). Raios fusionados, presentes. Células perfuradas, presentes. Células envolventes e latericuliformes, ausentes.

Fibras: libriformes, septadas, com pontoações simples, em fenda vertical, restritas às faces radiais da parede. Tecido fibroso ocupando 40% do volume da madeira. Fibras médias de paredes delgadas a espessas. Espessamentos helicoidais, ausentes. Fibras gelatinosas, não observadas.

Outros caracteres: depósitos e cristais em forma de areia (microcristais), presentes nas células de raio. Canais intercelulares, canais celulares, cistos glandulares, estrutura estratificada, sílica, floema incluso, células mucilaginosas e máculas medulares, ausentes.

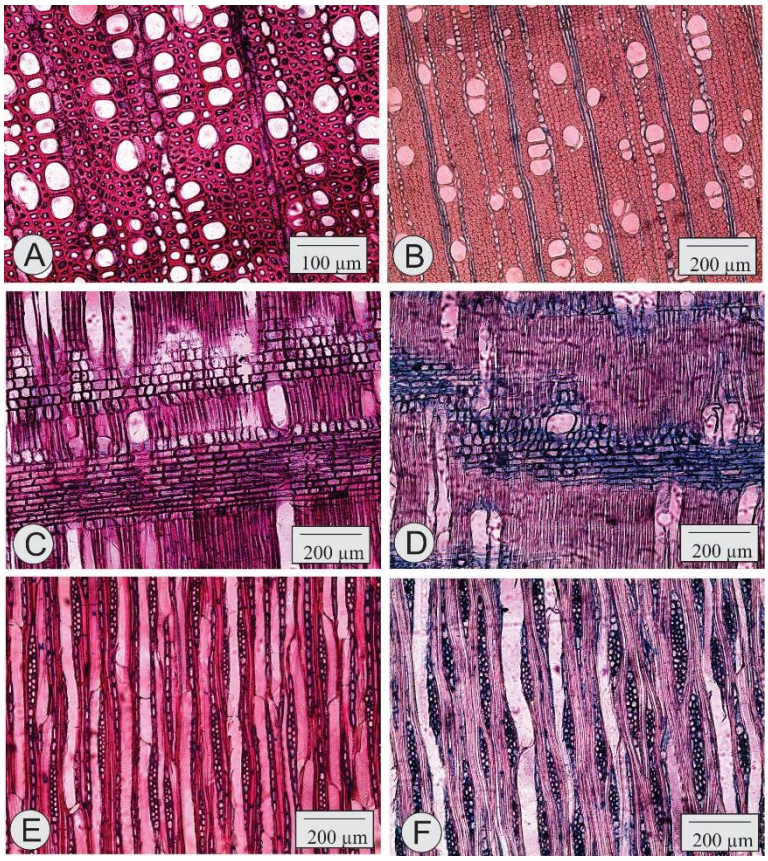


Figura 1 – Aspectos anatômicos do lenho de *Calycophyllumcandidissimum*e de *C.multiflorum*. A – Limite do anel de crescimento, poros solitários, em múltiplos radiais e escassos racemiformes; porosidade difusa (seção transversal de *C. multiflorum*). B – Poros arredondados, tendente a ovais, tocando as células de raio, e fibras de paredes espessas no lenho tardio (seção transversal de *C. candidissimum*). C – Raio heterogêneo, com células procumbentes ao centro, e margens de células quadradas e eretas (seção longitudinal radial de *C. multiflorum*). D – Célula perfurada de raio e elementos vasculares com placas de perfuração simples (seção longitudinal radial em *C. candidissimum*). E – Seção longitudinal tangencial em *C. multiflorum*, evidenciando raios uni e bisseriados, em sua maioria, e elementos vasculares com placas de perfuração simples, oblíquas. F – Mesma seçãode *C. candidissimum*, em maior aumento, evidenciando as fibras libriformes septadas e os raios em sua maioria trisseriados.
Figure 1– Anatomical aspects of the wood of *Calycophyllumcandidissimum* and *C. multiflorum*. A - Growth ringslimit, solitary pores in multiple radial and scarce racemiformes; diffuse porosity (cross section *C. multiflorum*). B - Rounded poros, tending to oval, touching the ray cells and fibers in the thick-walled latewood (cross section *C. candidissimum*). C - Ray heterogeneous, with procumbent cells to the center and edges of square and upright cells (radial longitudinal section *C. multiflorum*). D - Perforated ray cell and vascular elements with simple perforation plates (radial longitudinal section *C. candidissimum*). E - Tangential longitudinal section *C. multiflorum*, showing uni rays and biseiat, mostly, and vascular elements with simple perforation plates, oblique. F - Same section *C. candidissimum*, at higher magnifications, showing the libriform fiber chambered and the rays mostly trisseriados.

5.2 Análise qualitativa da estrutura anatômica das espécies descritas

A madeira das espécies investigadas reúne frações pouco variáveis de vasos, raios e fibras. O percentual médio de vasos oscila de 20%, em *Calycophyllum candidissimum*, a 29%, em *Calycophyllum multiflorum*. A fração de parênquima radial varia sensivelmente, em *C. multiflorum*, os raios aparecem em menor porcentagem do que os vasos e as fibras, com valores médios de 22%. Já em *C. candidissimum*, o tecido radial embora menos frequente que as fibras, é mais conspícuo que os vasos no lenho.

O volume percentual de fibras é de aproximadamente de 40 a 50%, sendo o tipo celular predominante na estrutura anatômica de todas as espécies estudadas. Vale ressaltar que as fibras são consideradas, por diversos autores, como uma das principais responsáveis pela resistência das madeiras de Angiospermas Dicotiledôneas. Verificou-se uma relação inversa entre a fração de poros e fibras entre as espécies de *Calycophyllum candidissimum* e *C. multiflorum*: quanto maior a porcentagem de tecido fibroso, menor a de vasos, como observado em *C. candidissimum*, ao passo que em *C. multiflorum*, quanto menor a porcentagem de fibras, maior a de vasos (Figura 2).

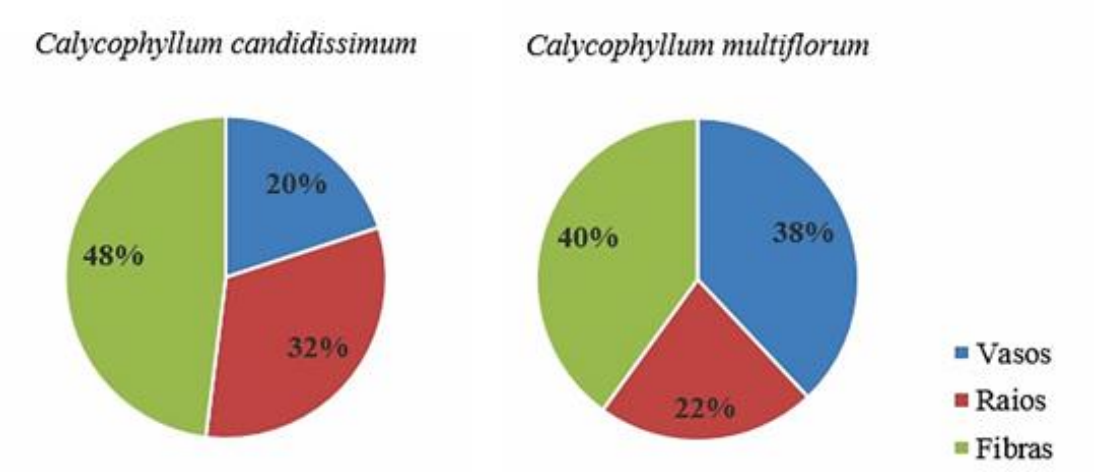


Figura 2 – Volume percentual médio dos diferentes tecidos nas espécies em estudo
Figure 2 – Volume average percentage of the different tissues in the species under study

Uma análise geral das características anatômicas dos dois exemplares de *Calycophyllum* permite agrupá-las na estrutura de lenho denominada tipo II, para a família Rubiaceae, de acordo com Koek-Noorman (1977) e Jansen et al. (2002), por apresentar poros predominantemente em múltiplos radiais; parênquima axial ausente; raios grandes, com poucas camadas de células quadradas e eretas na margem; fibras septadas, com pontoações simples.

Quanto a delimitações em nível de subfamília, todavia, o gênero não atende aos padrões citados por Koek-Noorman (1972) e Jansen et al. (1997, 1999) para Ixoroideae: vasos solitários, ou menos comumente em pequenos múltiplos radiais, fibrotraqueóides, e parênquima axial difuso, difuso-em-agregados e em pequenas linhas marginais. Com relação à tribo Condamineeae, *Calycophyllum* parece estar bem posicionado taxonomicamente dentro da tribo, visto que a maioria dos seus representantes reúnem, segundo Koek-Noorman e Hogeweg (1974), as características anteriormente referidas para o lenho tipo II. Contudo, há discordância quanto à uniformidade da madeira, posto que os mesmos autores atribuem lenho heterogêneo para a tribo Condamineeae, diferindo, neste aspecto, dos resultados observados neste trabalho, e do referido, por Record e Hess (1949) para o conjunto das Rubiaceae, e para o gênero *Calycophyllum*, que caracteriza-os pela presença de lenho essencialmente homogêneo.

4. Conclusões

A maior parte das características anatômicas qualitativas observadas nas espécies em estudo concorda, em linhas gerais, com o referido na literatura para a família Rubiaceae, tribo Condamineeae e gênero *Calycophyllum*, mas discorda do apontado para a subfamília Ixoroideae.

5. Referências Bibliográficas

APG (The AngiospermPhylogenyGroup) 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, n. 161, p. 105-121, 2009.

BACIGALUPO, M. N. Sinopsis preliminar del género Calycophyllum (Rubiaceae). Darwiniana, v. 14(4), p. 639-653, 1968.

BURGER, L.M.; RICHTER, H.G. Anatomia da Madeira. São Paulo: Ed. Nobel. 1991. 154 p.

IAWA COMMITTEE. IAWA list of microscopic features for hardwood identificacion. IAWA Bulletin, v. 10, n. 3, p. 218-359, 1989.

JANSEN, S. B.; ROBBRECHT, E.; BECKMAN, H.; SMETS, E. Wood anatomy of the predominantly African representation of the Tribe Psychotrieae (Rubiaceae – Rubioideae). IAWA Bulletin, v. 1812, p. 169-196, 1997.

JANSEN, S.; BLOCK, P de.; BEECKMAN, H.; SMETS, E. Systematic wood anatomy of the Pavetteae (Rubiaceae–Ixoroideae). Syst. Geogr, v. 68, p. 113–133. 1999.

KOEK-NOORMAN, J.; HOGEWEG, P. The wood anatomy of Vanguerieae, Cincohoneae, Codaminae, and Rondeletieae (Rubiaceae). ActaBotanicaNeerlandica, v. 23, n. 5/6, p. 627-653, 1974.

KOEK-NOORMAN, J. The Wood Anatomy of Gardeniae, Ixoreae and Mussaendeae (Rubiaceae). Acta BotanicaNeerlandica, v. 21, n. 3, p. 301-320, 1972.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Rio de Janeiro: EDUR, 1997. 198 p.

MARCHIORI, J.N.C. Estudo anatômico do xilema secundário de algumas espécies dos gêneros Acacia e Mimosa, nativas no estado do Rio Grande do Sul. 1980. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.

RECORD, S. J.; HESS, R.W. Timbers of the New World. New Haven: Yale University Press, 1943. 640 p.

RECORD, S. J., HESS, R.W. Timbers of The New World. New Haven: Yale University Press, 1949. 640 p.

Substituição de seiva no tratamento preservativo da madeira de *Eucalyptus dunnii*

Sap replacement in the preservative treatment of wood of *Eucalyptus dunnii*

Márcio Marquardt[1]
Henrique Weber Dalla Costa[2]
Rômulo Trevisan[3]
Edson Rogério Perrando[4]
Graciele Barbieri[5]

[1] Universidade do Oeste de Santa Catarina, Xanxerê, Brasil,
grandemarquardt@yahoo.com.br

[2]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, Brasil,
henriqueflorestal@ymail.com

[3]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Frederico Westphalen, Brasil,
romulo_trevisan@ufsm.br

[4]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Frederico Westphalen, Brasil,
edison.perrando@ufsm.br

[5] Universidade do Oeste de Santa Catarina, Xanxerê, Brasil,
graciele.barbieri@unoesc.edu.br

Resumo. Em diversas regiões do país a exploração desenfreada e as limitações legais convergiram em uma diminuição de material com elevada resistência natural, tornando necessário o uso de tratamento químico em madeira mais suscetível ao ataque de agentes xilófagos. O estudo teve como objetivo avaliar o tempo de exposição e a penetração do preservativo em moirões de *Eucalyptus dunnii* Maiden pelo método de substituição de seiva. Para tanto, utilizando o delineamento inteiramente casualizado, os moirões amostrados foram expostos em solução preservativa constituída de cobre, cromo e boro, durante 3, 6 e 9 dias. Após cada período, nos moirões selecionados, foram amostradas seis posições no sentido base-topo para a determinação da penetração do preservativo. O incremento do tempo de exposição dos moirões ao tratamento de substituição de seiva proporcionou um acréscimo na penetração do produto preservativo, principalmente na região próxima a linha de afloramento, viabilizando a utilização desse material em contato direto com o solo.
Palavras-chave: penetração de preservativo, tempo de exposição, *Eucalyptus dunnii* Maiden, CCB.

Abstract - In several country regions the rampant exploration and the law limitations converged a decrease in material with high natural strength, becoming necessary the use of chemical treatment in more sensitive wood to attack by xylophagous agents. The study aimed to evaluate the exposure time and the penetration of the preservative in fencepost *Eucalyptus dunnii* Maiden by sap displacement method. For this, using a completely randomized design, the fencepost sampled were exposed in preservative solution consisting of copper, chromium and boron, for 3, 6 and 9 days. After each period, in fencepost selected, six positions were sampled in the axial direction to determine the penetration of the preservative. Increasing the exposure time the fencepost at sap displacement treatment provided an increase in product penetration preservative, principally in the region near the line of outcrop, enabling the use of this material in direct contact with the ground.
Keywords: preservative penetration, exposure time, *Eucalyptus dunnii* Maiden, CCB.

1.Introdução

As florestas brasileiras apresentam uma diversidade de espécies arbóreas produtoras de madeiras que naturalmente são resistentes à deterioração por organismos xilófagos.

Contudo, num cenário desencadeado em diversas regiões do país, a exploração desenfreada e as limitações impostas ao uso das florestas nativas estão diminuindo a disponibilidade de materiais com elevada durabilidade natural, fazendo com que outras alternativas sejam utilizadas, como, por exemplo, o aproveitamento do gênero *Eucalyptus*.

Embora represente uma alternativa de uso, pesquisas apontam que a madeira da maioria das espécies de eucalipto é susceptível ao ataque de organismos deterioradores, necessitando de tratamento químico de proteção para, consequentemente, aumentar sua vida útil (MODES et al., 2011; TORRES et al., 2011). Esses organismos deterioradores da madeira podem ser classificados em dois grupos, conforme Silva (2006): os xilófagos, que se alimentam da desse material (fungos, insetos, brocas marinhas e algumas bactérias); e os não xilófagos (algumas aves e roedores).

Diante ao exposto, faz-se necessário o uso de substâncias químicas e de métodos adequados de preservação da madeira, minimizando ou retardando, dessa forma, a deterioração da mesma por organismos xilófagos (MAGALHÃES e PEREIRA, 2003; SILVA, 2006). Os preservativos químicos denominados de hidrossolúveis são caracterizados por serem inodoros, solúveis em água, constituídos por mais de uma substância em sua composição e eficientes quanto à penetração na madeira, aumentando a resistência contra organismos xilófagos (BARREIROS et al., 2008). Basicamente, são constituídos quimicamente por sais minerais como o cromo, boro, cobre, arsênio e flúor, pois são solúveis em água (SILVA, 2006).

O método de substituição de seiva é um processo prático e não industrial baseado nos fenômenos de difusão e capilaridade, onde a pressão requerida não é superior à pressão atmosférica (PINHEIRO, 2001). Nesse procedimento as peças são inseridas verticalmente em um recipiente com as bases dos moirões imersas na solução preservativa. A partir daí, inicia-se a evaporação da seiva pelas partes das peças expostas ao ar, onde os elementos anatômicos da madeira atuam como um feixe de capilares (tubos contínuos de diâmetro reduzido), promovendo o fluxo capilar ascendente e, simultaneamente, forçando a penetração da solução preservativa (JANKOWSKY et al., 1990).

A substituição da seiva e da água livre do lenho pela solução preservativa ocorre em razão da progressiva troca da umidade das células e evaporação da umidade original, promovendo a ascensão dos preservativos pelos dutos vasculares e uma distribuição lateral através das células dos raios (HUNT e GARRATT, 1967). Assim, a penetração é resultante tanto da difusão como da capilaridade, e o tempo necessário para a absorção da solução dependerá, entre outras coisas, da temperatura e umidade do ar, assim como da ventilação dos moirões, podendo variar de 7 a 40 dias. Depois de completar o volume ideal de absorção de solução, pode-se virar as peças de cabeça para baixo a fim de favorecer a penetração de solução no topo (SANTINI, 1988; JANKOWSKY, 1990; MAGALHÃES e PEREIRA, 2003; MODES et al., 2011).

Frente a essa possibilidade, a vida útil das madeiras de espécies com baixa resistência natural, como as do gênero *Eucalyptus*, pode ser maximizada por meio de tratamentos simples que proporcionam maior proteção ao material. Nesse sentido, o estudo teve como objetivo avaliar o tempo de exposição e a penetração do preservativo em moirões de *Eucalyptus dunnii* Maiden quando submetidos ao método de substituição de seiva.

2. Metodologia de Trabalho

O estudo foi conduzido em área coberta e com boa ventilação pertencente à Universidade do Oeste de Santa Catarina – UNOESC/*Campus* de Xanxerê-SC, sob coordenadas geográficas de 26º52'37" S e 52º24'15" W, a 800 m de altitude. As estruturas

utilizadas para o estudo (moirões) foram provenientes de um reflorestamento de *Eucalyptus dunnii* Maiden, com 5 anos de idade e altura média das árvores igual a 20 metros.

A seleção dos indivíduos baseou-se na qualidade fitossanitária e no diâmetro à 1,30 m do solo (diâmetro à altura do peito – DAP) entre 11,0 e 12,0 cm, das quais foram obtidas de dois a três moirões de 2,20 m de comprimento por árvore. No local de instalação do estudo, as peças foram seccionadas, marcadas e descascadas manualmente, sendo tomadas as medidas de diâmetro na metade do comprimento das mesmas para o cálculo do volume de madeira e de solução preservativa a ser absorvida no tratamento.

O preservativo químico utilizado foi do tipo hidrossolúvel e seguiu a recomendação da norma técnica P-EB-474 da ABNT (1973a), com constituição de 63,5% de Cromo hexavalente (CrO3); 10,5% de Boro (B) e 26,0% de Cobre (CuO). Convém ressaltar que a concentração de 2% de ingredientes ativos e a retenção de solução de 6,5 $Kg.m^{-3}$ foram mantidas durante o período de exposição dos moirões ao tratamento de substituição de seiva.

Dessa forma, para a realização do experimento foram utilizados 21 tambores plásticos de 50 litros com aberturas de, aproximadamente, 14x14 cm na parte superior para inserção dos moirões. Os mesmos foram dispostos no local de tratamento de uma forma arranjada para melhor aproveitamento do espaço e bom desempenho dos fenômenos que ocorrem durante o processo, sendo que em cada tambor foi utilizado um saco plástico para cobrir a abertura superior do mesmo, evitando assim a evaporação do preservativo.

Para a condução e posterior análise do experimento foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado onde os moirões amostrados foram expostos em solução preservativa constituída de cobre, cromo e boro durante 3 dias (Tratamento 1), 6 dias (Tratamento 2) e 9 dias (Tratamento 3). Após cada período, nos moirões selecionados, foram amostradas seis posições no sentido base-topo para a determinação da penetração do preservativo.

Durante o experimento, leituras diárias de temperatura (22,9±4,2^{0}C) e de umidade relativa do ar (59,5±28,0%) foram realizadas com o auxílio de um termo-higrômetro, procedendo-se também com a inspeção do consumo do preservante pelos moirões, em cada recipiente, utilizando uma régua graduada. Após a retirada das peças de cada tratamento, as mesmas foram postas para secar em local sombreado durante um período de 48 horas. Em seguida foram cortados 6 discos com aproximadamente 2 cm de espessura nas posições 0,1; 0,4; 0,6, 1,0; 1,5 e 1,8 m (sentido base-topo) de cada moirão, com vistas à análise da penetração do preservativo.

Na superfície dos discos obtidos foram demarcados quatro eixos perpendiculares entre si, no sentido medula casca, em que a penetração do preservativo, bem como a espessura do alburno, foi mensurada, com o uso de régua graduada em mm, sobre tais eixos e o valor médio das medições utilizado para determinar a penetração do cobre em cada posição nos moirões. Para a análise colorimétrica foi utilizada a recomendação da norma P-MB-790 da ABNT (1973b).

Para comparar as penetrações do produto preservativo foram testados dois fatores: o tempo de exposição dos moirões na solução preservativa, com 3 níveis (3; 6 e 9 dias) e 7 repetições, totalizando em 21 moirões para a espécie estudada; e, como segundo fator, penetração do preservativo, testada em 6 níveis (posições) em cada moirão. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística através do *software* "*Statistical Analysis System*", SAS (2003), em que se determinou a análise de variância, teste F e teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

3. Resultados e Discussão

A análise de variância dos dados revelou diferença na penetração da solução preservativa nos diferentes tempos de exposição utilizados, assim como nas diferentes posições no sentido base-topo dos moirões. No entanto, não foi verificada diferença na interação tempo de exposição *x* posição, ou seja, a permanência das peças na solução preservativa não influenciou na distribuição e penetração de preservativo ao longo dos moirões de *Eucalyptus dunnii* (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise de variância para a penetração da solução preservativa em moirões de *Eucalyptus dunnii* Maiden.
Table 1 - Analysis of variance for the penetration of the preservative solution on fencepost *Eucalyptus dunnii* Maiden.

Fator de estudo	Grau de Liberdade	Quadrado Médio
Tempo de exposição	2	2,0036*
Posição	5	8,2128*
Tempo de exposição x Posição	10	0,0999ns
Tratamentos	17	2,7100*
Resíduo	108	0,0777
R^2	-	0,86
CV (%)	-	23,5

Em que: * = significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro. ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro. R^2 = coeficiente de determinação. CV = Coeficiente de variação.

A análise colorimétrica para identificação do elemento cobre realizada nos discos evidenciou que quanto maior o tempo de exposição ao preservativo, maior o acréscimo na penetração média da solução. Entretanto, a análise complementar não revelou diferença entre as médias de 1,26 e 1,31 cm observadas nos tratamentos de 6 e 9 dias de exposição, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Penetração média do tratamento preservativo nos discos de *Eucalyptus dunnii* Maiden em função do tempo de exposição.
Table 2 – Average of preservative treatment penetration in disks of *Eucalyptus dunnii* Maiden in function of exposure time.

Tempo de exposição	Posição dos discos nos moirões						Penetração média (cm)
	1 (0,10m)	2 (0,40m)	3 (0,60m)	4 (1,0m)	5 (1,4m)	6 (1,8m)	
1 (3 dias)	1,88	1,49	1,08	0,87	0,23	0,03	0,93 a
2 (6 dias)	2,11	1,70	1,53	1,15	0,70	0,37	1,26 b
3 (9 dias)	1,93	1,71	1,55	1,28	0,76	0,65	1,31 b

Em que: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

De um modo geral, a penetração do preservativo atingiu níveis satisfatórios de impregnação, assegurando uma média igual a 1,17 cm. Esses resultados estão de acordo com os citados por Paes et al. (2006), onde a penetração pode ser considerada boa quando atingem valores na faixa de 1,0 a 1,5 cm; deficientes quando inferiores a 0,3 cm; e regulares entre 0,3 e 1,0 cm. Com base em resultados nos estudos de Galvão (1968), Herrera (1977), Paes (1991), e Paes et al. (2005), o valor médio de penetração do preservativo verificado para a espécie em estudo (1,17 cm) pode ser considerado como suficiente para proteger a madeira tratada com sais hidrossolúveis.

Quanto à penetração alcançada pelo método de substituição de seiva, Garlet (2008), ao tratar a madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden com preservativo CCB a 3%, encontrou para a posição 0,50 m da base dos moirões uma porcentagem de alburno tratado de 50,5%.

Ao empregar a mesma metodologia de tratamento com o método de substituição de seiva, Paes et al. (2005) constataram uma penetração a 0,50 m de 0,24 cm, substancialmente inferior à encontrada no presente estudo, enquanto que Garlet (2008) e Modes et al. (2011), com o mesmo método e posição, encontraram valores mais próximos, correspondentes a uma penetração média de 0,96 e 1,21 cm, respectivamente.

Observou-se, ainda, que a penetração do preservativo tende a estabilizar conforme aumenta o tempo de exposição ao tratamento (Tabela 2), indicando, provavelmente, a finalização do processo de substituição da seiva entre 6 a 9 dias. Para Paes (2001), a distribuição do preservativo na região tratada é de menor relevância em relação a variação das peças em serviço. Da mesma forma, Jankowski (1990) e Silva (2006) recomendaram a utilização de moirões na substituição de seiva com 2,5 m até 3,0 m de comprimento, respectivamente, pois quanto maior a peça a ser tratada, menos eficiente será o tratamento.

Os valores médios referentes à distribuição do preservativo no sentido base-topo dos moirões mostraram-se satisfatórios na região de afloramento das peças, localizada em torno das posições 1, 2 e 3, o que pode ser viabilizado no seu contato direto com o solo (Tabela 3).

Tabela 3 - Penetração do tratamento preservativo nas diferentes posições no sentido axial de *Eucalyptus dunnii* Maiden.
Table 3 - Preservative treatment penetration in different positions in the axial direction of *Eucalyptus dunnii* Maiden.

Posição no moirão	Penetração do tratamento (cm)
1 (0,1m)	1,97 a
2 (0,4m)	1,64 b
3 (0,6m)	1,39 b
4 (1,0m)	1,05 c
5 (1,5m)	0,57 d
6 (1,8m)	0,35 d

Em que: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Esses resultados corroboram com encontrados Paes (2005), que relatou que o método de substituição de seiva confere maior proteção na terça parte inferior dos moirões, onde localiza-se a região mais propícia ao ataque de organismos xilófagos em peças instaladas no solo.

4. Conclusões

O incremento do tempo de exposição dos moirões de *Eucalyptus dunnii* ao tratamento de substituição de seiva em solução preservativa constituída de cobre, cromo e boro proporcionou um acréscimo na penetração média do produto preservativo, principalmente na região próxima a linha de afloramento, viabilizando a utilização desse material em contato direto com o solo.

A penetração da solução nas diferentes posições no sentido base-topo não foi influenciada pelo tempo de exposição ao processo de substituição de seiva, porém mostrou-se eficiente até a altura de 1,0 m nas peças.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Moirões de madeira preservada para cercas, P-EB-474.** Rio de Janeiro, 1973a. 15 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Penetração e retenção de preservativos em postes de madeira, P - MB-790.** Rio de Janeiro, 1973b. 19 p.

BARREIROS, R. M. **Preservativos de Madeira.** Universidade Estadual Paulista, campo experimental de Itapeva – SP, 2008. 8 p.

GALVÃO, A. P. M. **Características da distribuição de alguns preservativos hidrossolúveis em moirões de *Eucalyptus alba* Reinw. tratados pelo processo de absorção por transpiração radial**. 1968. 115 f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1968.

GARLET, J. **Avaliação da retenção e penetração de produtos preservativos em moirões de *Eucalyptus grandis***. 2008. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

HERRERA, J. A. R. Preservación de maderas por métodos sencillos y de bajo costo. **Ciencia Forestal**, Coyacan, v. 2, n. 8, p. 25-49, 1977.

HUNT, G. M; GARRATT, G. A. **Wood preservation.** 3 ed. New York: McGraw Hill, 1967. 433 p.

JANKOWSKY, I. P. **Fundamentos de preservação de madeiras**. Piracicaba. LCD – ESALQ/USP, 11 ed. 1990, 8 p.

MAGALHÃES W. L. E.; PEREIRA, J. C. D. Método de Substituição de Seiva para Preservação de Mourões. **Comunicado Técnico 97**, Colombo - PR, 2003, 5 p.

MODES, K. S.; BELTRAME, R.; VIVIAN, M. A.; SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R.; SOUZA, J.T. Combinação de dois métodos não industriais no tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus grandis.* **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 579-589, 2011.

PAES, J. B., MORESCHI J. C., LELLES J. G. Tratamento preservativo de moirões de bracatinga (*Minosa scabrella* Benth) e de *Eucalyptus viminalis* Lab. pelo método de imersão prolongada. **Cerne**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 065-080, 2001.

PAES, J. B.; MORESCHI J. C.; LELLES, J. G. Avaliação do tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus viminalis* lab. e de bracatinga (*Mimosa scabrella* benth.) pelo método de substituição da Seiva. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 75-86, 2005.

PAES, J. B.; SANTOS, G. C.; MELO, R. R.; NICOLAU SOBRINHO, W. Efeito da inversão da peça na penetração e distribuição da solução preservativa em peças de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) e leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.) Submetidas ao método de substituição da seiva. In: ENCONTRO

BRASILEIRO EM MADEIRA E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 2006, São Pedro-SP. **Anais...** X Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira. Botucatu - SP: CEVEMAD/UNESP - IBRAMEM, 2006. CD-ROM, p. 1-15.

PAES, J. B. **Viabilidade do tratamento preservativo de moirões de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), por meio de métodos simples, e comparações de sua tratabilidade com a do *Eucalyptus viminalis* Lab**. 1991. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

PINHEIRO, R. V. **Influência da preservação contra a demanda biológica em propriedades de resistência e de elasticidade da madeira**. 2001. 162 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2001.

SANTINI, E. J. **Biodeterioração e preservação da madeira.** Santa Maria: CEPEF: FATEC, 1988. 125 p.

SAS LEARNING EDITION. **Getting started with the SAS Learning Edition. Cary**. 2003. 200p.

SILVA, J. C. Métodos Práticos de tratamento de madeira na propriedade rural. **Boletim de extensão 49**, Núcleo de difusão de tecnologia, Viçosa: UVF, PEC. 2006. 40 p.

TORRES, P. M. A.; PAES, J. B.; FILHO, J. A. L.; NASCIMENTO, J. W. B. Tratamento preservativo da madeira juvenil de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. pelo método de substituição de seiva. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 2, p. 275-282, 2011.

Influência de diferentes temperaturas no surgimento de tensões decorrentes da secagem de madeira serrada de *Eucalyptus grandis*

Influence of different temperatures in the emergence of tensions arising from the lumber drying of *Eucalyptus grandis*

Liana Sarturi de Freitas[1]
Maiara Talgatti[2]
Elio José Santini[3]

[1]Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, R. Francisco Manoel nº 20, Santa Maria – RS
liana_sarturi@hotmail.com

[2]Universidade Federal de Santa Maria- UFSM,R. Francisco Manoel nº 20, Santa Maria – RS
maiara.talgatti@hotmail.com

[3] Universidade Federal de Santa Maria -UFSM, R. Francisco Manoel nº 20, Santa Maria – RS
santini@ufsm.com

Resumo: Conhecimento sobre técnicas que possibilitam diminuir o tempo de secagem e melhorar a qualidade da madeira são a chave para diminuir o consumo de energia no processo, como a remoção da umidade até um teor adequado minimizando os efeitos de movimentação dimensional em seu manuseio. O objetivo do estudo foi avaliar as tensões decorrentes da secagem convencional de madeira serrada seca de *Eucalyptus grandis* visando sua influência na qualidade da madeira. Para tal, foi utilizada madeira de *Eucalyptus grandis*, em amostras de 40 x 150 x 500 mm (E x L x C), e classificadas quanto à orientação radial e tangencial. Para o procedimento de secagem da madeira foram utilizadas duas temperaturas de secagem consideradas convencionais: 60ºC e 75ºC, em cada temperatura de secagem foram utilizadas 9 amostras com orientação tangencial e 9 radial, totalizando 36 corpos-de-prova, desde verde até o teor de umidade final 10%. Avaliou-se o gradiente de umidade e tensões de secagem. Verificou-se que as amostras submetidas à temperatura de 75°C apresentaram menores gradientes de umidade comparadas com as que foram secas à60°C. As amostras submetidas à75°C apresentaram maior incidência de tensões fortes, mostrando que menores gradientes de umidade não diminuem a incidência de tensões.
Palavras-chave: teste do garfo, temperaturas convencionais, gradiente de umidade, orientação radial.

Abstract: Knowledge of techniques that enablesshorten drying time and improve the quality of wood are the key to reducing energy consumption in the process, furthermore removal of is to moisture to a suitable level will minimizing the effects of dimensional movement in future handling resulting in higher quality material. The objective of the study was to evaluate the elapsed conventional drying of *Eucalyptus grandis* dried lumber tensions to evaluate its influence on wood quality. For this purpose, *Eucalyptus grandis* wood was used on samples of 40 x 150 x 500 mm (L x W x D), and classified by radial and tangential orientation. For wood drying procedure were used two considered conventional drying temperatures: 60 ° C and 75 ° C, drying at each temperature were used 9 samples with tangential direction and the radial 9, totaling 36 specimens from green to content final humidity 10%. Evaluated the moisture gradient and drying tensions. It was verified that the samples subjected to temperature of 75 ° C had lower moisture gradients compared with those dried at 60 ° C. Thesamples submitted to 75 ° C had a higher incidence of severe stress, showing that lower moisture gradients do not diminish the incidence of stress.
Key words:fork test, conventional temperatures, moisture gradient, radial orientation.

1. Introdução

A procura por espécies florestais com potencial de fornecer madeira para substituir aquelas tradicionalmente comercializadas tem sido constante nos últimos anos. Por outro lado, existe uma carência de informações em muitos aspectos relacionados à utilização dos recursos oriundos das florestas estabelecendo-se assim, como primordial o aperfeiçoamento e melhoria da qualidade dos produtos de origem florestal.

Tendo em vista a introdução no mercado de espécies não tradicionais, a utilização de espécies provenientes de florestas plantadas tem-se mostrado como uma boa alternativa. Dentre as espécies de rápido desenvolvimento destacam-se as do gênero *Eucalyptus* cujas culturas se mostram as mais competitivas do mundo, tanto em função das condições de clima e solo favoráveis no Brasil como também o desenvolvimento silvicultural.

A madeira de eucalipto apresenta um grande potencial para usos mais nobres, isso se deve muito a sua diversidade de espécies, alta capacidade de geração de clones e híbridos. Esta diversidade permite a introdução do gênero em programa de melhoramento genético, de condução da floresta, de manejo e uso de tecnologias adequadas de processamento e usinagem, que se mostrem eficientes na solução ou diminuição de defeitos na madeira. Conforme Jankowsky e Silva (1985), durante o processo a dessorção de umidade da madeira podem ocorrer tensões internas, capazes de resultar em rachaduras superficiais ou internas e encruamentos. Além destes defeitos, estas tensões são responsáveis pelo aparecimento de falhas de compressão nas paredes das fibras mais internas de um tronco de madeira, reduzindo drasticamente a sua resistência mecânica, a qual é uma característica que contribui significativamente com a depreciação do valor da madeira.

A secagem da madeira de *Eucalyptus* é conhecida pelo senso comum como de difícil realização devido às tensões de crescimento inerentes ao gênero, somadas às tensões desenvolvidas durante a secagem. Essa soma de tensões gera defeitos, muitas vezes irreparáveis, inviabilizando a utilização da madeira para fins mais nobres. Por isso, o gênero *Eucalyptus* é muitas vezes rejeitado quanto ao uso na forma de madeira sólida e seus derivados (BATISTA, 2009).

Uma das operações mais importantes dentro da indústria de transformação da madeira é a secagem racional da matéria-prima básica. O conhecimento sobre técnicas que possibilita diminuir o tempo de secagem e melhorar a qualidade da madeira são a chave para diminuir o consumo de energia no processo, além de que a remoção de sua umidade até um teor adequado irá minimizar os efeitos de movimentação dimensional em seu futuro manuseio resultando em maior qualidade do material.

Visto isso, o objetivo principal deste trabalho foi avaliar as tensões decorridas da secagem convencional de madeira serrada seca de *Eucalyptus grandis* visando avaliar sua influência na qualidade da madeira.

2. Metodologia do Trabalho

2.1 Obtenção e confecção do material

Para o desenvolvimento do presente estudo foi utilizada madeira de *Eucalyptus grandis* obtida de um povoamento existente no campus da Universidade Federal de Santa Maria-RS. As toras das árvores abatidas foram desdobradas no Laboratório de Produtos Florestais em tábuas de 40 mm de espessura. Após, as tábuas foram transformadas em amostras de 40 x 150 x 500 mm de espessura, largura e comprimento, respectivamente, no total de 36 corpos-de-prova, e classificadas quanto à orientação radial e tangencial do material.

A secagem das amostras foi realizada em estufa elétrica de laboratório com dimensões internas de 0,8 x 0,6 x 1,0 m de largura, profundidade e altura, respectivamente, dotada de circulação de ar e controle termostático de temperatura. Para o procedimento de secagem da madeira foram utilizadas duas temperaturas de secagem consideradas convencionais: 60ºC e 75ºC, escolhidas assim por serem mais apropriadas às características refratárias das espécies e para aferir seus efeitos na qualidade do material avaliado.

2.2 Umidade inicial

Depois de confeccionados, foram determinadas as massas úmidas dos corpos-de-prova em balança digital com precisão 0,01 g, e em seguida levados à estufa de laboratório a 103 ± 2 °C até obterem massa seca constante. A umidade inicial foi determinada pelo método gravimétrico, (equação 1).

$$UI = (MU - MS)/MS \times 100 \quad \text{(Eq. 1)}$$

Onde:
UI = umidade inicial (%);MU = massa úmida (g);MS = massa seca (g).

2.3 Avaliação do gradiente de umidade e tensões de secagem

Em cada temperatura de secagem foram utilizadas 9 amostras com orientação tangencial e 9 radial, desde verde até o teor de umidade final 10%.Para a avaliação da umidade final, gradiente de umidade e tensões de secagem utilizou-se a metodologia adaptada da proposta por Galvão e Jankowsky (1985), de acordo com a figura 1.

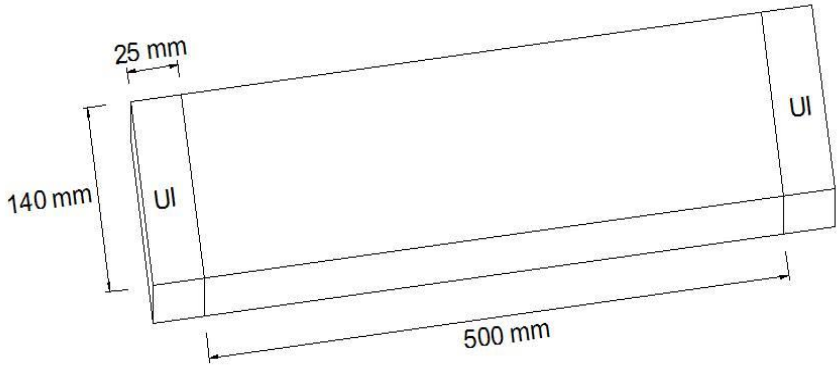


Figura 1. Avaliação da umidade inicial das amostras.
Fonte: Adaptado de GALVÃO; JANKOWSKY (1985).

De cada tábua avaliada cortaram-se três corpos-de-prova A, B e C, com 25 mm cada. A peça A foi utilizada para a determinação da umidade final, (equação 1).

Já a peça B foi utilizada para a avaliação do gradiente de umidade. Para isso, foi resserrada em três corpos-de-prova. Os corpos-de-prova A1 e A2 foram utilizados para a determinação da umidade da superfície das tábuas, enquanto o B foi utilizado para a determinação da umidade no centro das mesmas, (equação 1). Calcularam-se dois gradientes de umidade, entre o corpo-de-prova B e A1 e entre B e A2, (equações 2 e 3).

$$G_1 = UB - UA_1 \quad \text{(Eq.2)}$$
$$G_2 = UB - UA_2 \quad \text{(Eq.3)}$$

Onde:
G_1 – gradiente de umidade 1 (%); G_2 – gradiente de umidade 2 (%); UB – umidade no interior da tábua (%); UA_1 – umidade na superfície 1 da tábua (%); UA_2 – umidade na superfície 2 da tábua (%).

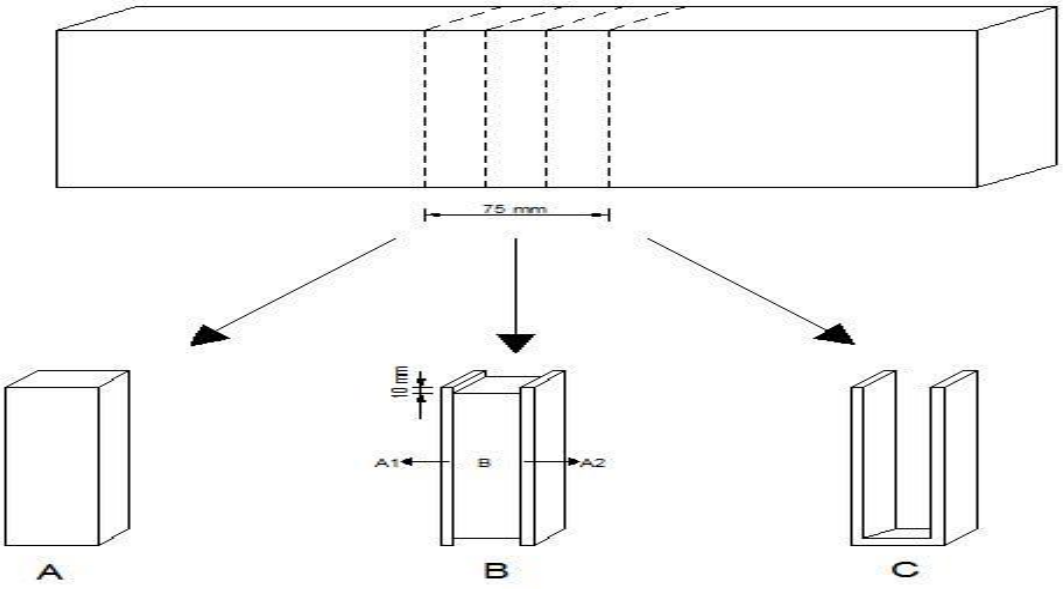


Figura 2. Avaliação da secagem
Fonte: Adaptado de GALVÃO; JANKOWSKY (1985).

A peça C foi utilizada para a avaliação da presença de tensões de secagem, de acordo com o teste do garfo. Conforme a figura 3,pode-se observar o modelo da avaliação deste teste. Desta forma, as tábuas foram classificadas em tensionada, livre de tensões e com tensões invertidas.

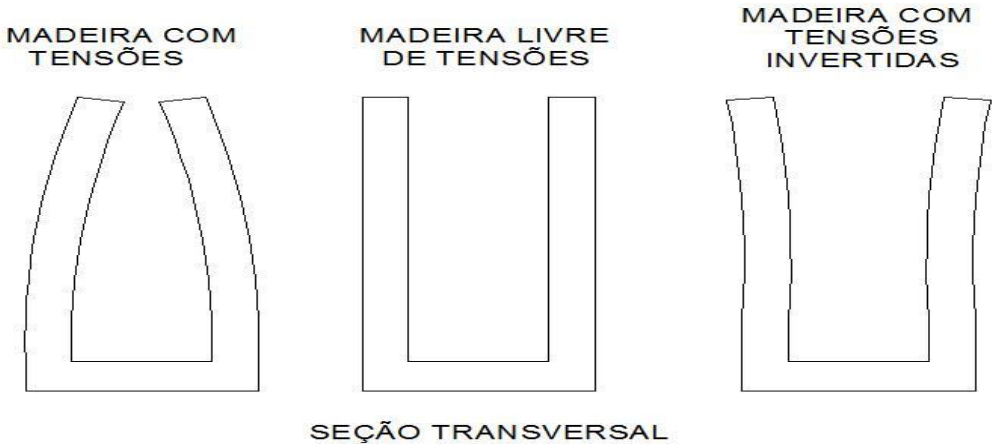


Figura 3 – Teste de tensões de secagem (teste do "garfo")
Fonte: Adaptado de GALVÃO; JANKOWSKY, 1985.

3. Resultados e discussão

Para a determinação da umidade inicial foi utilizado o método gravimétrico (equação1), para umidade final do centro da peça utilizou-se o corpo-de-prova A. As peças utilizadas na secagem à temperatura de 60ºC apresentaram umidade inicial média maior do que as utilizadas na de 75°C e o sentido radial apresenta em todas as situações um gradiente de umidade menor que as peças orientadas tangencialmente.

Isto se deve a condução de líquidos na madeira ocorre nos sentidos, radial, tangencial e longitudinal respectivamente. Conforme Klitzke (2007) a madeira como um material anisotrópico e seca mais facilmente da direção do comprimento, pois a permeabilidade

longitudinal é muito mais alta que a transversal (radial e tangencial). Ainda segundo o mesmo autor a permeabilidade na direção radial é maior que a tangencial.

Tabela 1. Umidades médias iniciais e finais centrais da peça por temperatura e orientação das amostras.

	Umidade inicial radial (%)	**Umidade final radial central (%)**	**Umidade inicial tangencial (%)**	**Umidade final tangencial central (%)**
T 60°C	82,67696	9,968475	86,1006	10,16860924
T 75°C	71,11079061	9,056378	84,93986	10,418312

Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

Na tabela 2 abaixo, encontram-se as médias dos gradientes de umidade superficiais 1 e 2 e o tipo de tensões desenvolvidas durante a secagem submetida à temperatura convencional de 60°C. Para as avaliações utilizou-se 18 amostras, as quais foram confeccionadas de acordo com a figura 2. Como não foi observado o tensionamento de secagem do tipo invertido nas duas temperaturas, decidiu-se reclassificar as tábuas tensionadas em tensionamento suave e forte. O tensionamento suave foi aquele nos quaisum dos extremos apresentou-se menos inclinado para o centro, em contraposição ao tensionamento forte onde os dois estavam inclinados para o centro. Esta diferenciação pode ser evidenciada nafigura 4.

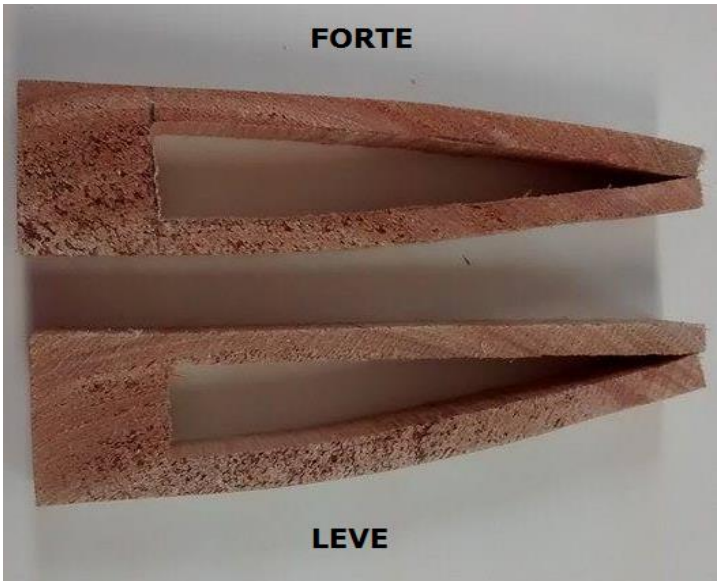


Figura 4. Tensionamentos leve e forte.
Fonte: autores (2014).

Tabela 2. Gradiente de umidade e tensões de secagem para temperatura de 60°c.

T 60° C	**Gradiente de umidade (%)**		**Tensões de secagem(%)**		
	1	2	Livre	Leve	Forte
Radial	0,80248	1,021329	0	75	25

Tangencial	1,797096	1,414085	0	25	75
Média geral	1,299788	1,217707	-	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

Pôde-se observar que o gradiente 1, face superior das amostras é menor do que o 2 (face inferior) sugerindo que a face superior das tábuas sofre maior influência da convecção forçada, secando mais rápido. Já na tabela 3, verificou-se que a tendência do gradiente 1 (face superior) ser menor que o 2 não ocorreu durante a secagem à 75°C.As tensões tangenciais verificadas nas amostras submetidas à temperatura de 60°C foram de 75% e as radiais 25%.

Tabela 3. Gradiente de umidade e tensões de secagem para temperatura de 75°C.

T 75°C	**Gradiente de umidade (%)**		**Tensões de secagem (%)**		
	1	2	Livre	Leve	Forte
Radial	0,442927	0,613785	0	0	100
Tangencial	0,805976	0,580003	0	50	50
Média geral	0,624452	0,596894	-	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

Os gradientes de umidadedas peças submetidas à temperatura de 75°C, apresentaram-se menores em relação às amostras submetidas à60°C o que sugere que temperaturas mais elevadas ocasionam menores gradientes de secagem, porém mesmo gradientes de secagem menores não diminuem a incidência de tensões de secagem. Como visto na tabela 3, todas as amostras orientadas radialmente apresentaram tensões fortes e as tangencialmente mostraram-se equiparadas em 50% com tensões leves e 50% com fortes.

De acordo com Santini (1992), a remoção da água da madeira é acompanhada pelo desenvolvimento de tensões resultantes da diferença de umidade entre as regiões contíguas e da anisotropia de contração. Essas diferenças levam ao aparecimento de tensões que, tornando-se superiores a resistência dos tecidos lenhosos, provocam a ruptura da madeira (JANKOWSKY, 1990).

Esta remoção de água ocorre de diferentes formas na madeira, apresentando uma maior e mais rápida remoção de água no sentido radial e assim temos as maiores tensões de secagem na madeira orientada radialmente, como indicado pelo teste-do-garfo realizado. Segundo Klitzke (2007), a condução de líquidos ocorre nos sentidos, radial, tangencial e longitudinal.

A permeabilidade é maior na direção longitudinal devido a facilidade do fluxo no sentido das fibras, para a permeabilidade na direção transversal, a radial é maior que a tangencial. E no caso das folhosas acondução dos líquidos é e realizada através das suas pontoações as quais unem os elementos estruturais e pelas placas de perfuração dos vasos.

4. Conclusões

As amostras submetidas à temperatura de 75°C apresentaram menores gradientes de umidade comparadas com as que foram secas à60°C. Porém, menores gradientes de umidade não deixam as peças livres da ocorrência de tensões decorrentes da secagem. Todas as amostras orientadas radialmente em que foram secas à75°C apresentaram tensões

fortesaopasso que as tangenciaisdividiram-se entre tensões leves e fortes.Esta remoção de água ocorre de diferentes formas na madeira, apresentando uma maior e mais rápida remoção de água no sentido radial resultando emmaiorestensões de secagem na madeira orientada radialmente, como indicado pelo teste-do-garfo realizado. Já os corpos-de-prova submetidos à 60°C, as tensões tangenciais nas amostras submetidas à temperatura de 60°C foram de 75% e as radiais 25% comportando-se como o esperado.

Referências Bibliográficas

BATISTA, D. C.**Qualidade da secagem convencional conjunta da madeira de nove clones do gênero *Eucalyptus***. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)Universidade Federal do Paraná, 2009.

GALVÃO, A. P.M.; JANKOWSKY, I.P. **Secagem racional da madeira**. São Paulo: Nobel, 1985.

JANKOWSKY, I. P.; SILVA, L. E. Gradiente **de umidade durante a secagem da madeira de *Araucária Angustifolia* (BERTE.) O. KTZE.** IPEF, n. 31, p. 57-59. Dez. 1985.

JANKOWSKY, I. P. **Fundamentos de secagem de madeiras**. Piracicaba: n.10, 1990. 13p. (Documentos Florestais).

KLITZKE, R. J. Secagem da Madeira. In: OLIVEIRA, J. T. S. et al. **Tecnologias Aplicadas ao Setor Madeireiro.** Jerônimo Monteiro: Suprema, 2007. p. 271-342.

SANTINI, E. J. Métodos de secagem de madeira. In: I **Seminário Sobre Secagem De Madeira,** 1992, Santa Maria. Anais. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. p. 47-59.

Características colorimétricas das madeiras de *Cordia americana, Melia azedarach* e *Parapiptadenia rigida* por meio do método CIEL*a*b*

Colorimetric characteristics of wood *Cordia americana, Melia azedarach* e *Parapiptadenia rigida* through the methodCIEL*a*b*

Vinícius Cenci Taborda[1]
Sabrina Finatto Machado[2]
Darci Alberto Gatto[3]
Rafael Beltrame[4]

[1]Universidade Federal de Pelotas – UFPEL, Engenharia Industrial Madeireira, Rua Conde de Porto Alegre, 793 – Pelotas – RS – 96010- 290. vinicius476@hotmail.com

[2]Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Centro de Ciências Rurais – Prédio 44 - Sala 5255 – Santa Maria – RS – CEP 97105-900. sabrinamfinatto@gmail.com

[3]Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Centro de Ciências Rurais – Prédio 44 - Sala 5255 – Santa Maria – RS – CEP 97105-900. darcigatto@yahoo.com

[4]Universidade Federal de Pelotas – UFPEL, Engenharia Industrial Madeireira, Rua Conde de Porto Alegre, 793 – Pelotas – RS – 96010- 290. beltrame.rafael@yahoo.com

Resumo: O objetivo desse trabalho foi avaliar as características colorimétricas das madeiras de *Cordia americana, Parapiptadenia rigida* e *Melia azedarach*, utilizando o sistema CIELAB 1976. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas da Universidade Federal de Pelotas. Para este estudo foram confeccionados 20 corpos de prova de cada espécie. Destes foram determinados os parâmetros colorimétricos luminosidade (L*), coordenada do eixo vermelho-verde (a*), coordenada do eixo azul-amarelo (b*),saturação (C) e ângulo de tinta (hº). Os resultados obtidos foram satisfatórios para a caracterização colorimétrica das madeiras em estudo.
Palavras - Chave: colorimetria,indústria moveleira, cor, qualidade .

Abstract. The objective of this study was to evaluate the colorimetric characteristics Woods *Cordia americana, Parapiptadenia rigida* and *Melia azedarach* using the CIELAB system 1976. The tests were performed on Physical Properties and Mechanical Laboratory of the Federal University of Pelotas. For this study were made 20 specimens of each species. Were determined using colorimetric parameters brightness (L *), red-green coordinate axis (a *), yellow-blue coordinate axis (b *), saturation (C) and ink angle (h *).The results were satisfactory for the colorimetric characterization of wood under study.
Key words: colorimetry, furniture industry, color, quality.

1. Introdução

A cor da madeira não é uma propriedade estável, pois quando exposta à ação do intemperismo,está sujeita a variações nos parâmetro colorimétricos. Para Montes et al. (2008), diferentes fatores como anatomia, composição química, plano ortogonal e fatores genéticos influenciam na coloração.

A colorimetria é uma técnica não destrutiva utilizada para medir a cor da madeira. Conforme Mori et al.(2004), essa análise é baseada no sistema CIELAB 1976 (ComissionInternational de L'Eclairage ou Comissão Internacional de Iluminantes), o mais utilizado para quantificar a cor, além de caracterizar e classificar madeiras.

O sistema CIELAB é caracterizado por três coordenadas (L*, a* e b*) em variação de cor tridimensional, onde L* representa a luminosidade, com valores que variam de zero (preto) à 100 (branco) e as coordenadas cromáticas, a* (coordenada do eixo vermelho-verde), b* (cooredenada do eixo azul-amarelo) variando entre -60 e +60 (KONICA

MINOLTA, 1998). Conforme Rappoldet al.(2004), os colorímetros apresentam um conjunto de filtros e fotodetectores para quantificar a cor de um material exposto a luz.

A colorimetria descreve cada elemento que compõe a cor, de forma numérica por meio de equipamentos apropriados (ATAYDE ET AL, 2011). Os autores comentam que esta metodologia de análise de cor tem ampla utilização na indústria.

Ataydeet al.(2011), consideram que a análise final da cor de qualquer produto garante um padrão de qualidade de mercado exigido, já que a cor é um dos componentes estéticos associado à superfície e ao desenho de uma peça de madeira.

Sendo assim, a cor da madeira é considerada uma das propriedades tecnológicas mais importantes. Nesse sentido, o presente estudo busca caracterizar a cor da madeira de Angico, Cinamomo e Gaujuvira, pois ambas apresentam excelente e amplo potencial de uso para industria moveleira devido a sua estética e alta durabilidade.

O *Parapiptadenia rigida* Benth. é uma espécie nativa do Brasil, pertencente à família Mimosaceae. Conforme Moriet al.(2007), Angico apresenta estrias e veias onduladas tornando-a assim uma espécie muito agradável com relação à sua beleza, dessa forma oferece excelente superfície de envernizamento.

O *Melia azedarach*L. pertence à família Meliaceae, tem sua origem na Ásia, também ocorre na Índia, Nova Guiné, Austrália e Indonésia. Conforme Schumacher et al (2005) a madeira de cinamomo é empregada na fabricação de móveis, serraria, laminados e compensados. A *Cordia americana* (L.) Gottschling J. S. Mill.pertencente à família Boraginaceae é nativa do Rio Grande do Sul, a madeira de Guajuvira apresenta boa flexibilidade e elasticidade, podendo facilmente ser vergada (LORENZI, 2002).

O objetivo do presente trabalho foi caracterizar a cor das madeiras de *Cordia americana*, *Parapiptadenia rigida* e *Melia azedarach* nas seções radial e tangencial, utilizando o sistema CIELAB 1976.

2. Metodologia

Nesse estudo foram utilizadas três espécies de madeiras: *Parapiptadenia rigida*, *Melia azedarach* e *Cordia americana*. O material estudado é procedente de uma floresta composta por árvores nativas localizada na cidade de Jaguari - Rio Grande do Sul. Foram abatidas 3 árvores adultas de cada espéciecom idades de 35 a 45, determinadas pela contagem dos anéis de crescimento, apartir de discos retirados da base do tronco antes do desdobro das pranchas. De cada espécie foram obtidas cinco pranchas de 8 cm de espessura, 30 cm de largura e 3 metros de comprimento. A partir desse material foram confeccionados 20 corpos de prova de cada espécie para a realização do ensaio de colorimetria. As amostras foram confeccionadas com dimensões de 1,5 X 1,5 X 26 cm e identificadas em cada plano. O ensaio foi realizado no Laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas da Universidade Federal de Pelotas. Para a determinação da cor foi utilizado um colorímetro portátil Konica Minolta, modelo CR-400, com abertura do sensor de 8mm acoplado a um computador. A medição da cor foi realizada nas seções tangencial e radial em cada uma das amostras. Foram realizadas 6 medições para cada amostra, três na face radial e três na tangencial em 20 amostras de cada espécie. Os parâmetros colorimétricos determinados foram L* (luminosidade), coordenadas cromáticas a* (coordenada do eixo vermelho- verde), b* (coordenada do eixo azul-amarelo), C (saturação) e hº (ângulo de tinta).

3. Resultados e discussão

Os resultados obtidos para os parâmetros colorimétricos nas três espécies estudadas foram apresentados de acordo com seus valores médios na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1.Parâmetros colorimétricos da madeira de *P.rigida*, *M. azedarach* e *C. americana* na seção radial e tangencial.

Radial	L*	a*	b*	C*	h°
P.rigida	$66,73^{\pm 2,09}$	$12,01^{\pm 0,93}$	$25,16^{\pm 1,42}$	$27,89^{\pm 1,54}$	$64,49^{\pm 1,49}$
M.azedarach	$72,29^{\pm 3,20}$	$10,13^{\pm 1,14}$	$23,69^{\pm 1,45}$	$25,78^{\pm 1,73}$	$66,93^{\pm 1,39}$
C. americana	$52,84^{\pm 1,33}$	$7,32^{\pm 0,47}$	$20,26^{\pm 1,10}$	$21,55^{\pm 1,15}$	$70,13^{\pm 0,86}$
TESTE F	348,44**	129,20**	65,59**	85,96**	91,97**
Tangencial	L*	a*	b*	C*	h°
P.rigida	$65,03^{\pm 3,31}$	$12,14^{\pm 1,40}$	$24,41^{\pm 1,50}$	$27,28^{\pm 1,92}$	$63,64^{\pm 1,58}$
M.azedarach	$71,82^{\pm 3,68}$	$9,93^{\pm 1,31}$	$23,36^{\pm 1,61}$	$25,40^{\pm 1,94}$	$67,05^{\pm 1,68}$
C. americana	$51,99^{\pm 2,03}$	$7,25^{\pm 0,46}$	$19,68^{\pm 1,03}$	$20,98^{\pm 1,07}$	$69,74^{\pm 1,00}$
TESTE F	209,52**	92,82**	62,49**	73,12**	89,38**

**= Significativo a 1 % de probabilidade.

Ao observar os resultados obtidos nas faces radial e tangencial, na Tabela 1verificou-se uma diferença significativas entre as três espécies. Observa-se que o valor da luminosidade (L*) foi maior na seção radial para as três madeiras. A *C. americana* apresentou menor valor de luminosidade L* e maior ângulo de tinta (hº) tanto na face radial quanto na tangencial, sendo a espécie com tonalidade mais escura, seguida da madeira de *P. rigida* com valor médio de L* (66,73) e ângulo de tinta hº (64,49) na face radial enquanto que na face tangencial os valores médios de L* e hº foram menores com 65,03 e 63,64 respectivamente. A madeira de *M. azedarach* apresentou o maior valor de luminosidade L* (72,29) na face radial e tangencial L* (71,82), que a caracteriza por ter tonalidade mais clara, enquanto que o hº mostrou-se maior na face tangencial com valor médio de 67,05 e 63,95 na face radial.

O parâmetro saturação ou cromaticidade (C) é influenciado pelas coordenadas a* e b*, à medida que essas duas variáveis aumentam os valores da saturação também aumentam. Verifica-sena Tabela 1 que o parâmetro C foi menor na face tangencial para as três espécies.

A coordenada a* apresenta coloração avermelhada quando positiva e crescente e o aumento da coordenada b* significa que a cor tende ao amarelo.

A *P. rigida* apresentou valores médios para a coordenada a* positivo e crescente tanto na face radial quanto tangencial, o que permite afirmar à tendência a tonalidade avermelhada.

A madeira de *M. azedarach* foi classificada pela coloração amarelada, pois observou-se valores mais elevados para a coordenada b* nas duas faces avaliadas. Já a *C. americana* apresentou menor valor médio para as coordenadas a* e b*, maior ângulo de tinta tanto na face radial quanto na tangencial e menor valor de luminosidade L*(52,84) na face radial e (51,99) na face tangencial, quando comparada com as outras duas espécies, sendo entre elas a madeira com tonalidade mais escura. Camargos e Gonçalez (2001), classificam como madeiras escuras aquelas que apresentam valores de L* menor ou igual a 56 e claras as que apresentam valoresde L* acima de 56.

A coordenada b* é o parâmetro com maior influência na determinação da cor quando demonstra tendência amarelada. O parâmetro a* mostra uma boa ferramenta para identificar madeiras que aparentam ter cor amareladas muito parecidas, por causa do seu pigmento vermelho (MORI et al. 2005).

Conforme Moya e Marim (2011), a cor da madeira influi no aspecto visual e, consequentemente na sua comercialização, portanto a determinação da cor é extremamente importante para caracterizar sua qualidade.

4. Conclusão

As três espécies de madeira apresentaram diferenças nos parâmetros colorimétricos entre as seções anatômicas avaliadas. A *P. rigida* foi caracterizada pela cor vermelha, pelo aumento da coordenada a*, a *M. azedarach* pela tonalidade amarela e a *C. americana* caracterizada pela dominância da tonalidade verde escuro, devido ao menor valor da coordenada a*. A colorimetria permitiu caracterizar e diferenciar as tonalidades entre as faces radial e tangencial das madeiras avaliadas de forma eficaz.

Referências Bibliográficas

ASTM.American Society for Testing and Materials.**Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber**: ASTM D143-94. West Conshohocken: 2000.

ATAYDE. C. M; GONÇALEZ. J.C; CAMARGOS. J. A. Características Colorimétricas entre as Seções Anatômicas da Madeira de Muirapiranga (*Brosimum* sp.). Cerne, Lavras, v. 17, n. 2, p. 231-235, abr./jun. 2011

CAMARGOS, J. A; GONÇALEZ, J. C. A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira. Brasil Florestal. Setembro, 2001.

GONÇALEZ, J.C.; MACEDO, D.G. Colorimetria aplicada à madeira de eucalipto. In: Seminário de Produtos Sólidos de Madeira de Eucalipto, 2, Belo Horizonte-MG. Anais..., Belo Horizonte: SIF, 2003. CD-ROOM

KONICA MINOLTA SENSING Inc. Comunicação precisa da cor. 1998. 57 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. São Paulo. Ed. Plantarum, vol.1. 2002.

AMORIM, P. G; GONÇALEZ, J. C; CAMARGOS, J. A. A. Propriedades da madeira de *Pinus caribaea* e *Eucalyptus grandis* estimadas por colorimetria. Cerne, Lavras, v. 19, n. 3, p. 461-466, jul./set. 2013.

MONTES, C. S.; HERNANDEZ, R. E.; BEAULIEU, J.; WEBER, J. Genetic variation in wood color and its correlations with tree growth and wood density of *Calycophyllum spruceanum* at an early age in the Peruvian Amazon. **New Forests**, Dordrecht, v. 35, p. 57-73, 2008

MORI, C.L.S.O.; LIMA, J.T.; MORI, F.A.; TRUGILHO, P.F.; GONÇALEZ, J.C.; Oliveira, A.C. Colorimetria aplicada a determinação da cor da madeira de Eucalyptus spp. In: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 9, Cuiabá, 2004. Anais. Mato Grosso: SECOM, 2004. CD-ROOM.

MORI, C.L.S.O.; LIMA, J.T.; MORI, F.A.; TRUGILHO, P.F.; GONÇAÇEZ,J.C. Caracterização da cor da madeira de clones de híbridos de *Eucalyptus* spp. Cerne, Lavras, V. 11, n. 2, p. 137-146, abr./jun. 2005

MORI, C; MORI, F; MENDES, L; SILVA, J. R.Potencial da madeira de angico-vermelho para móveis. **Revista da Madeira**, Lavras.UFLA, Outubro, 2007.

MOYA, R.; MARIN, J. D. Grouping of *Tectona grandis* (L.f.) clones usingwood color andstiffness. **New Forests**,Dordrecht, v. 42, p. 329-345, 2011

RAPPOLD, P.M.; SMITH, W.B.An investigation of the relationships between harvest season, log age, and drying schedule on the coloration of hard maple lumber.**Forest Products Journal.**v.54. n.12.p.178 – 184.Dez. 2004.

SHUMACHER, Mauro Valdir; et al. **Silvicultura Aplicada.** UFSM. Santa Maria, 1-120 p, 2005. (APOSTILA).

Variação axial da massa específica básica de *Hovenia dulcis* Thunberg.

Axial variation of the basic density of *Hovenia dulcis* Thunberg.

Vanessa Geraldi[1]
Mágda Rosa Fontoura[2]
Laíse Guerreiro[1]
Rômulo Trevisan[3]

[1]Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Frederico Westphalen, RS, Brasil - vanessageraldi@hotmail.com; laise0110@hotmail.com

[2]Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Frederico Westphalen, RS, Brasil – magda-ros@hotmail.com

[3]Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Frederico Wesphalen, RS, Brasil - romulo_trevisan@ufsm.br

Resumo: A massa específica básica é um dos principais parâmetros de qualidade da madeira. Considerando isso, esse estudo teve como objetivo analisar a variação axial da massa específica básica da espécie de *Hovenia dulcis* Thurnberg. A determinação da massa específica básica se estabeleceu a partir da retirada de discos com, aproximadamente, dois centímetros de espessura, nas seguintes posições do tronco: 0,10 m (base), 25, 50, 75 e 100% da altura do primeiro galho vivo e no diâmetro à altura do peito (DAP). Através dos discos foram retirados corpos-de-prova em forma de cunha, colocados em água até a completa saturação das fibras para a determinação do volume verde, pelo método da balança hidrostática. Após esse procedimento os corpos-de-prova foram acondicionados em estufa a 103ºC até peso constante para então serem pesados na condição anidra e assim determinar a massa especifica básica. Os principais resultados indicaram que ocorreu variação entre os valores obtidos no sentido base-topo, diminuindo da base até, aproximadamente 20% da altura comercial, com tendência de estabilização até o topo das árvores.
Palavras-chave: Propriedade física, qualidade da madeira, variação longitudinal.

Abstract: The specific gravity is one of the main quality parameters of wood. Considering this, this study aimed to analyze the axial variation of the specific gravity of the kind of *Hovenia dulcis* Thurnberg. The determination of specific gravity are removed from the set of disks, approximately two inches thick in the stem of the following positions: 0.10 m (base), 25, 50, 75 and 100% of the first branch point live and diameter at breast height (DBH). Through the discs were removed from the test piece bodies wedge-shaped, put into water until complete saturation of the fibers for determining the green volume, the hydrostatic balance method. After this procedure the bodies of the test piece were placed in an oven at 103ºC to constant weight and then be weighed in the dry condition and thus determine the specific mass basic. The main results indicated that there was variation between the values obtained in the bottom-up direction, reducing the base to approximately 20% of the commercial height, with a trend toward stabilization to the top of the trees.
Keywords: physical property, wood quality, longitudinal variation.

1. Introdução

A espécie *Hovenia dulcis* Thunberg., conhecida popularmente por uva-do-japão pertencente à família Rhamnacea e, ocorre naturalmente na China, Japão e Coréia, com larga escala na região Sul do Brasil (SUSIN et al. 2011). De acordo com Carvalho (1994) no Brasil, seu crescimento é bastante variável, podendo ser empregada em várias obras de marcenaria e carpintaria. Rigatto et al. (2001), descreve a madeira de *Hovenia dulcis* como sendo moderadamente pesada, resistente, mediamente tenaz e elástica, apresentando pouca durabilidade quando em contato com o solo.

Para avaliar a qualidade da madeira e definir sua utilização, é essencial a identificação das propriedades físicas e mecânicas, pois essas alteram o produto final. No contexto de avaliação de espécies madeireiras a determinação da massa específica básica vem sendo utilizada por correlacionar diretamente o rendimento em massa e também as propriedades físico-mecânicas (EISFELD et al., 2009; MATTOS, 2011). Assim, essa característica é considerada um dos principais parâmetros tecnológicos nos diversos segmentos da atividade industrial (CASTRO SILVA et al., 2004), devido a sua relação com outras propriedades e também por ser de fácil determinação(LIMA; GARCIA, 2005; MATTOS et al., 2011).

Para a determinação da massa específica básica, a relação da massa de um corpo (g ou kg), e o seu volume (cm³ ou m³) deve ser considerada (TREVISAN, 2010). Durlo (1991) descreve que o valor dessa característica indica a quantidade aproximada de massa lenhosa, ou de modo inverso, o volume de espaços vazios existentes na madeira.

A análise da variabilidade da madeira no sentido longitudinal (base-topo), quando considerada a utilização tecnológica , torna-se imprescindível pelo fato de que essas variações podem ser alteradas conforme as características do genótipo, idade da árvore, amostragem, influências externas e das condições representadas pelas interações silviculturais utilizadas no povoamento florestal (ALZETE et al., 2005; SETTE JUNIOR, 2007; TREVISAN et al., 2007).

Lopes et al. (2011) caracteriza que a massa específica básica está diretamente relacionada com a estrutura anatômica e a composição química, acarretando possíveis alterações na resistência mecânica, estabilidade dimensional e qualidade da superfície usinada resultando em uma complexa combinação entre os constituintes anatômicos internos.

A idade da espécie influência no que se refere à massa específica básica, aumentando rapidamente durante o período juvenil, lentamente na fase intermediária da idade, até tornar-se constante na fase da maturidade da árvore (PANSHIN; DE ZEEUW, 1980; LIMA et al. 2000). Considerando isso, a utilização da madeira como matéria-prima só pode ocorrer a partir do conhecimento adequado de suas propriedades (KLOCK et al., 2004). Dentro desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo determinar a variação axial da massa específica básica da espécie de *Hovenia dulcis*.

2.Metodologia de Trabalho

A madeira utilizada no ensaio experimental foi proveniente de cinco árvores de *Hovenia dulcis*, com 10 anos de idade, procedente de um povoamento com espaçamento de 1,3 x 1,7 m, situado no município de Coronel Freitas, Santa Catarina.

Para o estudo da variação da massa específica básica no sentido axial, foram retirados discos com aproximadamente dois centímetros de espessura, nas posições da base (0,10 m), 25, 50, 75 e 100% da altura do primeiro galho vivo e DAP (diâmetro à altura do peito) de cada árvore amostrada.

Após a retirada dos discos, os mesmos foram codificados e embalados em sacos plásticos, para minimizar a perda de umidade, e então, transportados para o Laboratório de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, localizado na Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen, onde foram submersos em água até a completa saturação das fibras. Em seguida, os discos foram marcados e seccionados em duas cunhas simetricamente opostas, contendo partes de cerne e alburno.

A determinação da massa específica básica de cada cunha foi obtida com o volume verde pelo método da balança hidrostática, descrito por Vital (1984), e o peso seco em estufa a 103°C.O cálculo da massa específica básica de cada cunha consiste na razão entre o peso seco em estufa e o volume saturado, conforme Equação 1.

$$\rho_b = \frac{P_0}{V_u} \qquad \text{(Eq. 01)}$$

Onde: ρ_b = massa específica básica, em g/cm^3; P0 = peso seco em estufa (103 °C), em g; Vu = volume saturado, em cm^3.

A massa específica básica em cada posição relativa foi determinada pela média dos valores das duas cunhas. Após a obtenção desse parâmetro tecnológico em cada posição do tronco, realizou-se a determinação da massa específica básica ponderada em função do volume sem casca até a altura do primeiro galho vivo de cada árvore. Esse cálculo baseia-se na ponderação dos valores de massa específica básica, obtidos em cada posição com os volumes sem casca, correspondentes entre duas posições sucessivas (Equação 2).

$$\rho_b = \frac{\left[\left(\frac{\rho_{b0\%} + \rho_{bDAP}}{2}\right) v_1\right] + \left[\left(\frac{\rho_{bDAP} + \rho_{b25\%}}{2}\right) v_2\right] + \ldots + \left[\left(\frac{\rho_{b''i''} + \rho_{b''i+1''}}{2}\right) v_{''i''}\right]}{Vs/c} \qquad \text{(Eq. 02)}$$

Onde: $\rho_{b\ pond.}$ = massa específica básica ponderada em função do volume da árvore, em g/cm^3; $\rho_{b''i''}$ = massa específica básica na posição "i", em g/cm^3; v_1, v_2, v_j = volume sem casca correspondente a duas posições sucessivas, em m^3; v s/c = volume sem casca até a altura do primeiro galho vivo da árvore, em m^3.

Para analisar a variação da massa específica básica das árvores de *Hovenia dulcis*, os dados amostrados, por posição relativa no sentido base-topo, foram submetidos à análise de regressão. Esses foram processados pelo pacote "*Statistical Analysis System*" (SAS, 1993), em que foi, primeiramente, aplicado o procedimento *Stepwise* de modelagem de regressão. O modelo foi definido pela Equação 3.

$$\rho_b = f(P; \frac{1}{P}; P^2; \frac{1}{P^2}; \ln P; \frac{1}{\ln P}; \sqrt{P} \qquad \text{(Eq. 03)}$$

Onde: ρ_b = massa específica básica, g/cm^3; P = posição relativa (sentido base-topo), %.

O melhor modelo para estimar a variação axial da massa específica básica foi selecionado com base no coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj.}$), erro padrão da estimativa (S_{xy}), valor de F calculado e análise da distribuição dos resíduos.

3. Resultados e Discussão

Os valores médios da massa específica básica por posição no sentido base-topo e da massa específica básica ponderada em função do volume sem casca até a altura do primeiro galho vivo da espécie *Hovenia dulcis*, são destacados na Tabela 1.

Na Tabela 1 verifica-se uma variação entre os valores de massa específica básica por posição no sentido base-topo, e da massa específica básica ponderada classificando a madeira como média. Os dados estão em conformidade com os resultados obtidos na literatura por Rigatto et al. (2001) e Motta et al. (2014), que encontraram valores respectivamente de, 0,549 g/cm^3 e 0,577 g/cm^3. Em estudos sobre ecologia e silvicultura da espécie, Carvalho et al. (1994), afirmaram que a ρb da madeira pode variar de 0,500 a 0,720 g/cm^3.

Tabela 1.Valores médios de massa específica básica por posição e da massa específica básica ponderada em função do volume sem casca até a altura do primeiro galho vivo de cada árvore.
Table 1.Valores basic density medium by position and weighted basic density as a function of shelled volume to the height of the first living branch of every tree.

Árvore	Posição relativa no sentido base-topo						ρb pond. (σ)
	0,1m	DAP	25%	50%	75%	100%	
1	0,560	0,576	0,557	0,548	0,532	0,553	0,554 (±0,014)
2	0,562	0,529	0,542	0,543	0,509	0,536	0,536 (±0,017)
3	0,524	0,506	0,506	0,504	0,524	0,511	0,511 (±0,009)
4	0,548	0,534	0,499	0,503	0,507	0,524	0,516 (±0,019)

Onde: $\rho b_{pond.}$.= massa específica básica ponderada em função do volume sem casca até a altura do primeiro galho vivo da árvore, g/cm³; DAP = diâmetro à altura do peito; σ: desvio padrão, g/cm^3.

A equação de regressão selecionada para a espécie *Hovenia dulcis* (ρb=0,52404+0,02736(1/P)) para estimar a variação axial da massa específica básica nas árvores em relação à posição relativa no sentido base-topo (P), apresentou um valor de F calculado de 4,84 a 5% de probabilidade de erro (probabilidade > F = 0,0392), coeficiente de variação igual a 3,5%, coeficiente de determinação ajustado de 0,15 e erro padrão da estimativa de 0,019g/cm³. Os valores de ρb da madeira em função da posição relativa no sentido base-topo, estimada através do modelo descrito, podem ser observados na Figura 1.

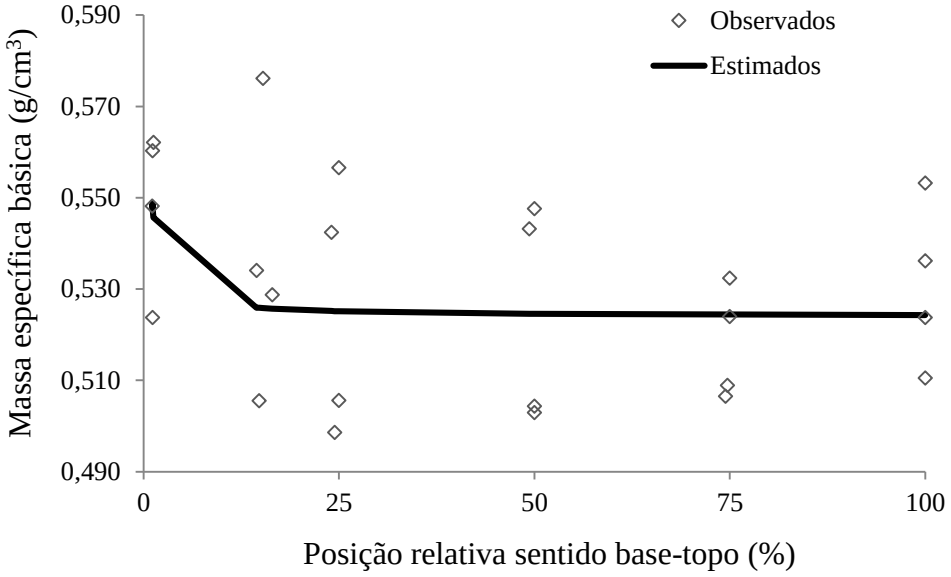


Figura 1.Variação da massa específica básica ρb das árvores de *Hovenia dulcis* em função da posição relativa no sentido longitudinal.
Figure 2.Variation of basic density ρb of Hovenia trees dulcis depending on the relative position in the longitudinal direction.

A espécie de *Hovenia dulcis* apresentou uma redução na massa específica básica de 4% entre a região da base até, aproximadamente, 20% da posição relativa no sentido base-topo, com valores iguais a 0,525 g/cm^3 e 0,547g/cm^3,respectivamente, com uma tendência de estabilização a partir dessa posição até o topo das árvores.

Entretanto, em decorrência de não haver na literatura estudos referentes à variação axial ao longo do fuste da madeira analisada, utilizou-se dados obtidos com outras espécies. Assim, resultados semelhantes foram encontrados por Sanquetta et al. (2013), trabalhando com *Acacia mearnsii* aos cinco anos de idade, na região de Cristal/RS.

Estudos realizados por Lopes (2003); Trevisan et al.(2012); Eloy et al. (2013) e Sanquetta et al. (2013), com *Eucalyptus grandis*, descreveram uma redução ρb da base até aproximadamente o diâmetro da altura do peito (DAP), sendo que a partir dessa posição ocorre um acréscimo, diferindo dos resultados encontrados para *Hovenia dulcis.*

4. Conclusões

Com base nos resultados obtidos e apresentados da espécie estudada conclui-se que, o padrão de variação da massa específica básica de *Hovenia dulcis* apresentou uma redução da base até, aproximadamente 20% da altura comercial, com tendência de estabilização até o topo das árvores.

A ρb ponderada da madeira foi classificada como média, ou seja, podendo ser utilizada na construção civil, marcenaria, vigas, caibros e indústria moveleira.

Referências bibliográficas

ALZETE, S. B. A.; TOMAZELLO FILHO, M.; PIEDADE, S. M. S. Variação longitudinal da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm. *E.grandis* x *urophylla*. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n.68, p.87-95, 2005.

CARVALHO, P. E. R. **Ecologia, silvicultura e usos da uva-do-japão** (*Hovenia dulcis* Thunberg). Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1994. 24p. (EMBRAPA-CNPF. Circular Técnica, 23).

CASTRO SILVA, J.; OLIVEIRA, J. T. S.; FILHO, M. T.; JUNIOR, S. K.; MATOS, J. L. M. Influência da idade e da posição radial na massa específica da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Floresta**, Curitiba, v.34, n.1, p.13-22, 2004

DURLO, M. A. **Tecnologia da madeira**: peso específico. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATC, 1991. 29p. (Série Técnica, n. 8.)

EISFELD, R.; EISFELD, C. L.; FERREIRA, J. M.; PIMENTEL, A.; RODRIGUES, F.; ALMEIDA, A. Modelagem da massa específica básica dos cavacos a partir de variáveis dendrométricas e da massa específica do disco. **Revista Floresta**, Curitiba, v.39, n.4, p.877-886, 2009.

ELOY, E.; CARON, B. O.; TREVISAN, R.; BEHLING, A.; SOUZA, V. Q.; SCHMIDT, D. Variação axial e efeito do espaçamento na massa específica da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Acacia mearnsii*. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v.4, n.2, p. 215-227, 2013.

KLOCK, U.; ANDRADE A. S.; BITTENCOURT, E.; MOCELIN, E.; CREPALDI, C. Propriedades do papel Kraft a partir da madeira juvenil de *Pinus maximinoi* H.E. Moore e *Pinus taeda* L. **Revista Floresta**, Curitiba, v.34, n.1, p.33-44, 2004.

LIMA, I. L.; GARCIA, J. N. Influência do desbaste em propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v.17, n.2, p.151-160, 2005.

LOPES, C. S. D.; NOLASCO, A. M.; FILHO, N. T.; DIAS, C. T. S.; PANSINI, A. Estudo da massa específica básica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.21, n.2, p.315-322, 2011.

LOPES, M. C. **Agrupamento de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* em função das variáveis dendrométricas e das características tecnológicas da madeira**. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

MATTOS, B. D.; GATTO, D. A.; STANGERLIN, D. M.; CALEGARI, L.; MELO, R. R.; SANTINI, E. J. Variação axial da densidade básica da madeira de três espécies de gimnospermas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.1, p.121-126, 2011.

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, n.12, p. 2186-2192, 2014.

PANSHIN, A. J.; de ZEEUW, C. **Text book of wood technology**. 4. ed. New York: Mc Graw Hill, 1980. 722 p.

RIGATTO, P. A.; PEREIRA, J. C. D.; MATTOS, P. P.; SCHAITZA, E. G**. Características físicas, químicas e anatômicas da madeira de *Hovenia dulcis*.** Comunicado Técnico, n. 66, Embrapa, Colombo, 2001.

SAS – STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM: **Programa de computador**, ambiente VM. Cary, 1993. Versão 6.08.

SANQUETTA R. C.; TRAVISAN, R.; BEHLING, A.; ELOY, E.; CORTE, A. P. D.; SIMON, A. A.; CARON, B. O.; SILVA, D. A. Variação axial da massa específica de *Acacia mearnsii* em diferentes regiões do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Biociências**, Taubaté, v.19, n.2, p.43-52, 2013.

SETTE JUNIOR, C. R. **Efeito da aplicação do lodo de esgoto e de fertilização mineral no crescimento e propriedades da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Madein.** 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2007.

SUSIN, F.; SANTINI, E. J.; DUARTE, M. M.; CARVALHO, D. E.; VIDRANO, B. R. A. Análise de variáveis para avaliação da estabilidade dimensional de alburno e cerne de *Hovenia dulcis*. In: **Anais...** 5º SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL*;* 2011; Santa Maria. p. 588-592.

TREVISAN, R. **Efeito do desbaste nos parâmetros dendrométricos e na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden**. 174 f. tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

TREVISAN, R.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J.; SCHNEIDER, P. R; MENEZES, L.F. Efeito da intensidade de desbaste nas características dendrométricas e tecnológicas da madeira de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.17, n.4, p.377-387, 2007.

VITAL, B.R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**. SIF/UFV Boletim Técnico, n.1, p.1-21, 1984.

Propriedades físico-mecânicas de painéis laminados produzidos com madeira de *Pinus taeda* em diferentes composições

Phisical and mechanical properties of laminated panels produced from *Pinus taeda* wood in different compositions

Getúlio Reis Lourenço Neto[1]
Bruno Guilherme de Oliveira [2]
Andrey Pereira Acosta[1]
Erika da Silva Ferreira[1]
Merielen de Carvalho Lopes[1]

[1]Universidade Federal de Pelotas – UFPEL, Rua Conde de Porto Alegre, 793, Centro, Pelotas - RS (96010-290), getulio333@hotmail.com, andreysvp@gmail.com, erika.ferreira@ufpel.edu.br, merielen-lopes@hotmail.com;

[2] Kepler Weber industrial S/A, Avenida Adolfo Kepler Jr., 1500, Panambi - RS (98.280-000), brunodeoliveira.rs@gmail.com

Resumo: Indústrias de base florestal procuram por alternativas que atendam as exigências do mercado tendo como intuito a implementação de espécies florestais exóticas de rápido crescimento, como exemplo o *Pinus* spp. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades físico-mecânicas de painéis laminados produzidos com madeira de *Pinus taeda* em diferentes composições. Dessa forma, foi produzido um total de nove painéis laminados em três diferentes composições estruturais (dois tipos de compensados e um painel de lâminas paralelas - PLP). Cada painel foi constituído por sete lâminas com espessura nominal de 2mm e adesivo fenol-formaldeído (100 - resina fenólica :10 - farinha de casca de coco, em partes por peso). O processo produtivo atendeu aos seguintes parâmetros de prensagem: temperatura de 140°C, pressão específica 10kgf/cm^2, tempo de assemblagem de 20 minutos e tempo de prensagem de 10 minutos. Os ensaios físicos foram realizados de acordo com as especificações da norma brasileira (ABNT NBR, 1986 e 2011) e os mecânicos atendendo a norma europeia (EN, 1993). De modo geral, os painéis de lâminas paralelas apresentaram resitência física (inchamento mais recuperação em espessura) e mecânica (módulo de elasticidade) superiores aos demais tratamentos avaliados.
Palavras-chave: Pinus, compensado, painel de lâminas paralelas.

Abstract: Forest-based industries search alternatives that accord the market requirements with the intention to implement exotic forest species of rapid growth, the example of *Pinus* spp. In this context, this study aimed to evaluate the physical and mechanical properties of laminated panels manufactured from *Pinus taeda* wood in different compositions. Thus, a total of nine boards were produced in three different structural composition (two types of plywood and a laminated veneer lumber - PLP). Each panel consisted of seven veneers with a nominal thickness of 2mm and phenol formaldehyde adhesive (100 - phenolic resin: 10 - coconut shell flour, in parts by weight). The production met the following press parameters: temperature of 140°C, specific pressure 10kgf/cm^2, the assembly time of 20 minutes and 10 minutes time pressing. The physical tests were according to the specifications of the brazilian standard (ABNT NBR, 1986 and 2011) and the mechanical analysis of the european standard (EN 1993). In general, the laminated venner lumber exhibited physical resistance (thickness swelling more recovery) and mechanical (modulus os elasticity) than the other treatments.
Key words: Loblolly pine, plywood, laminated veneer lumber.

1. Introdução

A utilização da matéria-prima madeira em escala industrial é considerada uma das melhores alternativas como fontes renováveis de produtos e subprodutos empregados pelo homem. A demanda por esse material vem crescendo gradativamente e consequentemente o consumo de florestas nativas tropicais não atende a necessidade industrial solicitada.

No Brasil, tal realidade aliada à pressão de órgãos e entidades responsáveis pela preservação do meio ambiente, visando à importância da conservação de florestas nativas da região Amazônica, fez com que as indústrias de base florestal a adotarem alternativas para atender as exigências do mercado por meio da implantação de espécies florestais exóticas de rápido crescimento, como o *Pinus* spp.

A tecnologia tem ampliado a gama de novos produtos derivados da madeira, seja em diferentes formas, seja em combinação com outros materiais, visando sempre o melhor desempenho do produto no fim a que se destina, a otimização do uso da matéria-prima e a redução dos custos de processamento. O mercado requer produtos de bom desempenho, menor custo, esteticamente agradáveis e crescentemente sadios do ponto de vista ambiental. Muitos dos processos desenvolvidos baseiam-se no emprego de matéria-prima produzida em florestas de rápido crescimento, especialmente para um determinado fim. Isso é reflexo de uma demanda especializada, exigente não só em relação ao desempenho do produto, mas também em relação à sua aparência (ZENID, 2009).

Substituições inovadoras como a utilização de painéis e uma nova geração de produtos de madeira projetados estão mudando a maneira como o designer de produto pensa sobre madeira e seu processo de fabricação. O sucesso demonstrado na utilização de especies anteriormente ignoradas, como as folhosas e coníferas, somada a aceitação do consumidor à mudança, resultou em avanços significativos nos mercados de madeira mais tradicional, favorecendo produtos projetados como substitutos de madeira de alta tecnologia (BALDWIN, 1995).

O painel de compensado tem múltiplas aplicações, suas características mecânicas, grandes dimensões e variedades de tipos adaptáveis a cada uso constituem os principais atributos para justificar a ampla utilização desse material. A designação do uso final do produto é função da espécie, da qualidade das lâminas, do arranjo e do tipo de adesivo usado na fabricação de laminados. O conhecimento das propriedades físico-mecânicas dos compensados é uma informação importante para os vários tipos de usos desses compensados pois essas refletem diretamente a qualidade da produção (PALMA et al., 2012).

Iwakiri et al. (2001) avaliaram a qualidade em compensados produzidos com cinco espécies de pinus tropicais e concluíram que as mesmas apresentaram potencial satisfatorio para essa finalidade de uso.

Em estudo direcionado nas propriedades de painéis de lâminas paralelas - PLP, Müller (2009) indica que o material PLP é esteticamente muito semelhante à madeira sólida e, não obstante sua composição simples, apresenta algumas propriedades desejáveis encontradas em painéis compensados e aglomerados, como estabilidade dimensional. Por esses aspectos, seu uso na produção de móveis e materiais de acabamento tende a crescer onde a madeira serrada tenha custo elevado ou onde outros materiais não atendam a requisitos estáticos ou de resistência mecânica.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades físico-mecânicas de painéis laminados produzidos com madeira de *Pinus taeda L*. em diferentes composições.

2. Metodologia de Trabalho

As lâminas de *Pinus taeda* foram doadas pela empresa Palma Sola Ltda., localizada no município de Palma Sola – SC. A resina fenol-formaldeído foi cedida pela empresa Momentive T.M., localizada no Distrito Industrial de Curitiba – PR e a farinha de casca de coco foi uma doação do Laboratório de Painéis de Madeira – Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal/DETF da Universidade Federal do Paraná - UFPR.

Para confecção das chapas foram utilizadas 7 lâminas provenientes da madeira de *P. taeda* com espessura nominal de 2mm, teor de umidade variando de 6 a 12% (para as lâminas de miolo e capa / contracapa) e adesivo fenol-formaldeído.

Os painéis apresentaram dimensões nominais de 500 x 500 x 14mm, sendo avaliados três tratamentos com diferentes composições de lâminas (Tabela 1), perfazendo um total de 9 painéis produzidos.

Tabela 1. Delineamento experimental empregado para produção dos painéis laminados com a composição estrutural das lâminas
Table 1. Experimental plan used for production of laminated panels with the structural composition of veneers.

Tratamento	Painel	Composição estrutural das lâminas						
		Capa	Miolo					Contracapa
T1	Compensado 1	*L*	*T*	*L*	*T*	*L*	*T*	*L*
T2	Compensado 2	*L*	*T*	*L*	*L*	*L*	*T*	*L*
T3	Painel de Lâminas Paralelas - PLP	*L*	*L*	*L*	*L*	*L*	*L*	*L*

Nota: *L* - lâmina no sentido longitudinal - paralelo às fibras; *T* - lâmina no sentido transversal - perpendicular às fibras;

As principais etapas do processo produtivo foram: climatização das lâminas, preparo e aplicação de adesivo, montagem, pré-prensagem, prensagem a quente e acondicionamento dos painéis.

A produção do adesivo obedeceu à seguinte formulação, em partes por peso: 100 (resina fenol-formaldeído) : 10 (farinha de casca de coco – material de enchimento), sendo utilizada a gramatura de 180g/m² em linha simples.

Para consolidação dos painéis o processo de prensagem foi realizado utilizando-se uma prensa hidráulica com capacidade de 160 toneladas, temperatura de 140°C, pressão específica de 10 Kgf/cm² e tempo efetivo de prensagem de 10 minutos.

Após o acondicionamento dos painéis em câmara climática (temperatura de 20±3ºC e umidade relativa de 65±5%), as chapas foram encaminhadas para realização do esquadrejamento, sendo em seguida realizado o corte dos corpos de prova. Na Tabela 2. são apresentados os ensaios físico-mecânicos realizados de acordo com as normas especificadas.

Tabela 2. Ensaios físicos e mecânicos e quantidade de corpos de prova amostrados.
Table 2. Physical and mechanical tests and number of samples specimens.

Ensaio	C.P.* por painel	C.P. Totais
Massa específica Aparente - ABNT NBR 9485 (2011)	5	45
Teor de umidade - ABNT NBR 9484 (2011)	5	45
Absorção de Água - ABNT NBR 9486 (2011)	6	54
Recuperação em espessura (RE) e Inchamento mais recuperação em espessura (IR) - ABNT NBR 9535 (1986)	6	54
Flexão estática - EN 310 (1993)	4	18
Cisalhamento na linha de cola (seco e fervura) - EN 314-1 (1993)	20	180
Percentagem de Falha da Madeira - EN 314-2 (1993)	20	180

Nota: C.P. corpo de prova

O delineamento empregado foi inteiramente casualisado com três chapas produzidas por tratamento, onde o efeito avaliado foram as diferentes composições dos painéis laminados.

Após os ensaios dos corpos de prova, os valores médios referentes a cada variável resposta avaliada foram submetidos à análise de variância - ANOVA. Havendo rejeição da hipótese de nulidade pelo teste F, foi possível aplicar-se o teste Tukey ao nível 5% de significância para comparação entre as médias dos tratamentos avaliados.

O programa estatístico utilizado para o processamento das variáveis foi o *Statgraphics Centurion* versão XV.

3. Resultados e Discussão

3.1. Teor de umidade e massa específica aparente

De acordo com a Tabela , os tratamentos avaliados não apresentaram diferença estatistica em relação aos valores médios observados para massa específica aparente, indicando que a composição estrutural dos painéis não influenciou essa propriedade física. O teor de umidade médio dos painéis foi de 8,58 %.

Iwakiri et al (2010), analisando painéis de lâminas paralelas - PLP com diferentes composições de espécies florestais, incluindo *Pinus taeda*, constituídos por 7 lâminas e resina fenólica, observaram que o maior valor médio de massa específica verificada foi em painéis produzidos com as espécies de *Eucalyptus saligna* e *Schizolobium amazonicum* - paricá, correspondendo a 0,538 g/cm³. Todos os valores médios de massa específica encontrados nos tratamentos avaliados no presente estudo foram superiores aos valores observados pelo referidos autores.

Tabela 3. Valores médios para teor de umidade (TU) e massa específica aparente (MEA) dos painéis laminados.
Table 3. Mean values for moisture content (TU) and density (MEA) of laminated panels.

Tratamento	*TU* (%)	C.V. (%)	*MEA* (g/cm³)	C.V. (%)
T1 - compensado 1	8,46	3,88	0,62[a*]	5,45
T2 - compensado 2	8,45	4,38	0,63[a]	4,60
T3 - PLP	8,84	4,81	0,61[a]	3,41

C.V. Coeficiente de variação; *Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste Tukey.

Müller (2009), investigando as propriedades de PLP observou que em painéis de *P. taeda* constituídos por 5 lâminas de 3mm coladas com resina fenol-formaldeído, apresentaram massa específica aparente correspondendo a 0,64 g/cm³, sendo esse resultado próximo à massa específica aparente avaliada para o tratamento 3 (PLP), que foi de 0,61 g/cm³.

3.2. Absorção de água, Recuperação em espessura e Inchamento mais recuperação em espessura

Por meio da Tabela 4, pode-se observar que os valores para absorção de água em 24h variaram de 57,05 a 65,73%, refletindo um aumento de 15% entre os valores extremos observados nos tratamentos compensado 1 (T1) e PLP (T3).

Tabela 4. Valores médios obtidos para Absorção de Água (AA), Recuperação em Espessura (RE) e Inchamento mais Recuperação em Espessura (IR).
Table 4. Mean values for Water Absorption (AA) , Recovery in thickness (RE) and Swelling in thickness More Recovery (IR) .

Tratamento	*AA* (%)	C.V. (%)	*RE* (%)	C.V. (%)	*IR* (%)	C.V. (%)
T1 - compensado 1	57,05[a]	6,20	5,24[a]	57,65	13,10[b]	23,69
T2 - compensado 2	61,09[a]	8,65	3,87[a]	38,58	11,23[ab]	20,13
T3 - PLP	65,73[b]	9,11	3,43[a]	73,44	8,67[a]	30,07

C.V. = Coeficiente de Variação. *Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste Tukey.

Ao analisar-se os valores médios de AA, observa-se que o tratamento que se apresentou superior aos demais painéis avaliados foi o T3, onde foram confeccionados painéis de lâminas paralelas (PLP), justificando que o arranjo estrutural paralelo ao longo das fibras possibilitou melhor a transição e absorção de água (Tabela 4).

Para os tratamentos constituídos por painéis compensados (T1 e T2) a absorção de água foi inferior devido ao princípio da laminação cruzada e a restrição imposta pela linha de cola ao comportamento individual das lâminas descrito por Iwakiri (2005). A laminação cruzada dificultou a penetração da água no painel, visto a diferenciação dos sentidos das fibras cruzadas, constatando que a diferente composição estrutural dos painéis afetou na absorção de água.

Silva et al. (2012) ao investigarem o comportamento de painéis compensados produzidos com três lâminas de *Pinus taeda* e adesivos à base de tanino e fenol-formaldeído, obtiveram valores médios de absorção de água em 24h correspondente a 63,8% (resina fenólica), sendo similar aos valores médios observados nos tratamentos constituídos por compensados no presente estudo.

Os valores médios para recuperação em espessura variaram de 3,43 a 5,24% e para a variável resposta inchamento juntamente com a anterior variaram de 8,67 a 13,10%, não havendo diferença estatistica entre os tratamentos, entretanto, entre os valores médios observados para inchamento mais recuperação em espessura o tratamento 3 - PLP foi o que apresentou resultados inferiores em comparação ao T1 - compensado 1, demonstrando que o PLP foi o mais resistente a variações dimensionais quando exposto a umidade.

Iwakiri et al. (2001) avaliando painéis compensados produzidos com 5 espécies de pinus tropicais e resina fenol-formaldeído, obtiveram valores médios de recuperação em espessura de 1,30% e inchamento mais recuperação em espessura de 7,75%, sendo inferiores aos valores médios observados para as variáveis respostas supracitadas quando comparados às combinações de paineis compensados (T1 e T2). Melo (2013) afirma que a influência da matéria-prima não ocorre apenas entre espécies, mas também pode ser verificada entre indivíduos de uma mesma espécie, ou ainda, em um mesmo indivíduo, variando em função das regiões da árvore.

3.3. Flexão estática (MOR e MOE)

Os valores médios observados para o módulo de ruptura variaram de 55,06 (T1) a 75,97 MPa (T3) e para o módulo de elasticidade entre 4837,08 (T1) a 7726,17 MPa (T3), ambos no sentido paralelo as lâminas da capa. Esse desempenho reflete um aumento de 37% entre

o painel compensado 1 (T1) e o PLP (T3) para variável MOR paralelo. Entretanto, os valores de MOE paralelo apresentaram resultados com uma tendência de aumento de 60% entre os dois tratamentos analisados com valores extremos (T1 e T3). Com base na Tabela 5, nota-se que não houve diferença estatistica para os resultados referentes ao módulo de ruptura.

Tabela 5. Valores médios encontrados para Módulo de Ruptura (MOR) e de Módulo de Elasticidade (MOE) no sentido paralelo à lâmina de capa.
Table 5. Mean values for Modulus of Rupture (MOR) and Modulus of Elasticity (MOE).

Tratamento	*MOR* (MPa)	C.V. (%)	*MOE* (MPa)	C.V. (%)
T1 - compensado 1	55,06[a]	11,19	4837,08[a]	16,58
T2 - compensado 2	58,78[a]	39,27	5315,16[a]	44,79
T3 - PLP	75,97[a]	17,66	7726,17[b]	8,10

C.V. = Coeficiente de Variação. *Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste Tukey.

Em estudo desenvolvido por Iwakiri et al. (2010), os autores encontraram módulo de ruptura paralelo (*edge wise*) correspondente a 79,5 MPa, sendo ligeiramente superior ao observado para o tratamento PLP (T3), demonstrando similaridade entre os valores dos painéis avaliados.

Os valores médios para módulo de ruptura paralelo investigados no presente estudo estão de acordo com a norma DIN 68792 (1979) e são superiores ao valor mínimo citado na norma para painéis utilizados como forma de concreto (sendo este correspondente a 35MPa para painéis com número de lâminas acima de 5).

Em pesquisa desenvolvida por Iwakiri et al. (2001) foram observados valores médios para MOR de 57,28 MPa e MOE de 5688,38 MPa, em compensados constituídos com madeira de *P. taeda*, 5 lâminas e produzidos com resina fenol-formaldeído, sendo similar aos valores encontrados nesse estudo com maior proximidade aos valores do compensado 2 (T2).

3.4. Resistência da linha de cola ao esforço de cisalhamento e percentagem de falha na madeira

Os valores médios encontrados para variável resistência ao cisalhamento na linha de cola teste teste seco e fervura variaram de 4,96 a 5,54MP e de 2,62 a 2,99MPa, respectivamente. De acordo com a Tabela 6, pode-se observar que não ocorreu diferença estatistica tanto para os ensaios realizados a seco quanto após o ciclo em água quente.

Tabela 6 – Valores médios encontrados para o teste seco e fervura da resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento (RCLC) e percentagem de falha na madeira (FM).
Table 6 – Mean values for the dry and boil test of glue line shear and percentage of wood failure.

Tratamento	Seco (MPa)	C.V. (%)	FM (%)	C.V. (%)	Fervura (MPa)	C.V. (%)	FM (%)	C.V. (%)
T1 - compensado 1	4,96[a]	16,70	49,33	48,13	2,62[a]	23,81	64,67	47,79

T2 - compensado 2	5,54ª	12,73	55,33	73,84	2,64ª	25,85	62,00	53,21
T3 - PLP	4,98ª	11,16	66,67	56,31	2,99ª	34,41	59,33	66,34

*C.V. = Coeficiente de Variação. * Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste Tukey.

Em referência ao requesito normativo europeu EN 314-2 (1993), todos os tratamentos avaliados se apresentaram dentro do limite de resistência ao cisalhamento na linha de cola (1,0MPa), tanto para testes realizados a seco quanto pós fervura.

Iwakiri et al. (2001) observaram valores médios para resistência ao cisalhamento na linha de cola inferiores ao presente estudo, sendo a resistência média a seco de 3,5MPa e após o ciclo de fervura de 1,46MPa, em painéis compensados constituídos com madeira de *Pinus taeda*, 5 lâminas e produzidos com resina fenol-formaldeído.

4. Conclusões

Por meio da análise conjunta das propriedades físicas e mecânicas das três diferentes combinações de painéis laminados produzidos no presente estudo o painel de lâminas paralelas - PLP foi o tratamento que de modo geral apresentou as propriedades superiores aos demais tratamentos avaliados.

Agradecimentos

Os autores expressam seus agradecimentos às empresas Palma Sola Ltda., Momentive T.M. e ao Laboratório de Painéis de Madeira - DETF - UFPR, respectivamente, pelas doações de madeira, adesivo e material de enchimento utilizados nesta pesquisa.

Referências Bibliográficas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9484: Compensado – Determinação do teor de umidade. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9485: Compensado – Determinação da massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9486: Compensado – Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9535: Compensado – Determinação do inchamento. Rio de Janeiro, 1986.

BALDWIN, R. F. **Plywood Manufacturing Practices**. San Francisco: Miller Freeman, 1995. 388p.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION – EUROPEAN STANDARD EN 310. **Wood-based panels – Determination of modulus of elasticity in bending streng.** Bruxelas. 1993.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION – EUROPEAN STANDARD EN 314-1. **Plywood – bonding quality: part 1 – test methods.** CEN members, 1993.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION – EUROPEAN STANDARD EN 314-2. **Plywood – bonding quality: part 2 – requirements.** CEN members, 1993.

IWAKIRI, S. et al. Produção de chapas de madeira compensada de cinco espécies de pinus tropicais. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 2, 2001.

IWAKIRI, S. et al. Produção de painéis laminados Unidirecionais - PLP com lâminas de *Schizolobium amazonicum*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus taeda*. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 4, p. 557-563, 2010.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída.** Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, Curitiba. 2005. 247 p.

MÜLLER, M. T. **Influência de diferentes combinações de lâminas de *Eucalyptus saligna* e *Pinus taeda* em painéis estruturais PLP.** 164f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

PALMA, H. A. L. et al. Influência da qualidade das lâminas no desempenho mecânico à flexão de painéis compensados de *Hevea brasiliensis*. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 2, p. 133-140, 2012.

SILVA, B. C. et al. Qualidade de compensados fabricados com adesivos à base de tanino-formaldeído de *Pinus oocarpa* e fenol-formaldeído. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 511-519, 2012.

ZENID, G. J. et al. Madeira: uso sustentável na construção civil – 2ª ed. São Paulo, Publicação IPT, 2009. 99p.

Caracterização química e física de madeiras de *Eucalyptus* para produção de polpa celulósica no estado do Rio Grande do Sul

Chemical and physical characterization of *Eucalyptus* woods to production of pulp in Rio Grande do Sul

Bruna Mohr Giesbrecht[1]
Fernanda Marques[2]
Cristiane Pedrazzi[3]
Arci Dirceu Wastowski[4]
Rômulo Trevisan[5]
Huan Pablo de Souza[6]

[1] Universidade Federal de Santa Maria, UFSM – Santa Maria/RS
bruna_heck_mohr@hotmail.com

[2] Universidade Federal de Santa Maria, UFSM – Santa Maria/RS
nandda_ms@hotmail.com

[3] Universidade Federal de Santa Maria, UFSM – Santa Maria/RS
cpedrazzi@terra.com.br

[4]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM – Campus de Frederico Westphalen/RS
wastowski@ufsm.br

[5]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM – Campus de Frederico Westphalen/RS
romulo_trevisan@ufsm.br

[6]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM – Santa Maria/RS
huan.pablo@hotmail.com

Resumo: O objetivo desse estudo foi avaliar a qualidade da madeira produzida em florestas plantadas no estado do Rio Grande do Sul visando o seu uso para a produção de polpa celulósica. Para a realização dessa pesquisa, foram utilizadas árvores de cinco espécies florestais: *Eucalyptus benthamii*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urograndis* e *Eucalyptus dunnii*. As madeiras dessas espécies foram avaliadas quanto às seguintes propriedades físico-químicas: massa específica e teores de extrativos totais, teores de lignina total e teores de holocelulose. Quanto às análises químicas, *Eucalyptus dunnii* foi o que apresentou as características mais desejadas para a polpação, com baixo teor de extrativos (1,45%), baixo teor de lignina (20,88%) e alto teor de carboidratos (70,3%). Por outro lado, as madeiras do *E. urograndis*, *E. benthamii* e *E. saligna*, com massa específica de 0,4588, 0,5274 e 0,4854g/cm^3, respectivamente, resultaram nos melhores valores de massa específica para a produção de polpa celulósica.
Palavras-chave: Polpação, celulose, massa específica.

Abstract: The objective of this work was to evaluate the wood quality produced in plantation forests in the state of Rio Grande do Sul aiming its use to the cellulosic pulp production. To perform this research, it was used trees from five forestry species: *Eucalyptus benthamii*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urograndis* e *Eucalyptus dunnii*. The wood of these species were evaluate by the following physical and chemical proprieties: basic density and total extractives content, total lignin content and holocellulose content. About the chemical analysis, the *Eucalyptus dunnii* presented the most desired characteristics to the pulping process, with a low extractives content (1,45%), low lignin content (20,88%) and high carbohydrates content (70,3%). By the other hand, the *E. urograndis*, *E.* benthamii and *E. saligna* woods, with a basic density of 0,4588, 0,5274 and 0,4854g/cm^3 respectively, resulted in the best results of basic density to the cellulosic pulp production.
Key-words: Pulping, cellulose, basic density.

1. Introdução

O Brasil é um dos países com maior potencial para florestas plantadas em todo o mundo, focando principalmente em diferentes espécies de *Eucalyptus*sp.devido a alta produtividade que o gênero proporciona. Segundo a Associação Brasileira de celulose e papel (BRACELPA, 2010), na última década, o setor de celulose dobrou de tamanho e o setor de papel aumentou em mais de 27%, sendo que a maior parte das indústrias utiliza como matéria prima madeira de florestas plantadas de *Eucalyptus*.

A madeira de eucalipto tem sido usada, no Brasil, para diversos fins. Essa diversidade de aplicações se deve, principalmente, aos inúmeros estudos técnico-científicos realizados com as espécies desse gênero, os quais têm fornecido as informações necessárias para uma melhor empregabilidade desse material (DIAS JÚNIOR et al., 2013).

Para definir o uso tecnológico da madeira, a composição química e a densidade básica (massa específica) são de vital importância. No Brasil, normalmente são determinados a densidade básica da madeira, o teor de lignina insolúvel e solúvel, e o teor de extrativos solúveis em uma mistura álcool e tolueno. Essas análises poderiam ser consideradas como caracterização básica da madeira, compreendendo um mínimo necessário de informações para uma caracterização preliminar de qualidade da madeira (GOMIDE et al., 2010). Para as indústrias de celulose, por exemplo, é de suma importância que as características químicas da madeira sejam explícitas, pois elas podem interferir diretamente na produtividade da empresa, visto que altos teores de extrativos podem causar o indesejado ‘pitch’ e altas concentrações de lignina necessitam mais processos de branqueamento da polpa, gerando mais custos. Segundo Almeida e Silva (2001), os extrativos da madeira, embora se apresentem em quantidades pequenas, podem exercer influência negativa durante o processo de produção de polpa e de fabricação de papel.

As características químicas da madeira podem variar de acordo com a espécie, a idade e o sítio das árvores, sendo que a composição média da madeira de folhosas é de 40 ± 45% de celulose, 30 ± 5% de hemicelulose, 20 ± 5% de lignina e 1± 4% de extrativos. (MAGATON, 2009).Por outro lado, segundo Trevisan et al. (2012), a massa específica da madeira, por ser o resultado de uma complexa combinação dos seus constituintes internos, é um dos principais parâmetros tecnológicos usados para expressar a qualidade nos diversos segmentos da atividade industrial, devido à íntima relação com várias outras propriedades e também por ser de fácil determinação.

Portanto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar química e fisicamente madeiras de cinco espécies de eucaliptos produzidas no estado do Rio Grande do Sul, sendo elas: *Eucalyptus benthamii*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urograndis* e *Eucalyptus dunnii*, visando obter dados científicos que indiquem a qualidade dessas espécies para serem utilizadas como matéria prima nas indústrias de celulose e papel.

2. Metodologia de Trabalho

A madeira utilizadaneste estudo foi proveniente de plantios comerciais localizados nas cidades de Alegrete e São Francisco de Assis no estado do Rio Grande do sul, todos estabelecidos em solo classificado como Argissolo vermelho distrófico típico e com idade de sete anos. Foram estudadas madeiras de cinco espécies de *Eucalyptus*, sendo elas: *Eucalyptus benthamii*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urograndis* e *Eucalyptus dunnii*. De cada espécie foram selecionadas cinco árvores, sendo que de cada árvore foram retirados cinco discos em diferentes alturas (0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial). O total de 125 discos foi enviado ao Laboratório de Produtos Florestais (LPF) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Os discos foram secionados em

quatro partes iguais aproveitando-se duas secções opostas para as análises químicas e outras duas para a caracterização física (massa específica), contendo partes do cerne e alburno.

As cunhas destinadas para as análises químicas foram transformadas em cavacos e posteriormente em serragem em moinho Tipo Willey. Foram preparadas amostras compostas para cada espécie de eucalipto. Posteriormente, a serragem foi classificada em peneiras acopladas em agitador eletromagnético, sendo utilizada a fração 40/60 (a serragem que atravessou a peneira de 40 mesh e ficou retida na de 60 mesh). As amostras de madeira (serragens) foram então armazenadas em frascos de vidro.

Os procedimentos analíticos para as análises químicas das madeiras seguiram as normas técnicas da TAPPI (TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Procedimentos analíticos para caracterização química das madeiras
Table 1. Analytical procedures for the chemical characterization of woods.

Parâmetro	**Procedimento**
Extrativostotais	TAPPI T264 cm-97
Lignina Solúvel em ácido da madeira	TAPPI UM 250
Lignina Insolúvel em ácido da madeira	TAPPI T222 om-98
Carboidratos totais	Wiseet al. 1946

Para a obtenção da massa específica básica, as cunhas de madeira foram submersas em água, onde permaneceram até atingir peso constante. Assim, determinou-se o volume verde (Vu), em cm^3, utilizando o método da balança hidrostática, descrito por Vital (1984), e a massa seca (Mo), em g, que foi obtida deixando-se as amostras em estufa a 103°C até peso constante, por meio da Equação 1:

$$\rho_b = Mo/Vu \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Em que: ρb= massa específica básica da madeira, g/cm3; Po= massa seca em estufa (103°C), g; Vu = volume saturado, cm^3.

A massa específica básica da madeira em cada posição relativa do tronco foi determinada pela média dos valores das duas cunhas. Em seguida, calculou-se a massa específica básica ponderada ($\rho_{b\ pond.}$) em função do volume de cada árvore, em g cm^{-3}. Esse cálculo baseou-se na ponderação dos valores de massa específica básica obtida em cada posição relativa ($\rho_{b"i"}$), em g cm^{-3}; os volumes sem casca correspondentes entre duas posições sucessivas (v_1, v_2, v_i), em m^3; com o volume comercial sem casca da árvore (v_{13s}), em m^3, definido pelo método de Smalian. Assim, a massa específica básica ponderada foi definida pela equação (2):

$$\rho_{bpond} = ((((\rho_{b0\%} + \rho_{bDAP})/2)*v_1) + (((\rho_{bDAP} + \rho_{b25\%})/2)*v_1) + (((\rho_{bi} + \rho_{bi+1})/2)*v_i)) / v_{13s.} \qquad \text{(Eq. 2)}$$

Em que: ρbpond. = massa específica básica ponderada em função do volume comercial sem casca da árvore, g/cm^3; ρb"i" = massa específica básica na posição "i", g/cm^3; v1, v2, vi = volume sem casca correspondente a duas posições sucessivas, m^3; vs = volume comercial sem casca da árvore, m^3.

3. Resultados e Discussões

A Tabela 2 apresenta os valores médios encontrados para composição química das madeiras estudadas. Os resultados obtidos para as análises químicas estão de acordo com valores encontrados em outros trabalhos na literatura(PEREIRA et. al., 2000; FERREIRA et.al. 1997) e usualmente encontrados em plantios comerciais das mesmas espécies de *Eucalyptus*no Brasil.

Tabela 2. Características químicas das madeiras de eucalipto
Table 2. Chemical characteristics of eucalyptus wood

Espécie	**Teor de extrativos totais (%)**	**Teor de carboidratos totais* (%)**	**Teor de lignina solúvel (%)**	**Teor de lignina insolúvel (%)**	**Teor de lignina total** (%)**
Eucalyptus benthamii	2,08	68,30	2,782	20,67	23,45
Eucalyptus saligna	2,67	70,00	1,496	23,44	24,94
Eucalyptus grandis	2,72	67,50	1,575	18,87	20,45
Eucalyptus urograndis	1,68	70,20	1,131	20,14	21,27
Eucalyptus dunnii	1,45	70,30	1,843	19,04	20,88

*Teor de carboidratos = teor de celulose + teor de hemicelulose
**Teor de lignina total = teor de lignina solúvel + teor de lignina insolúvel

Para melhor visualização, os resultados para a composição química das madeiras estudadas estão apresentados na forma de gráficos (Figuras 1 a 3). Os teores de extrativos totais (%) são apresentados na Figura 1.

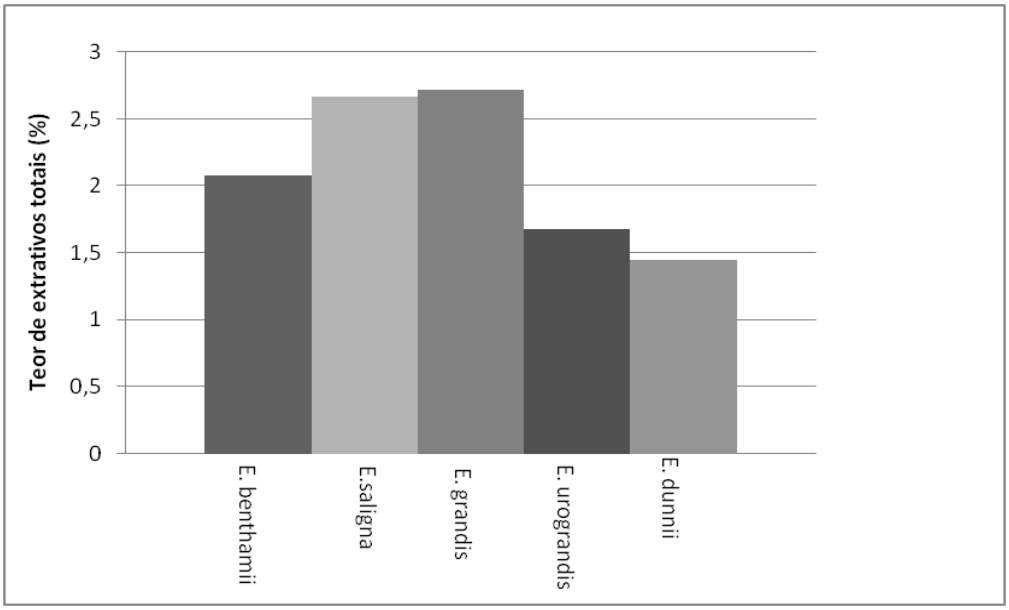


Figura 1. Teor de extrativos totais (%) das madeiras de eucaliptos.
Figure 1. Total extractives (%) content of eucalyptus woods.

Observa-se que os teores de extrativos totais das madeiras estudadas foram diferentes entre as espécies. O *Eucalyptusgrandis*,com um total de 2,72%, foi a espécie com maior teor de extrativos, seguido pelo *Eucalyptus saligna* (2,67%), valores essespróximos ao

encontrados em estudo desenvolvido por Silva et al. (2005) e um pouco abaixo do encontrado por Truguilho et. al.(1996), para as duas espécies respectivamente. Dentre as espécies, a madeira do *Eucalyptus dunnii* apresentou o menor teor de extrativos (1,45%) próximo ao encontrado na literatura, de 1,3% (PEREIRA et. al., 2000). Madeira com baixo teor de extrativos é desejada em processos industriais de produção de polpa celulósica, pois segundo Mokfienski (2004), alguns extrativos podem influenciar na fabricação de pasta celulósica como: causar redução no rendimento (madeiras com alto teor de extrativos), aumento do consumo de álcali (extrativos reagem com os agentes químicos do licor de cozimento), corrosão e incrustações de equipamentos, diminuição da qualidade da polpa com o aparecimento de "pitch" e dificuldade de recuperação do licor.

A Figura 2 apresenta os teores de lignina total (%) das madeiras estudadas.

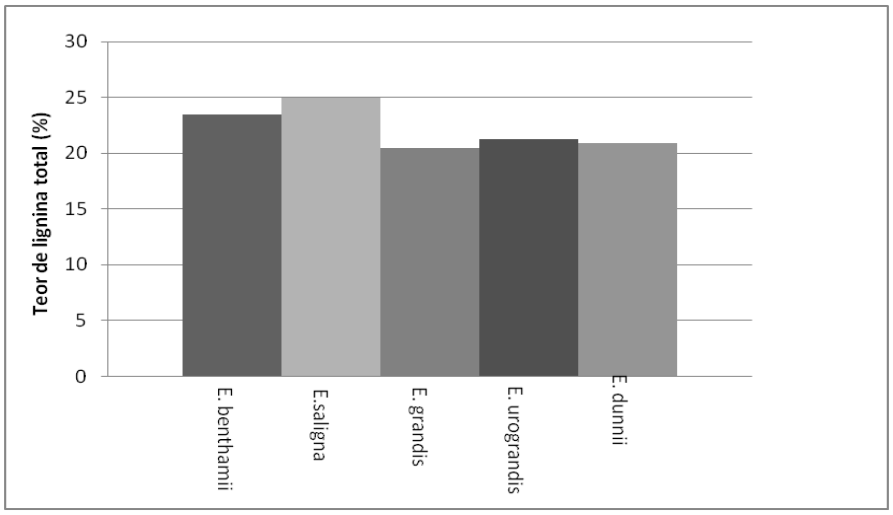


Figura 2. Teor de lignina total (%) das madeiras de eucaliptos.
Figure 2. Total lignin content (%) of eucalyptus Wood.

Com relação ao teores de lignina, podemos observar na Figura 2 que assim como para os extrativos, o *Eucalyptus saligna* apresentou a maior quantidade de lignina total (23,44%), valor esse relativamente mais baixo que o encontrado na literatura por Ferreira et al. (1997), de 26,08%. A madeira do *Eucalyptus dunnii*apresentou os menores valores, e semelhantes ao encontrado na literatura, de 22,2% (PEREIRA et. al, 2000). Sendo assim, poderíamos concluir que, baseados nos resultados obtidos para os teores de extrativos e lignina, o *Eucalyptus dunnii* apresentou madeira com composição química mais adequada para ser utilizada como matéria prima em indústrias de celulose, visto que o extrativo e a lignina são componentes químicos indesejados na produção de celulose. Segundo Rosa (2003), as madeiras com menores quantidades de lignina apresentam melhor rendimento depurado na produção de polpa celulósica além de minimizar um dos principais motivos de limitação da capacidade de produção da maioria das fábricas do processo kraft, que é a capacidade de queima de sólidos nas caldeiras de recuperação.

Os teores de carboidratos totais são apresentados na Figura 3.

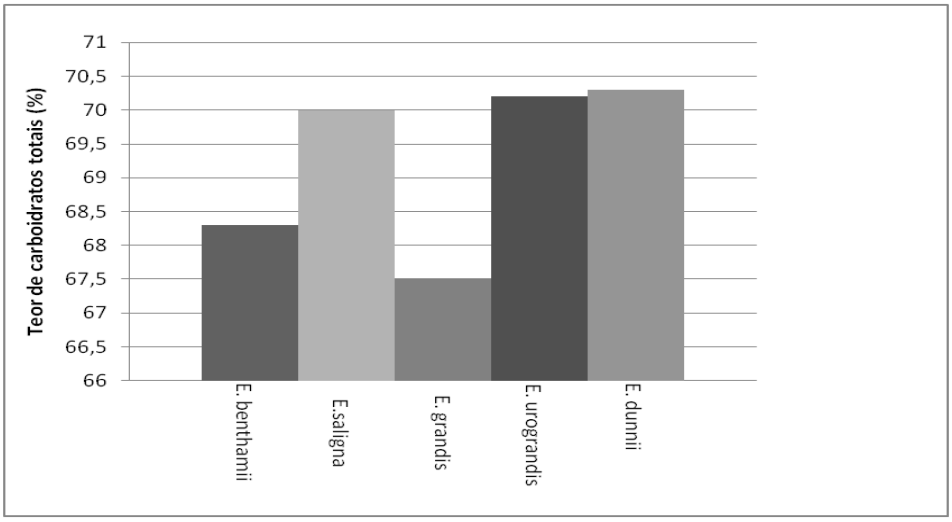


Figura 3. Teor de carboidratos totais das madeiras de eucalipto.
Figure 3. Total carbohydrats content of eucalyptus woods.

Quanto ao teor de carboidratos, observamos que o *Eucalyptus dunnii* apresentou o maior valor (70,3%). Para as diferentes espécies estudadas, os resultados obtidos para teores de carboidratos estão de acordo com valores encontrados na literatura para madeiras utilizadas em indústrias de celulose (PEREIRA et. al, 2000). Como o teor de carboidratos, que quantifica o teor de celulose mais hemicelulose da madeira, e consequente influência no rendimento da linha de fibras em indústrias de celulose, podemos concluir que o *Eucalyptus dunnii* apresenta madeira com composição química de melhor qualidade as indústrias de celulose.

Os valores encontrados para massa específica básica ponderada estãoapresentados naTabela 3.

Tabela 3. Resultados da massa específica das madeiras de eucalipto
Table 3. Basic densityresults of eucaliptus woods

Árvore	**Massa específica básica ponderada, por espécie ($\rho_{pond.}$)**				
	E. dunnii	*E. grandis*	*E. urograndis*	*E. benthamii*	*E. saligna*
1	0,5050	0,4182	0,4667	0,4891	0,5259
2	0,8348	0,3878	0,4523	0,5670	0,4988
3	0,5240	0,4675	0,4484	0,5238	0,4307
4	0,5174	0,3574	0,4674	0,5277	0,4911
5	0,5417	0,3975	0,4593	0,5296	0,4805
Média	**0,5846**	**0,4057**	**0,4588**	**0,5274**	**0,4854**

De acordo com a Tabela 3, o valor médio de massa específica básica do lenho foi superior nas árvores de *Eucalyptus dunnii*, apresentando concordância com os resultados encontrados por Lopes et al. (2011), para a mesma espécie, com média de 0,61g/cm^3. Por outro lado, a madeira do*Eucalyptus grandis* apresentou o menor valor médio de massa específica. Lopes (2003) encontrou valores de massa específica maiores para o *Eucalyptus grandis* com média 0,57 g/cm^3 e 0,46 g/cm^3, no entanto, esses resultados podem ser explicados devido ao fato de serem povoamentos com idade de 17 e 27 anos de idade, respectivamente.

Para a produção de polpa celulósica, procura-se trabalhar com madeiras de massa específica ótima, a qual se encontra entre 0,45 e 0,55 g/cm^3, pois apresentam um bom rendimento volumétrico, conforme literatura descrita por Rosa (2003). As espécies *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus benthamii* e *Eucalyptus saligna*, os quais apresentaram massa específica de 0,4588, 0,5274 e 0,4854g/cm^3, respectivamente, mostraram os resultados mais adequados para o que se busca avaliar no trabalho. Apesar de o *Eucalyptus dunnii* ter apresentado maior massa específica, o valor encontrado ultrapassa o esperado para produção de polpa celulósica, pois apresenta maior dificuldade no processo operacional bem como um maior consumo de álcali.

4. Conclusões

De acordo com o estudo realizado, podemos concluir que a madeira mais indicada para a produção de polpa celulósica seria do*Eucalyptus dunii*, pois apresentou os menores teores de extrativos e lignina e o maior teor de carboidratos.No entanto, tal espécie apresenta massa específica acima da indicada para a polpação (0,5846 g/cm^3), sendo mais indicadas as espécies de*Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus benthamii* e *Eucalyptus saligna*, com massa específica de 0,4588, 0,5274 e 0,4854g/cm^3), respectivamente.

Referências bibliográficas

ALVES, N. C. I.; GOMIDE, L. J.; COLODETTE, L. J.; SILVA, D. H. Caracterização tecnológica da madeira de *Eucalyptusbenthamii* para produção de celulose kraft , **Revista Árvore**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 167-174, 2011.

BRACELPA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Evolução da produção brasileira de papel. 2010.** Disponível em <http://bracelpa.org.br/bra2/?q=node/140>. Acesso em 20/03/2015.

DIAS JÚNIOR, F. A.; SANTOS, V. P.; PACE, C. H. J.; CARVALHO, M. A.; LATORRACA, F. V. J. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais para uso em movelaria, **Ciência da madeira (Braz. J Wood Sci.),** Pelotas, v 4, n1, 2013.

FERREIRA, W. G.; GONZAGA, V. J; FOELKEL, B. E. C.; ASSIS, F. T.; RATNIEKS E.; SILVA, M. C. M. Qualidade da celulose kraft-antraquinona de *Eucalyptus dunnii* plantado em cinco espaçamentos em relação ao *Eucalyptusgrandis* e *Eucalyptus saligna*, **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.7, n.1, p. 41-63, 1997.

GOMIDE, L. J.; NETO, F. H.; REGAZZI, J. A.Análise de critérios de qualidade de madeira de eucalipto para produção de celulose Kraft.**Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.2, p.339-344, 2010.

LAMOUNIER, K. C.; **Estudo dos polifenóis, atividade antioxidante e antimicrobiana da madeira e casca de macluratinctoria (L) D. Don exSteud**, Disssertação, Programa de pós graduação em química, universidade federal de Uberlândia, 113p. 2010.

LOPES, C. S. D., NOLASCO, A. M., FILHO, M. T., DIAS, C. T. S., PANSINI, A. Estudo da massa específica básica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 315-322, abr.-jun., 2011.

LOPES, M. C. **Agrupamento de árvores matrizes de *Eucalyptusgrandis* em função das variáveis dendrométricas e das características tecnológicas da madeira**. 93 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2003.

MAGATON, A.; **Estrutura anatômica e química da madeira**, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Laboratório de Celulose e Papel, Viçosa, 101p, 2009.

MOKFIENSKI, A. **Importância relativa da densidade básica e da constituição química de madeira de *Eucalyptusspp*.no rendimento, branqueabilidade e qualidade da polpa Kraft**. 135 p. Tese (Programa de pós-graduação em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

PEREIRA, J.C.D.; STURION, J.A.; HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V.; SHIMIZU, J.Y. Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil. Colombo:**Embrapa Florestas**, 2000. 113p.

ROSA, B. A. C.;**Influência do teor de lignina da madeira de *Eucalyptusglobulus*na produção e na qualidade da celulose Kraft,** 150p**.** Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

SILVA, C. J.; MATOS, M. L. J.; OLIVEIRA, S. T. J.; EVANGELISTA, V. W. Influência da idade e da posição ao longo do tronco na composição química da madeira de *Eucalyptusgrandis*hill ex. Maiden, **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.3, p.455-460, 2005

SILVA, J. C. **Caracterização da madeirade*Eucalyptusgrandis*HillexMaiden, dediferentes idades, visando a suautilização na indústria moveleira**. 2002.160f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) -Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

SILVERIO, O. F. Metodologia de extração e determinação do teor deExtrativos em madeiras de eucalipto, **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.6, p.1009-1016, 2006.

TAPPI -Technical Association of the Pulp and Paper industry. **Tappi test methods**. Atlanta, TAPPI Press, 1994.

TREVISAN, R.; ELOY, E.; DENARDI, L.; HASELEIN, R, C.; CARON, O, B. Variação axial e efeito do desbaste na massa específica das árvores centrais de *Eucalyptusgrandis*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.2, 2012.

TRUGILHO, P. F., LIMA, J. T., MENDES, L. M. Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. **Revista Cerne**, v. 2 n.1. 1996.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**. Viçosa: SIF/ UFV, 1984. 21 p. (Boletim Técnico, 1).

Avaliação do método de substituição de seiva em moirões de *Hovenia dulcis* Thumberg

Evaluation of replacement sap method in fence posts of *Hovenia dulcis* Thumberg

Patrik Cavaletti[1]
Fernanda Marques da Silva[2]
Edison Rogério Perrando[3]
Graciele Barbieri[4]
Rômulo Trevisan[5]

[1]Universidade do Oeste de Santa Catarina, UNOESC - Xanxerê/SC
cavaletti_florestal@hotmail.com

[2]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM – Santa Maria/RS
nandda_ms@hotmail.com

[3]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM – Campus de Frederico Westphalen/RS
eperran@terra.com.br

[4]Universidade do Oeste de Santa Catarina, UNOESC - Xanxerê/SC
graciele.barbieri@unoesc.edu.br

[5]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM – Campus de Frederico Westphalen/RS
romulo_trevisan@ufsm.br

RESUMO: O objetivo da pesquisa foi analisar o tratamento preservativo de moirões de *Hovenia dulcis* Thumberg pelo método de substituição de seiva em solução de CCB (Borato de Cobre Cromatado) com 2% de ingredientes ativos. As peças, devidamente preparadas, permaneceram 3; 6 e 9 dias em tratamento. Ao final do período, foram retirados discos de cinco posições de cada moirão(0,1m, 0,55m, 1m, 1,45m e 1,9m) e, com o auxílio do identificador de metais Cromoazurol-S, avaliou-se a intensidade de penetração do preservativo. A massa específica e o teor de umidade não apresentaram diferenças consideráveis para avaliação do tratamento, no entanto, a espessura do alburno pode ter influenciado positivamente na distribuição da solução sob as peças. A posição 0,10 m apresentou melhores resultados em todos os tratamentos, com maior êxito aos 9 dias, pelo fato de tal posição estar submersa pelo produto preservativo. A posição 1,9 também apresentou bons resultados aos9e 6 dias, evidenciando um aumento na eficiência de acordo com o tempo em que as peças permaneceram em tratamento. Entretanto, acredita-se que houve uma pequena interferência do clima aos 3 dias de tratamento,dificultando ataxa de evaporação do topo dos moirões.
*Palavras-chave:*CCB, tratamento preservativo, moirões, penetração.

ABSTRACT: The objective of the research was to analyze the preservative treatment of fence posts of *Hovenia dulcis Thumberg* by sap replacement method in CCB solution (Chromated Copper Borate) with 2% of active ingredients. The pieces, properly prepared, remained 3; 6 and 9 days on treatment. At the end of the period, discs were removed in five positions of each fence posts (0.1m, 0.55m, 1m, 1.45m and 1.9m) and, with the aid of metal identifier Cromoazurol-S, evaluated the intensity of permeation preservative. The specific gravity and the moisture content no submittedconsiderable differences for evaluation of treatment, however, the thickness of the sapwood may have influenced positively in the distribution of the solution. The position 0.10 m presented better results in all treatments, whit more successfully to 9 days, because such a position be submerged by preservative product. The position also presented 1.9 good results at 9 and 6 days, showing an increase in efficiency according to the time in which the pieces remained on treatment. However, it is believed there was a small weather interference after 3 days of treatment, hindering the evaporation rate the top of the fence posts.
Keywords: CCB, preservative treatment, fences, permeation.

1. Introdução

A madeira por ser um produto de fácil aquisição possui uma ampla utilização, no meio rural e urbano. Porém, em virtude da sua estrutura e constituição química, se torna um material frágil contra o ataque de organismos como fungos, bactérias e insetos (HUNT; GARRATT, 1967).

De acordo com Vivian (2011), os agentes xilófagos se alimentam direta ou indiretamente da madeira, com maior destaque para os fungos, que a decompõem para utilizar os seus constituintes como fonte de energia. Em razão disso, foram desenvolvidos métodos que proporcionam aumento na vida útil deste material, o tornando resistente contra a ação desses organismos. No entanto, algumas espécies florestais possuem resistência natural, em virtude da presença de elementos químicos ou extrativos tóxicos aos mesmos.Entre os procedimentos de preservação, estão os de ordem industrial e não-industrial, conforme descrito por Costa (2003), sendo que os não-industriais são mais aplicados em razão da praticidade e economia que os mesmos apresentam. Um dos principais destaques nessa área é o método de substituição de seiva, responsável por inibir a infestação de agentes xilófagos após o material ser submetido ao tratamento.

No procedimento, as madeiras recém-cortadas são colocadas verticalmente em um recipiente contendo solução preservativa, e pelo fenômeno de evaporação, o produto é absorvido para o interior das peças e, consequentemente, incorporado ao material (MODES et al., 2011). Magalhães e Pereira (2003) ressaltaram que após tratamento, os moirões devem ser secos ao ar, em local seco e ventilado.

Assim, as madeiras tratadas por esse método e consideradas de rápido crescimento, geralmente mais frágeis ao ataque de insetos, podem ser utilizadas como moirões, palanques, postes e de várias outras formas sem necessitar de substituições e reparos frequentes, o que envolveria muita mão-de-obra e,consequentemente, gastos elevados.

Um dos produtos utilizados para tal tratamento, é o CCB (Borato de Cobre Cromatado), que surgiu como proposta de um preservativo menos agressivo que o CCA (Arseniato de Cobre Cromatado). Em sua composição estão presentes os elementos cromo, cobre e boro, sendo que o cobre tem ação fungicida, o boro inseticida e assim como no CCA, o cromo atua como fixador desses elementos a fim de evitar a lixiviação dos mesmos (BRITO, 2013).

Torres et al. (2011) sugerem a concentração em torno de 2,0% de ingrediente ativo/m^3 de madeira para uma boa retenção de CCB no tratamento sem o uso de pressão. Por sua vez a eficiência de um tratamento preservativo é determinada pela profundidade de penetração e pela distribuição e quantidade de produto retido pela madeira, no entanto, a avaliação do tratamento depende, além desses parâmetros, da toxidez do produto a organismos xilófagos (HUNT; GARRATT, 1967).

A madeira de *Hovenia dulcis Thumberg*., apesar de apresentar boa adaptação climática e características tecnológicas favoráveis, quando utilizada como moirões, móveis ou em construções rurais e submetidas a condições de umidade e temperatura elevadas sem tratamento preservativo adequado, pode ser facilmente atacada por fungos, bactérias e insetos limitando a sua utilização. Diante disso, o trabalho teve como objetivo avaliar o tratamento preservativo nos moirões da referida espécie pelo método de substituição de seiva.

2. Metodologia de trabalho

A seleção das árvores utilizadas para a aplicação do tratamento preservativo pelo método de substituição de seiva, foi realizada em um povoamento de, aproximadamente, quatro anos, localizado no município de Lajeado Grande, no estado de Santa Catarina. O município

situa-se a 26° 51’ latitude sul, a 52° 34’ de longitude Oeste e a 491 m de altitude, apresentando clima subtropical úmido.

Para a confecção do material, foram descartadas plantas que apresentaram defeitos, sendo abatidas 21 árvores de *Hovenia dulcis* que apresentaram maior proximidade do diâmetro médio do povoamento.Cada moirão foi seccionado com comprimento de 2,30 metros, eforam separados em três grupos de sete, correspondentes aos três tratamentos e as sete repetições.

Após o corte e o descarte de um disco de cinco centímetros de cada extremidade, foram retirados os discos para a confecção dos corpos-de-prova e posterior análise do teor de umidade (TU) e da massa específica (ME) conforme mostra a Figura 1. Como a umidade relativa do ar e a temperatura do ambiente interferem diretamente no processo de substituição de seiva os dados desses dois fatores também foram registrados.

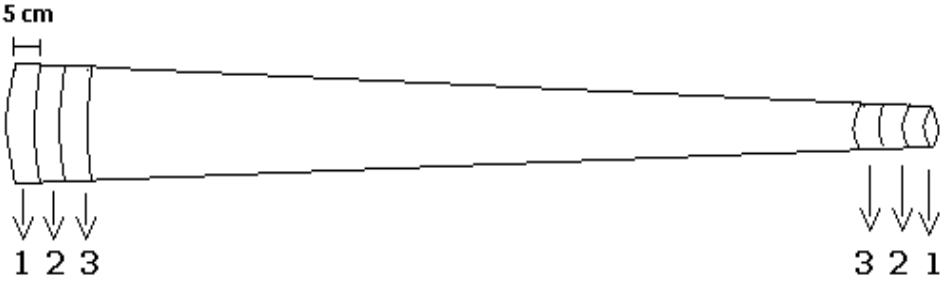


Figura 1.Esquema de preparo dos moirões. 1 Discos descartados. 2 Discos para análise do Teor de umidade. 3 Discos para análise da Massa específica.
Figure 1. Scheme of preparation of fence posts. 1 Discs discarded. 2 Discs for moisture content analysis. 3 Discs for analysis of specific gravity

Para a análise do teor de umidade foram utilizados corpos-de-prova com largura de 3 cm, procedentes dos discos obtidos durante o preparo dos moirões. Em seguida foi realizada a pesagem do material para obtenção do peso úmido, sendo posteriormente levados até uma estufa com temperatura constante de 103°C onde permaneceram por 10 dias até atingirem peso constante. O teor de umidade foi obtido com a seguinte Equação 1:

$$\mathrm{TUbs} = \frac{\mathrm{Pu} - \mathrm{Ps}}{\mathrm{Ps}} \text{ x } 100 \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Em que: TUbs = teor de umidade base seca (%); Pu = peso úmido (g); Ps = peso seco (g).

Já para a determinação da massa específica básica foi utilizado o terceiro disco obtido de cada extremidade, sendo amostrada uma cunha contendo medula, utilizando-se o método da balança hidrostática, descrito por Vital (1984). Posteriormente, os corpos-de-prova foram colocados em uma estufa a 103°C onde permaneceram até atingir peso constante. Após a retirada da estufa os mesmos foram mensuradospara a obtenção do peso na condição anidra e a massa específica básica foi determinada pela Equação 2:

$$\mathrm{MEb} = \frac{\mathrm{Ps}}{\mathrm{Vv}} \qquad \text{(Eq. 2)}$$

Em que: MEb = massa específica básica (g/cm^3); Ps = peso seco (g);Vv = volume saturado (cm^3).

Para o tratamento da madeira foi empregado uma solução deCCB (Borato de cobre cromatado), produto hidrossolúvel, fungicida e inseticida, indicado para o método de tratamento empregado. Segundo a norma P – EB – 474 da ABNT (1973), sua composição químicaé especificada como composto de cobre (CuO) 26,0%, cromo (CrO3) 63,5% e boro (B) 10,5%, preparada na concentração de 2% de ingredientes ativos, para atingir uma retenção de 6,5 kg de produto para cada metro cúbico de madeira tratada.

Com o objetivo de evitar o acúmulo de água e aumentar a área de evaporação, os moirões tiveram suas extremidades superiores apontadas em bisel. Os mesmos foram dispostos verticalmente em tambores de 50 litros, ficando submersos 40 cm da base e sendo tampadas com saco plástico, a fim de minimizar a evaporação do produto. As peças permaneceram na solução sob tratamentos de 3, 6 e 9 dias, e sempre que necessário a quantidade de solução absorvida pelas peças foi reposta, com o objetivo de manter constante o nível de solução preservativa nos tambores.

Após atingirem o período de tratamento, os moirões foram colocados em local fresco e sombreado para a secagem, onde permaneceram por um período de 15 dias, para uma boa fixação do produto preservativo. Com as peças completamente secas, foram retirados discos de 2 cm de espessura em cinco posições, respectivamente a 0,1m, 0,55m, 1m, 1,45m e 1,9m a partir da base, a fim de verificar se o tratamento foi homogêneo em todos os comprimentos da peça.Com esses discos foram realizadas as análises para determinação da penetração do preservativo na madeira, com o auxílio do identificador de metais Cromoazurol-S, para realçar a visualização.As análises foram seguidas de acordo com as recomendações da norma P – MB – 790 da ABNT (1973), sendo queo efeito das interações foi desdobrado e analisado pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. Resultados e discussão

Os valores médios da massa específica básica, da espessura do alburno e do teor de umidade da madeira de *Hovenia dulcis* não apresentaram variações consideráveis entre os tratamentos (Tabela 1). Entretanto, Souza et al. (2014), encontraram valores superiores para a espessura do alburno de *Eucalyptus benthamii*, com média de 61,5 mm, atribuindo tais resultados ao fato da idade do povoamento avaliado possuir apenas 2 anos. Dessa maneira, denota-se que a espessura do alburno favorece a penetração do tratamento, pois oferece boas condições para uma distribuição adequada da solução.

Tabela 1. Características da madeira de *Hovenia dulcis* Thunberg. avaliada no estudo.
Table 1. Characteristics of the wood Hovenia dulcis Thunberg. evaluated in the study.

Tempo (dias)	Massa específica básica (g/cm³)		Espessura do alburno (mm) em cada posição					Teor de umidade (%)	
	A	B	1	2	3	4	5	A	B
3	0,57	0,53	41,9	40,0	38,4	37,0	35,7	71,74	72,41
6	0,59	0,53	42,1	40,1	37,7	37,1	37,1	70,86	69,75
9	0,59	0,55	43,4	41,6	38,7	37,8	36,2	69,60	69,56

Em que: “A” refere-se a extremidade inferior (base da árvore) e “B” extremidade superior.

Na Tabela2 é apresentado o resumo da análise de variância para a penetração do CCB na madeira de *Hovenia dulcis*. Para a penetração do produto observou-se que o efeito da posição na peça, do tempo de tratamento, da interação entre posição e o tempo foram significativos.

Tabela 2. ANOVA da penetração (mm) de preservativo nos moirões de *Hovenia dulcis Thumbeg*.
Table 2. ANOVA table of the penetration (mm) of preservative in the fence posts of Hovenia dulcis Thumberg.

FV	GL	SQ	QM	Fc
Posição	4	805,41	402,71	32,98 *
Tempo	2	9.676,45	2.419,11	198,09 *
Posição xTempo	8	660,38	82,55	6,76 *
Tratamentos	14	11.142,24	795,87	65,17 *
Resíduo	90	1.099,07	12,21	-
Total	104	12.241,31	-	-

Em que: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; Fc = valor de f calculado; * significativo ao nível de 1% de probabilidade (p <0 .01)

Os resultados da penetração do preservativo na madeira de Uva-do-Japão são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Penetração média (mm) de cobre nos moirões Hovenia dulcis Thumberg.
Table 3. Average penetration (mm) of copper in the fence posts Hovenia dulcis Thumberg.

Tempo (dias)	Posições no moirão (m)				
	0,1	0,55	1	1,45	1,90
9	40,57 aA	10,10 aB	8,5 aB	7,28 aB	6,46 aB
6	26,11 bA	8,75 aB	6,57 aB	5,36 abB	4,28 abC
3	22,89 bA	7,21 aB	4,89 aBC	2,82 bBC	1,71 bC

Em que: As médias seguidas pela mesma letranão diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A análise do efeito da posição nas peças em cada tempo de tratamento indicou que, naaltura de0,1 m (zona de afloramento), o tempo de 9 dias proporcionou valores superiores para penetração quando comparado aos demais tratamentos,sendo que a menor penetração foi aos 3 dias na posição 1,9 m. As posições 0,55 e 1 m de todos os tratamentos; a posição 1,45 m dos tratamentos de 9 e 6 dias e a posição 1,9 m do tratamento 9 apresentaram resultados semelhantes. Entretanto, para a posição1,45 m e 1,9 m do tratamento de 3 dias e a posição 1,9 m do tratamento de 6 dias diferenciaram-se dos demais períodos de exposição e das posições anterioresde seus respectivos tratamentos.

A posição 0,10 m, a qual ficou submersa pelo produto preservativo, apresentou melhores resultados em todosos tratamentos, porém teve maior êxito no tratamento de 9 dias. O preservativo penetrou na madeira pela parte inferior e alcançou a parte superior por capilaridade, assim é natural que as peças da posição 1 tenham mais produto que as demais. Embora a posição 1,9 ter apresentado melhores resultados nos tratamentos de 9 e 6 dias, a taxa de penetração aumentouconforme o tempo de permanência das peças no tratamento preservativo.

Dessa maneirapode-se afirmar que o aumento de tempo do tratamento de substituição de seiva propicia melhores resultados, ocasionando um acréscimo de penetração do produto na madeira que permaneceu um maior período em tratamento. Dependendo da região do

Brasil e dosfatores climáticos, como temperatura e umidade relativa do ar, o tempo de imersão para um bom tratamento preservativo pode variar de 7 a 40 dias, conforme descrito porMagalhães e Pereira (2003).

De acordo comos dados climáticos observados no decorrer do estudo (Tabela 4), nota-se que o tratamento de 3 dias pode ter sido prejudicado, pois os dias que esse permaneceu em avaliaçãoregistraram baixas temperaturas e umidade relativa do ar alta comparada com os demais tratamentos.

Tabela 4. Dados climáticos médios observados durante o período de tratamento preservativo de moirões de Hovenia dulcis Thumberg.
Table 4. Average weather data observed during the preservative treatment period of Hovenia dulcis Thumberg fenceposts

Dia	Umidade relativa do ar (%)	Temperatura (ºC)	Ocorrência climática
1º	80	15	Chuva
2º	65	16	Sol
3º	60	18	Nublado
4º	50	22	Sol
5º	46	23	Sol
6º	42	24	Sol
7º	46	22	Sol
8º	66	17	Nublado
9º	78	15	Chuva

O tratamento de 9 dias teve influência negativa em quatro dos nove dias de tratamento, os quais apresentaram médias elevadas de teor de umidade e temperaturas médias baixas. Já aos 6 dias de avaliaçãofoi apresentada a menor interferência do clima, pois em apenas 1/3 dos dias o clima foi desfavorável para realizar o método de substituição de seiva (Tabela 4).

4. Conclusões

Após a aplicação do método de substituição de seiva em moirões de *Hovenia dulcis*, conclui-se que o teor de umidade e a massa específica não influenciaram consideravelmente no tratamento preservativo. No entanto, a espessura do alburno apresentou resultados favoráveis para a penetração do tratamento, oferecendo assim boas condições para uma distribuição adequada da solução.

Os dados apresentados expressaram também diminuição da penetração no sentido base-topo, ressaltando a tendência que o incremento de tempo de tratamento proporciona acréscimo da penetração no material. Em vista dos resultados expostos, é importante destacar a interação entre dias de tratamento e posições, concluindo-se que quanto maior a permanência da madeira em tratamento, melhor será a qualidade do mesmo.

Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Moirões de madeiras preservados para cercas.** Rio de Janeiro, 1973. 15 p. (P-EB-474).

BRITO, A. F. **Avaliação da qualidade de mourões de várias espécies de *Eucalyptus* spp. tratados pelo método de substituição de seiva**. 74 f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

COSTA, A. F. **Como preservar a madeira no meio rural**. Brasília: UNB, 2003. 31 p. (Comunicações Técnicas Florestais).

HUNT, G.M.; GARRATT, G.A. **Wood preservation**. 3. ed. New York: Mc Graw-Hill, 1967. 433p.

MAGALHÃES, W. L.; PEREIRA, J. C. D. **Método de substituição de seiva para preservação de moirões.** EMBRAPA. Colombo PR. Dez 2003.

MODES, K. S.; BELTRAME, R.; VIVIAN, M.A.; SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R.; SOUZA, J. T. Combinação de dois métodos não industriais no tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptusgrandis.* **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 579-589, jul-set., 2011.

SOUZA, J. T., MENEZES, W. M. de, BALENA, F. L. C., BELTRAME, L., FILIPINI, F. R. Tratamento preservante da madeira de *Eucalyptusbenthamii*pelo método de substituição de seiva.**Ciência da Madeira**, Pelotas RS, v. 5, n. 1, Maio 2014.

TORRES P. M. A., PAES, J. B., LIRA FILHO,J. A., NASCIMENTO, J. W. B. Tratamento preservativo da madeira juvenil de *Eucalyptuscamaldulensis*Dehuh. pelo método de substituição de seiva. **Cerne**, v.17, n.2,p.275-282. 2011.

VIVIAN, M. A. **Resistência biológica da madeira tratada de** *Eucalyptusgrandis***e** *Eucalyptuscloeziana***em ensaio de laboratório e campo**. 2011, 105 p. Dissertação. (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

Potencial de extração dos polifenóis das cascas de folhosas para produção de adesivos

Extraction potential of polyphenols of hardwood bark for production of adhesives

Luciani da Silva Mota[1]
Jairo das Neves Martins[2]
Kelvin Techera[1]
Érika da Silva Ferreira[1]
Rosilani Trianoski[3]
Gabriel Valim Cardoso[1]

[1]Universidade Federal de Pelotas - UFPEL, Rua Conde de Porto Alegre, 793, Pelotas - RS (96010-290), luciani_mota@hotmail.com, kelvintechera@hotmail.com, erika.ferreira@ufpel.edu.br, gabriel.valim.cardoso@gmail.com

[2]Ricardo Alexandre Gabriel e Cia Ltda, Estrada Geral Forqueta Baixa, 4.300, Arroio do Meio - RS (95940-000), jaironmartins@hotmail.com

[3]Universidade Federal do Paraná - UFPR, Av. Pref. Lothário Meissner, 632, Curitiba - PR (80210-170), rosillani@gmail.com

Resumo: A indústria tem investido cada vez mais no consumo de painéis de madeira reconstituída devido a crescente demanda. Para isso, o setor de painéis busca novas tecnologias para obter produtos de maior desempenho e qualidade, como a utilização de tanino como elemento de modificação ou substituição no emprego de adesivos sintéticos. Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar o potencial de extração dos polifenóis condensados (taninos) da casca das seguintes espécies de folhosas: Cinamomo (*Melia azedarach* L.), Guapuruvu (*Schizolobium parahyba* Vell. Blake), Grevílea (*Grevillea robusta*), Cedro Australiano (*Toona ciliata* M. Roem) e Acrocarpo (*Acrocarpus fraxinolius* Wight & Arn). O processo de extração foi realizado em água quente por meio de refluxo por um período de 2 horas, com relação licor: casca de 15: 1. Para avaliação das propriedades do extrato foram determinados os seguintes parâmetros: teor de extrativos, teor de taninos e não taninos, bem como o número de *Stiasny* – NS (reatividade do tanino) e pH. De acordo com os resultados observados, pode-se concluir que as cascas de Acrocarpo e Cedro Australiano possuem potencial para extração de taninos condensados e produção de adesivos para colagem da madeira.
Palavras-chave: painéis, madeira reconstituída, tanino, colagem.

Abstract: The industry has increasingly invested in the consumption of reconstituted wood panels due to growing demand. For this purpose, the panels industries search new technologies for higher performance and quality, the use of tannin element as a modification or replacement in the use of synthetic adhesives. In this context, the aim of this study were to evaluate the potential for extraction of condensed polyphenols (tannins) from the bark of the following species of hardwoods: Cinnamon (*Melia azedarach* L.), Guapuruvu (*Schizolobium parahyba* Vell Blake), Grevillea (*Grevillea robusta*), Australian Cedar (*Toona ciliata* M. Roem) and Acrocarpo (*Acrocarpus fraxinolius* Wight & Arn). The extraction process was performed in hot water by refluxing of 2 hours, and liquor ratio: bark 15: 1. To evaluate the properties of the extract were determined the following parameters: extractives content, tannins and no tannin content, number of Stiasny - NS (reactivity of the tannin) and pH. According to the results it can be concluded that the acrocarpo and australian cedar bark have potential for extracting tannins and production of adhesives for wood bonding.
Keywords: panels, reconstituted wood, tannin, bonding.

1. Introdução

Com a escassez da madeira maciça os painéis reconstituídos têm sido empregados como forma de suprir as demandas do mercado madeireiro no cenário mundial. Notadamente esses

painéis se destacam por serem produtos com grande capacidade de substituir o material maciço tanto em qualidade como em quantidade para os diversos segmentos do setor. O que se confirma por meio de dados da ABIPA (2010), que menciona aumento na capacidade produtiva das indústrias e no consumo de painéis, bem como a existência de novos investimentos para o setor.

A utilização de adesivos para colagem da madeira e seus derivados aumentou, principalmente, com o surgimento das máquinas de beneficiamento e, posteriormente, para a colagem de lâminas e produção de compensados. A partir desse período, houve um progresso gradativo com o desenvolvimento da química de materiais para a produção e aperfeiçoamento de novos adesivos para madeira (IWAKIRI, 2005).

Para Lelis et al. (2000), dentre os materiais pesquisados para substituição dos adesivos sintéticos na fabricação dos painéis de madeira aglomerada e compensados, destaca-se o tanino, um polifenol obtido de fontes renováveis, como por exemplo, da casca de Acácia Negra (*Acacia mearnsii*), Pinus (*Pinus radiata*) e da madeira do cerne de Quebracho (*Schinopsis* sp.).

Entre as espécies produtoras de taninos se destacam as espécies de angico (*Anadenanthera* sp), pertencente a família das Fabaceae, diversas são as espécies de angico, ocorrentes no Brasil, das quais se extrai da casca, o tanino (AFONSO, 2008).

A utilização comercial de adesivos à base de tanino da casca de *Pinus radiata* para produção de chapas de partículas ocorre no Chile desde 1994. Sendo este adesivo, composto por 90% de tanino da casca de *Pinus radiata*, 5% de isocianato e 5% de ureia (SELLERS, 2001; FERREIRA, 2004).

A reação do tanino com o formaldeído se apresenta como fundamento para o seu emprego como adesivo, já que assim surgem policondensados de alto peso molecular (ROFFAEL e DIX, 1994).

A rapidez com que os polifenóis se ligam ao formaldeído possibilita a sua utilização na indústria de painéis de madeira sob condições normais de colagem e prensagem (PRASETYA e ROFFAEL, 1991).

Mediante a possibilidade de utilização dos taninos condensados para produção de adesivos, a casca de determinadas essências florestais pode se caracterizar como um material com potencial para agregação de valor em países como o Brasil, onde as indústrias de base florestal geram grande volume desse resíduo. Além de diminuir a demanda por adesivos derivados do petróleo pelas indústrias, o emprego do tanino viabiliza o uso racional do produto da floresta pela indústria madeireira, possibilitando o aumento do retorno econômico na atividade florestal e a geração de produtos de maior valor agregado.

Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar o potencial de extração dos polifenóis (taninos condensados) da casca das essências florestais de Acrocarpo (*Acrocarpus fraxinifolius*), Cedro Australiano (*Toona ciliata*), Cinamomo (*Melia azedarach*), Grevilea (*Grevillea robusta*) e Guapuruvu (*Schizolobium parahyba)* para produção de adesivos.

2. Metodologia de Trabalho

As cascas utilizadas para o desenvolvimento desse estudo foram doadas pelo Laboratório de Painéis de Madeira, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal – DETF da Universidade Federal do Paraná.

De acordo com Trianoski (2010), as espécies utilizadas nesse estudo são provenientes de plantios florestais experimentais da Fazenda Osvaldo Amaral, localizados em Corupá – SC, de propriedade da Battistella Florestal, e são apresentadas na Tabela 1, juntamente com a data de plantio, idade e tamanho da área experimental.

Tabela 8. Espécies utilizadas para o desenvolvimento do estudo.
Table 1. Species used for the development of study.

Espécie	Plantio	Idade (anos)	Área de Plantio (ha)
Acrocarpus fraxinifolius (Acrocarpo)	Novembro/1989	19,5	0, 109
Grevillea robusta (Grevilea)	Março/1990	19,2	0, 920
Melia azedarach (Cinamomo)	Novembro/1990	18,5	1, 000
Schizolobium parahyba (Guapuruvu)	Janeiro/1993	15,5	0, 02
Toona ciliata (Cedro Australiano)	Fevereiro/1992	17,3	0, 552

Fonte: Trianoski (2010).

O preparo do material foi realizado de modo que as cascas de cada espécie foram transformadas em partículas por meio de um moinho de martelo, em seguida sofreram um processo de fragmentação secundária em um micro moinho de facas tipo Willey (com malha de 20mesh), sendo posteriormente classificadas granulometricamente por peneiras e armazenadas em sacos plásticos. Para extração dos taninos foram utilizadas as partículas das cascas que atravessaram a peneira de 40mesh (0,420mm) e ficaram retidas na peneira de 60mesh (0,250mm).

Os taninos das cascas das diferentes essências florestais avaliadas foram extraídos sob refluxo, por um período de 2 horas empregando uma relação licor : casca de 15:1 (150ml de água destilada quente e 10g de casca absolutamente seca – a.s.), de acordo com especificações de Ferreira (2004). Após a realização de cada extração, o material foi filtrado com auxílio de uma bomba de vácuo por meio de um filtro de Büchner e papel filtro, sendo o extrato aquoso separado para posterior análise. As análises foram realizadas em triplicata para cada espécie avaliada.

Para cada amostra avaliada foi determinado o teor de extrativos, bem como os teores de tanino e não tanino, reatividade do polifenol (número de Stiasny) e pH, de acordo com as especificações referenciadas por Wissing (1950) e Lelis (1995).

2.1. Determinação do teor de extrativos - TE

Após cada extração, foi separada uma alíquota de 25ml para determinação da massa de extrativos totais, sendo o extrato pipetado em uma placa de Petri, previamente tarada, e encaminhado a uma estufa a temperatura de 103°±2°C até peso constante. Da diferença entre a massa da placa de Petri antes e após ter sido encaminhada a estufa com a alíquota obteve-se o peso de extrativos (g) em 25ml de solução e considerando-se peso das partículas a.s. (absolutamente seco) e o volume inicial empregados na extração – 150ml, calculou-se o teor de extrativos em percentagem, de acordo com a Equação 1:

$$TE = \frac{Pe}{Pc} \times 100 \qquad \text{(Eq.01)}$$

Onde:

TE = Teor de extrativos (%);

Pe = Peso dos extrativos extrapolados para 150ml (g);
P_c = Peso das partículas a.s. (g).

2.2. Reatividade do Tanino - Teor de polifenóis - número de Stiasny (NS)

Uma alíquota de 50ml do extrato obtido foi encaminhado a um balão de fundo chato com capacidade de 250ml, em seguida foram adicionados 5ml de ácido clorídrico fumegante e 10ml de formaldeído (solução com 37% de sólidos). Posteriormente a amostra foi mantida sob aquecimento (manta elétrica) e refluxo (condensadores) por um período de 30 minutos, após foi filtrada sob vácuo e lavada com água destilada quente em cadinho filtrante de porosidade fina, previamente tarado. O resíduo (tanino) foi encaminhado à estufa a temperatura de 103°±2°C até a obtenção do peso constante. O percentual de tanino condensado contido nos extratos ou número de Stiasny (NS) foi determinado pela razão entre a massa de tanino e a massa dos extrativos totais extrapolada para 50ml e o resultado convertido em percentagem, de acordo a Equação 2:

$$\text{NS} = \frac{MT}{\text{MExt}} \times 100 \qquad \text{(Eq.02)}$$

Onde:
NS = Número de Stiasny (%).
MT = massa de tanino precipitado em 50ml de extrato (g);
MExt = massa de extrativos extrapolado para 50ml (g).

2.3. Determinação dos teores de taninos - TT e não taninos - NT

Para a obtenção do percentual de tanino na casca multiplicou-se o número de Stiasny pelo teor de extrativos totais (%) (Equação 3). A diferença entre teor de extrativo e tanino forneceu a percentagem de não taninos.

$$\text{Tanino} = \frac{NS \times TE}{100} \qquad \text{(Eq.03)}$$

Onde:
Tanino = Tanino no extrato (%);
NS = Número de Stiasny (%);
TE = Teor de Extrativos (%);

2.4. Determinação do valor pH

O pH dos extratos aquosos foram determinados por meio de pH-metro digital de bancada, à temperatura ambiente, sendo o valor registrado após quatro minutos de contato entre o eletrodo e o extrato.

2.5. Análise estatística

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado com três repetições por tratamento. Após a realização das análises dos extratos, os valores referentes a cada variável resposta foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Havendo rejeição da hipótese de nulidade pelo teste F, foi empregado o teste Tukey ao nível 5% de significância para comparação entre as médias das espécies avaliadas.

Para atendimento dos requisitos necessários a realização da ANOVA foi empregado o teste de Anderson-Darling, para avaliação da normalidade dos dados, e a verificação da homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett's.

O processamento estatístico dos dados foi realizado por meio do programa estatístico *Statgraphics Centurion* versão XV.

3. Resultados e Discussão

Por meio da análise de resultados da Tabela 2 pode-se observar que houve diferença estatística para as diferentes cascas das essências florestais e que os extratos aquosos das cascas de Acrocarpo e Cedro Australiano apresentaram os teores de extrativos mais elevados quando comparado às demais espécies avaliadas.

Tabela 2. Valores médios observados para o teor de extrativos (T.E.), teores de taninos (T.T.) e não taninos (N.T.), número de Stiasny (N.S.) e pH.
Table 2. Mean values shown for extractive, tannin and no-tannin content, Stiasny yield and pH.

Espécie	T.E. (%)	T.T. (%)	N.T. (%)	N.S. (%)	pH (%)
Acrocarpo	14,79 [d]	9,18 [d]	5,62 [b]	62,04 [d]	4,33 [a]
Cedro australiano	15,94 [e]	11,18 [e]	4,76 [a]	70,13 [e]	4,94 [c]
Cinamomo	7,28 [b]	2,64 [b]	4,64 [a]	36,29 [c]	5,09 [d]
Grevílea	6,59 [a]	2,06 [a]	4,53 [a]	31,23 [b]	4,29 [a]
Guapuruvu	11,34 [c]	2,91 [c]	8,43 [c]	25,64 [a]	4,63 [b]

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste Tukey.

Carneiro et al. (2009) observaram teor de extrativo de 23,26 % para a espécie de Angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*), extraídas em água quente, sendo esse valor superior as espécies analisadas nesse estudo.

Entretanto, Teodoro (2008) encontrou valores inferiores (4,22%) aos encontrados nesta investigação, empregando processo de extração similar com cascas de *Eucalyptus pellita*.

Ferreira (2004) observou teores de extrativos variando de 4,09 a 13,82% para diferentes espécies de pinus extraídas com água quente, sendo esses valores relativamente próximos com as cascas das espécies analisadas nesse estudo.

Com relação aos teores de taninos, as cascas das espécies Acrocarpo e Cedro Australiano apresentaram rendimentos superiores as demais avaliadas, 9,18% e 11,18%, respectivamente.

Comparando os resultados observados com o estudo desenvolvido por Camillo (1997), verifica-se que esses valores foram inferiores ao presente estudo. O referido autor avaliou a concentração dos taninos em povoamentos de Acácia Negra (*Acacia mearnsii*) com diferentes idades na Depressão Central do estado Rio Grande do Sul, observando teores de taninos que variaram de 14,11% a 17,09%.

Mori (1997) avaliando extratos aquosos da casca de *Eucalyptus grandis* observou rendimento em taninos em torno de 6,4%. Já em comparação com acácia negra, o rendimento em taninos médio obtido nesse trabalho foi numericamente inferior aos 15,5% obtidos por Camillo et al. (1998) e aos 14% encontrados por Pansera et al. (2003). E ainda, se comparado com a proposta por Hergert (1962), o rendimento em taninos obtido nesse estudo encontra-se dentro da faixa de variação de 2 e 40 % da massa seca da casca.

De acordo com Ferreira (2004) os não taninos correspondem à fração de açúcares, gomas e resinas existentes nos extrativos da casca das essências florestais, sendo de grande importância sua quantificação, pois por meio de sua quantificação pode-se avaliar a qualidade do adesivo a ser confeccionado.

Os teores de não taninos dos extratos aquosos das cascas de Cedro Australiano, Cinamomo e Grevílea não diferem entre si, comportamento distinto do Acrocarpo e Guapuruvu.

Os valores encontrados para o rendimento em não tanino foram superiores aos observados por Ferreira (2009) em extratos aquosos da casca de *Pinus oocarpa* (2,10%) e Teodoro (2008) na casca de *Eucalyptus pellita* (2,58%).

Os resultados observados demonstraram que mesmo as espécies sendo extraídas com água quente houve diferença estatística para a reatividade dos taninos, com valores médios variando de 25,64 a 70,13 %.

Evidenciou-se que quanto maior o número de Stiasny (NS), maior é a quantidade de taninos condensados reativos nos extratos, pois de acordo com Ferreira (2004) o NS representa a reatividade dos polifenóis (taninos condensados) existentes no extrato frente ao formaldeído em meio ácido. Dessa forma, os extratos das cascas de Acrocarpo e Cedro Australiano foram os que apresentaram os taninos mais reativos frente ao formaldeído.

Andrade et. al. (2013) obtiveram resultados para o número de Stiasny em extratos aquosos de Angico Vermelho (*Anandenanthera peregrina*) de 85,70%, avaliando a influência de diferentes povoamentos florestais na produtividade de tanino.

Os valores médios de pH observados no presente estudo se diferem, com exceção dos extratos das cascas de Acrocarpo e Grevilea que apresentaram valores estatísticos iguais, e são superiores aos valores encontrados por Tostes (2003) em avaliação de extratos aquosos da casca de *Eucalyptus pellita*, que observou um valor médio de 3,98%.

De modo geral, os extratos aquosos das espécies avaliadas neste estudo apresentaram pH ácido o que de acordo com Ferreira (2004) é importante na reatividade dos taninos, pois somente em uma faixa ácida de pH sucede-se a reação de condensação do tanino com o formaldeído ocorrendo a polimerização do adesivo.

4. Conclusões

Considerando as propriedades dos extratos aquosos das espécies analisadas, as cascas de Cedro Australiano e Acrocarpo podem ser utilizadas para a extração de taninos condensados. A casca do Cedro Australiano mostrou-se com potencial superior de extração dos taninos condensados quando comparado o rendimento em tanino das cascas nas demais espécies de folhosas.

De modo geral, é possível obter-se elevados teores de taninos extraídos da casca do Cedro Australiano sem adição de outros agentes extratores. Entretanto, é necessária a produção dos adesivos e avaliação de suas propriedades físico-químicas, bem como a resistência da colagem.

Agradecimentos

Os autores expressam seus agradecimentos à empresa Battistella Florestal pela doação das amostras de cascas utilizadas no estudo.

Referências Bibliográficas

ABIPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA. Disponível em: <527a527P://www.abipa.org.br/meioambiente.php> Acesso em 15/04/2014.

AFONSO, S. R. **Análise sócio-econômica da produção de não-madeireiros no cerrado brasileiro e o caso da cooperativa de pequi em Japonvar, MG**. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasilia, 2008.

ANDRADE, B. G.; CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; COELHO, D. J. S. Determinação do potencial tanífero em povoamentos de angico. **Ciência da Madeira,** Pelotas, v. 4, n. 2, 2013.

CAMILLO, S. B. A. Influência dos fatores de sítio, espaçamento e idade na concentração e produção de tanino em povoamentos de *Acacia mearnsii* De Wild. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.

CAMILLO, S. B. A.; SCHNEIDER, SILVA, P. R.; M. C. M. da; FRIZZO, S. M. B, FRIZZO. Determinação do ponto de amostragem para a obtenção da concentração média de tanino em acácia. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 109-113, 1998.

CARNEIRO A.; BENEDITO B.; FREDERICO P.G.; CARVALHO A.M.; VIDAURRE G. Propriedades de chapas de aglomerado fabricadas com adesivo tânico de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*) e ureia-formadeído. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 3, 2009.

FERREIRA, E. S.; LELIS, R. C. C.; BRITO, E. O.; NASCIMENTO, A. M.; MAIA, J. L. S. Teores de taninos da casca de quatro espécies de pinus. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.16, n.2, p. 30 - 39, 2009.

FERREIRA, E. S. **Utilização dos polifenóis da casca de pinus para produção de adesivos para compensados.** 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Área de Concentração em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2004.

HERGERT, H.L. Economic importance of flavonoid compounds; wood and bark. In: **The chemistry of flavonoid compounds**. New York: The Macmillan company, 1962. p. 553-595.

IWAKIRI, S. **Painéis de Madeira Reconstituída.** Curitiba: FUPEF, 2005. 247p.

LELIS, R. C. C**. Zur Bedeutung der Kerninhaltsstoffe obligatorisch verkernter Nadelbaumarten bei der Herstellung von feuchtebeständigen und biologisch resistenten Holzspanplatten, am Beispiel der Douglasie** (Pseudotsuga menziesii **Mirb. Franco**). 175f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Forstliche Fakultät, Universität Göttingen, Göttingen, Alemanha, 1995.

LELIS, R. C. C.; TOSTES, A. S.; BRITO, E. O. Aproveitamento do tanino de Acácia Negra (*Acacia mearnsii* De Wild) em resina sintética à base de Fenol- Formaldeído. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS - FOREST , 6., 2000, Porto Seguro. **Anais do...** Porto Seguro: ECOA, 2000. p. 389-390.

MORI, F. A. **Produção de adesivos para madeira com taninos da casca de *Eucalyptus grandis*.** 47 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

PANSERA, M. R.; SANTOS. A. C. A.; PAES E, K.; WASUM, R.; ROSSATO, M; ROTA, L. D.; PAULETTI, G. F.; SERAFINI, L.A. Análise de taninos totais em plantas aromáticas e medicinais cultivadas no Nordeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 13, n. 1, p. 17-22, 2003.

PRASETYA, B.; ROFFAEL, E. Neuartige charakterisierung von natürlichen Polyphenplen hinsichtlich ihver Vernetzbarkeit. **Holz als Roh-Werkstoffe**, v. 49, n. 481-484, 1991.

ROFFAEL, E.; DIX, B. Tannine als Bindemittel für Holzwerkstoffe. **Holz-Zentralblatt,** Leinfelden, v. 120, n. 6, p. 90-93, 1994.

SELLERS, T. Wood adhesive: inovations and applications in North América. **Forest Products Journa**l. Peachtree Corners, v.51, n. 6, p. 12 – 22, 2001.

TEODORO, A. S. **Utilização de adesivos à base de taninos na produção de painéis de madeira aglomerada** e OSB. 91 f. Dissertação, (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

TOSTES, A. S. **Tanino da casca de *Eucalyptus pellita* F. Muel como fonte de adesivos para colagem de chapas de madeira aglomeradas.** 85f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.

TRIANOSKI, R.; **Avaliação do potencial de espécies florestais alternativas, de rápido crescimento, para produção de painéis de madeira aglomerada.** 260 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

WISSING, A. The utilization of bark II: Investigation of the stiasny-reaction for the precipitation of polyphenols in Pine bark extractives. **Svensk Papperstidning**, v.58, n. 20, p. 745-750, 1955.

Variação radial da estrutura anatômica da madeira de *Cupressus lusitanica* Mill.

Radial variation of the anatomical structure in wood of *Cupressus lusitanica* Mill.

Alana Spanhol[1]
Caio Cesar Faedo de Almeida[1]
Helena Cristina Vieira[1]
Camilla Gabriela Melo Ampessan[1]
Polliana D'Ângelo Rios[1]
Alexsandro Bayestorff da Cunha[1]

[1]Universidade do Estado de Santa Catarina - CAV/UDESC, Av. Luiz de Camões, 2090 – Conta Dinheiro, CEP 88520-000, Lages – SC.
alana_spanhol@hotmail.com; caio-almeida@florestal.eng.br; lenacristin@hotmail.com; camillaampessan@hotmail.com; a2pdr@cav.udesc.br / a2abc@cav.udesc.br

Resumo: *Cupressus lusitanica* é a espécie do gênero *Cupressus* mais cultivada no Brasil. Sua madeira é considerada de boa qualidade para diversos fins. Além disso, existem estudos que visam destinar a espécie para produção de painéis reconstituídos e celulose e papel. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi realizar a caracterização anatômica do lenho de *Cupressus lusitanica* e verificar a existência ou não da variação dos elementos anatômicos no sentido medula-casca da madeira e entre árvores estudadas. Foram utilizadas três árvores de 19 anos, obtidas de um povoamento localizado em Campo Belo do Sul, SC. Os valores médios encontrados para as propriedades anatômicas estudadas foram: Comprimento de traqueoide (3,02 mm); Número de células – altura (8,01); Número de células – largura (1,13); Espessura (16,33 µm); Raio por milímetro linear (6,51) e Diâmetro do lúmen (18,29 µm). A maioria das variáveis estudadas apresentaram valores maiores ou semelhantes aos encontrados na literatura para *C. lusitanica* e para outras espécies coníferas.
Palavras-chave: anatomia radial, medula-casca, qualidade da madeira.

Abstract: *Cupressus lusitanica* is the specie most cultivated of *Cupressus* kind in Brazil. The wood is considered good quality for various purposes. Moreover, there are studies aimed at using the species for the production of reconstituted panels andpulp and paper. Therefore, the objective of this work was the anatomical characterization of wood of *Cupressus lusitanica* and check the existence or no variation of the anatomical elements in the pith-bark of wood and between trees studied. Were used three trees of 19 years, obtained from a stand located in Campo Belo do Sul, SC. The mean values found for the studied anatomical properties were: Tracheidlength (3.02 mm); Cell Number - height (8.01); Cell Number - width (1.13); Thickness (16.33 µm); Radius linear millimeter (6.51) and lumen diameter (18.29 µm). Most of the variables studied had higher or similar values to those found in the literature for *C. lusitanica* and other conifers.
Keywords: radial anatomy, pith-bark, wood quality.

1. Introdução

Várias espécies, onde se incluem as do gênero *Cupressus*, foram introduzidas com sucesso no país e constituem, atualmente, importante fonte de matéria-prima para diversos produtos Shimizu (2001). Segundo Kothiyal et al. (1997) eOkino et al. (2004)alguns estudos vêm sendo desenvolvidos com a madeira de *Cupressus* referentes à produção de celulose e aos aspectos tecnológicos e produção de painéis reconstituídos.

As espécies desse gênero, conforme Foelkel e Zvinakevicius (1978) são coníferas de porte arbóreo ocasionalmente arbustivos distribuídos largamente no globo, principalmente em regiões temperadas a quentes na América do Norte, China, Japão e Europa.

Dentre as espéciesda família Cupressaceae, a mais plantada no Brasil é a *Cupressus lusitanica* (cedrinho). De origem mexicana e da América Central, é própria de regiões tropicais e tem sido usada, mais frequentemente, para formar quebra-ventos e cercas vivas. Devido ao grande porte que atinge e a característica compacta de sua copa, é comum o seu uso para formar abrigos e também na arborização urbana Shimizu et al. (2006).

De acordo com Shimizu et al. (1995), a madeira de *Cupressus lusitanica* apresenta boa qualidade para a utilização em marcenarias, construções e fabricação de embalagens. Marchiori (1996) destaca ainda, que a espécie também pode ser indicada para a produção de papel e celulose.

Conforme Shimizu et al. (2006), no Brasil o seu cultivo fica limitado ao planalto e montanhas das regiões Sul e Sudeste. Isso se deve ao fato de que a espécie é própria de ambientes frescos e úmidos, com precipitação pluviométrica entre 2.000 e 4.000 mm e temperatura média anual em torno de 12ºC. Além disso, a *Cupressus lusitanica* é característica de locais com altitudes entre 1.000 e 2.500 metros.

No Estado de Santa Catarina a espécievem sendo cultivada na região Meio Oeste, entre 1.000 e 1.150 m de altitude. Apresenta crescimento rápido, com produtividade média de até 30 m³/ha/ano e pode ser cultivada mesmo em terrenos rasos, nos quais seu crescimento pode superar o de *Pinus elliottii* var. *elliottii* Pereira e Higa(1988).

A madeira de *Cupressus lusitanica* apresenta características como grã reta, textura fina, média a baixa densidade, baixa retratibilidade, secagem rápida ao ar e excelente estabilidade dimensional, fácil trabalhabilidade e aceita bem colas, vernizes e pinturas Pereira e Higa, (2003); Okino et al. (2010).

Em função da influência que as características da madeira exercem na qualidade do produto final, tem-se dado grande importância aos estudos relacionados à anatomia das espécies, em vista da variação existente nos elementos constituintes do lenho ao longo do sentido medula-casca.

A variação medula-casca na madeira é influenciada pela relação da madeira juvenil próxima à medula e da madeira adulta próxima à casca, uma vez que durante a maturação do lenho ocorrem mudanças progressivas nas características celulares e, consequentemente, nas propriedades da madeira (Zobel e Buijtenen, 1989).

Dessa forma, para um melhor aproveitamento da madeira é necessário à compreensão de como o arranjo e as dimensões das células variam no sentido radial no lenho. Só assim, pode-se prever o seu comportamento e predizer suas utilizações quanto às tecnologias empregadas para o aproveitamento correto do material.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização anatômica do lenho das árvores de *Cupressus lusitanica* e verificar a existência ou não da variação dos elementos anatômicos no sentido medula-casca da madeira e entre árvores estudadas.

2. Metodologia de Trabalho

O material de estudo foi coletado em um plantio experimental de 72,21 ha, pertencente à Empresa Florestal Gateados localizada no Município de Campo Belo do Sul, região do Planalto Sul do Estado de Santa Catarina. Foram obtidas 42 árvores de 19 anos, com diâmetros variando de 20 a 40 cm. Dessas, foram selecionadas três árvores para realização de análises anatômicas.

As amostras das três árvores em forma de discos foram retiradas no diâmetro a altura do peito (DAP1,30m) e, para cada amostra, foram confeccionados três corpos-de-prova com dimensões de 2,0 x 2,0 x 2,0 cm orientados para obtenção dos cortes histológicos na região da medula (A1), porção intermediária entre a medula e a casa (A2), e próximo à casca (A3), como demonstra a Figura 1.

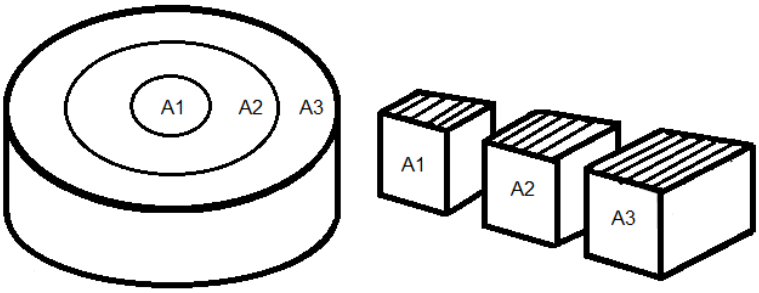


Figura 3. Local de retirada dos corpos-de-prova destinados ao estudo da variação dos elementos anatômicos.
Figure 1. Location of withdrawal of body- proof for the study of variation of the anatomical elements .

Os cortes histológicos dos corpos-de-prova foram realizados em micrótomo de deslize, regulado para espessura nominal de aproximadamente 20 µm. As lâminas histológicas foram montadas no laboratório de Botânica do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina. Inicialmente, os cortes foram clarificados em solução de hipoclorito de sódio 60%, submersos em água destilada e tingidos em safranina hidro alcoólica 1%, metodologia desenvolvida por Johansen (1940). Após o tingimento, os cortes foram desidratados em série alcoólica ascendente até álcool absoluto, mergulhados em acetato de butila e montados em lâminas usando-se "Entellan" como meio de montagem.

As características anatômicas foram analisadas de acordo com a metodologia recomendada por Iawa Committee (1989) e pelas normas da Comissão Panamericana de Normas Técnicas- COPANT (1974).

A análise estatística foi realizada para as variáveis: comprimento de traqueoide; espessura de parede; diâmetro de lúmen; número de raios por mm linear; número de células por traqueoide (altura); e número de células por traqueoide (largura). Para a análise foi utilizado o delineamento de blocos casualizados (DBC), onde, objetivou-se determinar a existência de diferença estatística entre as três árvores selecionadas e entre as três posições do eixo medula-casca da madeira de *Cupressus lusitanica*. Para comparação das médias foi realizado o Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

3. Resultados e Discussão

A análise de variância para: comprimento de traqueoide (L), espessura de parede (E), número de raios por mm linear (R/mm-L), número de células por traqueoide – altura (N/a) e número de células por traqueoide – largura (N/l), é apresentada na Tabela 1.

Para comprimento de traqueoide, número de células por traqueoide – altura e, número de células por traqueoide – largura, não houve interação entre posição e árvore, não houve diferença entre posições, e também não houve diferença entre árvores. A inexistência de diferença estatística para essas variáveis demonstra que existe influência da espécie na variável, ou seja, os fatores externos à constituição genética dificilmente irão causar variação no comprimento total do traqueoide ou no número de células por traqueoide, seja em altura ou em largura.

O comprimento médio de traqueoide obtido no presente trabalho foi de 3,02 mm, valor esse superior aos 2,21 mm obtidos em *Cryptomeria japonica* de 22 anos por Pereira et al.(2003) e semelhante aos 2,90 mm obtidos em *Cupressus lusitanica* de 56 anos por Pereira e Higa (2003) e *Pinus taeda* de 18 anos, com 3,03 mm por Castelo et al.(2008).

Tabela 9. Análise de variância para comprimento de traqueoide (L), espessura de parede (E), número de raios por mm linear (R/mm-L), número de células por traqueoide - altura (N/a) e número de células por traqueoide - largura (N/l) de *Cupressus lusitanica*.
Table 1. Analysis of variance to traqueoide length (L) , thickness (E) , number of rays per linear mm (R / U - mm), number of cells per traqueoide - height (N / a) and number of cells per traqueoide - width (N / L) *Cupressus lusitanica*.

F.V.	GL	QM				
		L	E	R/mm-L	N / a	N / l
Posição	2	181,72^{ns}	440,32**	3,03 ^{ns}	0,02^{ns}	0,10 ^{ns}
Árvore	2	11935,13 ^{ns}	64,96**	76,21**	34,02 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Posição x Árvore	4	11616,71 ^{ns}	42,61**	2,26 ^{ns}	10,05 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo	261	5640,62	10,68	0,96	19,18	0,12
Total	269					

Onde FV:fontes de variação; GL: graus de liberdade e QM: quadrado médio. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade;ns não significativo.

Para N/a e N/l os valores médios obtidos foram de 8,01 e 1,13 respectivamente. Para *Pinus taeda* de 25 anos, Hassegawa (2003) obteve média de 7,67 células de altura para madeira juvenil e de 4,67 células de altura na madeira adulta. Já em estudo com *Araucaria columnaris*, Medeiros (2005) obteve em média raios com 12 células de altura e uma célula de largura em árvores de 33 anos.

A variável espessura de parede apresentou diferença estatística para a interação entre posição radial e árvore, para as posições radiais da madeira e entre árvores, como demonstra a Tabela 2.

Tabela 2. Teste de médias para espessura (µm) de parede da madeira de *Cupressus lusitanica*.
Table 2. Mean test for thickness (microns) wall wood of *Cupressus lusitanica*.

Posição	Árvore		
	A1	A2	A3
Casca	16,32 bA	15,12 aA	16,84 bA
Intermediária	20,67 aA	16,84 aB	19,88 aA
Medula	14,86 bA	15,17 aA	14,44 cA

Médias com mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A tendência de incremento em espessura (E) ao longo do eixo radial de cada árvore não foi observada no estudo. Sendo que para as árvores A1 e A3 a seção intermediária foi a que demonstrou maiores valores para E, enquanto para A2 não houve diferença estatística entre as seções. Quando comparadas as seções entre árvores, não foi observada diferença estatística, exceto para a seção intermediária na qual a árvore A2 apresentou média inferior às demais.

Contudo, a espessura média da madeira de *C. lusitanica* de 19 anos foi de 16,33 µm, valor muito superior aos observados dentro da mesma espécie por Pereira e Higa (2003) que foi de 5,90 µm. Para outras coníferas cultivadas no Sul do Brasil como a *Cryptomeria*

japonica, Pereira et al.(2003) obteve 5,50 µm, para *Pinus taeda* Castelo et al.(2008), obteve 9,33 µm e Barrichelo (1984) para *Pinus elliottii* 8,80 µm.

Dessa forma, o comportamento observado para E, não pode ser atribuído apenas à constituição genética das árvores, mas sim a um conjunto de fatores influentes como: condições climáticas, fertilidade do solo, tratos silviculturais, entre outros.

O número de raios por mm linear (R/mm-L) apresentou diferença estatística apenas para as árvores utilizadas, conforme demostra a Tabela 3.

Tabela 3. Variação do número de raios por mm linear entre árvores de *Cupressus lusitanica*.
Table 3. Variation of the number of rays per linear mm between *Cupressus lusitanica* trees.

ÁrvoreR/mm-L	
A1	6,089 b
A2	7,567 a
A3	5,878 b

Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As árvores A1 e A3 não diferiram estatisticamente entre si, entretanto, a árvore A2 apresentou média superior de R/mm-L quando comparada às demais. Esses resultados demonstram que a variável apresenta íntima relação com material genético das árvores e mantêm-se estável ao longo do eixo medula-casca.

O número médio de R/mm-L obtido para *C. lusitanica* foi de 6,51, sendo semelhante ao valor encontrado por Medeiros (2005) para *Araucaria columnaris* de 33 anos (6,7 R/mm L). Esse resultado é semelhante tambémao de Hassegawa(2003) em que a frequência encontrada para *Pinus taeda* foi de 1 a 7 raios por milímetro no lenho juvenil e de 1 a 4 raios por milímetro no lenho adulto em árvores de 25 anos.Além disso, Muñiz (1993) salienta que para *Pinus taeda* a frequência média é de 6 R/mm-L.A análise de variância para diâmetro do lúmen dos traqueoides da madeira de *Cupressus lusitanica* é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4. Análise de variância do diâmetro de lúmen dos traqueoides de *Cupressus lusitanica*.
Table 4. Analysis of variance lumen diameter of traqueoides in the *Cupressus lusitanica*.

F.V.	GL	QM
Posição	2	90,98**
Árvore	2	11,45 ^{ns}
Posição x Árvore	4	64,69**
Resíduo	531	3,95
Total	539	

Onde FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade e QM: quadrado médio. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo.

Para essa característica, pode-se constatar que houve diferença para a interação entre posição radial e árvore e entre posições, porém, não houve diferença entre árvores. Dessa forma, a variável diâmetro de lume (D) interação entre as posições do eixo radial e as árvores

utilizadas foi desdobrada através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, conforme a Tabela 5.

Tabela 5. Teste de médias para diâmetro de lúmen (µm)dos traqueoides de *Cupressus lusitanica*.
Table 5. Mean Testto lumen diameter (microns) in the traqueoides of *Cupressus lusitanica*.

Posição	Árvore		
	A1	A2	A3
Casca	12,93 bA	13,03 aA	13,12 aA
Intermediária	10,43 cB	12,54 aA	12,71 aA
Medula	14,00 aA	13,31 aA	12,30 aB

Médias com mesma letra minúscula na coluna eletra maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esperava-se que a variação no comportamento do diâmetro de lúmen (D) apresentasse uma redução ao longo do sentido medula-casca, comportamento não observado em nenhuma árvore ou posição. Apenas para a árvore A1 houve diferença estatística entre as posições estudadas, sendo que a posição intermediária apresentou o menor valor de D. Para as demais árvores, a variação de D nas posições radiais da madeira não foi significativa. Contudo, quando analisado o D entre árvores, apenas para a sessão medula da árvore A3 apresentou diferença em relação às demais.

Esse comportamento demonstra uma alta influência ambiental no diâmetro de lúmen, sendo que fatores associados ao manejo aplicado e as condições edafoclimáticas são determinantes no desempenho dessa variável.

O *Cupressus lusitanica* estudado (19 anos) apresentou valores inferiores para D quando comparado a estudos de Pereira e Higa (2003)que obtiveram D= 22,4µm para mesma espécie. O diâmetro de lúmen do *C. lusitanica* também foi menor do que os valores obtidos por Pereira et al. (2003) em *C. japonica* (D = 19,2 µm), por Shimoyama e Wiecheteck (1993) para *Pinus tecunumanii* (D = 34,90 µm), por Castelo et al. (2008) com *Pinus taeda* (D = 35,11 µm) e por Barrichelo (1984) para *Pinus elliottii* (D = 28,20 µm).

4. Conclusões

- O comprimento dos traqueoides de *Cupressus lusitanica* foi superior ao comprimento encontrado para outras espécies e semelhante aos resultados obtidos por outros autores para a mesma espécie;
- Para o número de células por traqueoide (altura)o valor médio para *Cupressus lusitanica* foi semelhante o encontrado para *Pinus taeda* e inferior ao da *Araucaria columnaris*. Parae número de células por traqueoide (largura)o valor médio obtido para *C. lusitanica* foi semelhante ao da *Araucaria columnaris.*
- Para espessura de parede o valor médio obtido no presente estudo foi superior a outros valores encontrados na literatura;
- O número de raios por milímetro linear encontrado para *Cupressus lusitanica* é semelhante aos valores de *Pinus taeda* e *Araucaria columnaris*;
- O diâmetro do lúmen diferiu para posição e para interação posição e árvore, sendo que os valores são menores que os encontrados para outras espécies.
- De forma geral, as variáveis anatômicas estudadas na madeira de *Cupressus lusitanica* apresentaram valores semelhantes ou superiores quando comparadas com estudos da mesma espécie e de outras coníferas.

Referências Bibliográficas

BARRICHELO, L. E. G. Caracterização de madeiras de *Pinus* spp. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v. 3, n. 14, p. 100-112, 1984.

CASTELO, P. A. R.; MATOS, J. L. M.; DEDECEK, R. A.; LAVORANT, O. J.; Influência de diferentes sítios de crescimento sobre a qualidade da madeira de *Pinus taeda*. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 3, 2008.
COPANT - Comissão Panamericana de Normas Técnicas. **Descrição macroscópica, microscópica e geral da madeira – esquema I de recomendação.** COPANT, v.30, p.1-19, 1973.

FOELKEL C. E. B.; ZVINAKEVICIUS C. **Coníferas exóticas aptas para produção de celulose kraft II. Cupressus lusitanica**. Belo Oriente; 1978.18 p.

HASSEGAWA, M. **Qualidade da madeira de** *Pinus taeda* L**. de procedência da África do Sul.** 107 f. (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2003.
IAWA Committee. **IAWA list of microscopic features for hardwood identification**. IAWA Bull., v.10, n. 3, p.218-359, 1989.

JOHANSEN D.A**. Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill; 1940. 523 p.

KOTHIYAL, V.; NEGI, A.; RAO, R. V.; GOGATE, M. G.; DAKSHINDAS, S. K. Assessment of wood quality of eighteen-year-old Cupressus goveniana from Maharashtra, India. **Journal of Tropical Forest Products**, v.3, n.2, p.186-193, 1997.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das gimnospermas**. Santa Maria: Ed. UFSM, 1996. 158 p.

MEDEIROS, J. G. S. **Anéis de crescimento de** *Araucaria columnaris* **Hook.: caracterização anatômica, densitométrica, e aplicação no monitoramento ambiental**.(Mestrado em Recursos Florestais com opção em Tecnologia da Madeira) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2005.

MUÑIZ, G. I. B. **Caracterização e desenvolvimento de modelos para estimar as propriedades e o comportamento na secagem de** *Pinus elliottii* **Engelm. e** *Pinus taeda* **L**. 235 f. (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

OKINO, E.Y.A.; SOUZA, M.R.; SANTANA, M.A.E.; ALVES, M.V.; SOUSA, M.E.; TEIXEIRA, D.E. Evaluation of the physical and biological properties of particleboard and flakeboard made from Cupressus spp. **International Biodeterioration and Biodegradation,** Birmingham, v.53, p.1-5, 2004.

OKINO, E. Y. A; RESCK, I. S; CRUZ, C. L. C; SANTOS, P. H. O; FALCOMER, V. A. S. Evaluation of wood chemical constituents of Hevea brasiliensis and Cupressus decomposed by Gloeophyllum striatum using CP/MAS 13C NMR and HPLC techniques. **Journal of Tropical Forest Science,**p. 184-196, 2010.

PEREIRA J. C. D.; HIGAR. C. V. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina**. Curitiba, 1988. 113 p. (EMBRAPA - CNPF. Documentos, 21).

PEREIRA, J. C. D.; HIGA, R. C. V; SHIMIZU, J. Y.; **Propriedades da madeira do Cedrinho Japonês**. Comunicado Técnico, Colombo, n. 88, 2003, 4 p.

PEREIRA, J. C. D.; HIGA, R. C. V. **Propriedades da Madeira de** *Cupressus lusitanica* Mill. Comunicado Técnico. Colombo, n. 107, 2003. 5 p.

SHIMIZU, J. Y.; JÚNIOR, U. R.; CANCELA, K. C.; MAIOCHI, R. A. **Cedrinho como Alternativa para Produção de Madeira em Pequenas Propriedades Rurais.** Comunicado Técnico 172, Colombo, p. 1-3, 2006.

SHIMIZU J. Y.**Memórias do "workshop" sobre conservação e uso de recursos genéticos florestais.** Colombo, PR, 2001. 159 p. (EMBRAPA - CNPF, Documentos, 56).

SHIMIZU J. Y., JÚNIOR J. E. P. RIBATSK G. **Cipreste para madeira: alto incremento volumétrico com material genético apropriado**. Boletim de pesquisa florestal, Colombo n.30/31, p. 3-17, 1995.

SHIMOYAMA, V.R.S.; WIECHETECK, M.S.S. **Características da madeira e da pasta termomecânica de *Pinus patula* var. *tecunumanii* para produção de papel imprensa**. Série Técnica IPEF, Piracicaba, v.9, n.27, p.63 – 80, 1993.

ZOBEL, B. J.; BUIJTENEN, J. van.**Wood variation:** its causes and control. Berlin: Springer Verlag, 1989. 363p.

Quantificação de extrativos e lignina em madeira de *Parapitadenia rigida, Melia azedarach* e *Cordia americana*

Quantification of extractives and lignin in wood of *Parapitadenia rigida, Melia azedarach* and *Cordia americana*

Sabrina Finatto Machado[1]
Rodrigo Coldebella[2]
Pedro Henrique Paleari[3]
Daniela Silva Lilge[4]
Cristiane Pedrazzi[5]
Darci Alberto Gatto[6]

[1] Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Centro de Ciências Rurais – Prédio 44 - Sala 5255 – Santa Maria – RS – CEP 97105-900. sabrinamfinatto@gmail.com

[2] Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Centro de Ciências Rurais – Prédio 44 - Sala 5255 – Santa Maria – RS – CEP 97105-900. rodrigocoldebella@yahoo.com.br

[3]Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Av. Antônio Trilha, 1847 – São Gabriel – RS – CEP 97300-000. pedroo.pho@hotmail.com

[4]Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Centro de Ciências Rurais – Prédio 44 - Sala 5255 – Santa Maria – RS – CEP 97105-900. danielalilge@gmail.com

[5]Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Centro de Ciências Rurais – Prédio 44 - Sala 5255 – Santa Maria – RS – CEP 97105-900. cpedrazzi@terra.com.br

[6]Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Centro de Ciências Rurais – Prédio 44 - Sala 5255 – Santa Maria – RS – CEP 97105-900. darcigatto@yahoo.com

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi quantificar o teor de extrativos e lignina nas madeiras de Angico, Cinamomo e Guajuvira, buscando contribuir para caracterização da constituição química das mesmas. A extração de extrativos e a quantificação de lignina foram realizadas de acordo com a Norma TAPPI (T264 cm-97, adaptado) e TAPPI (T 222 om-98) respectivamente.A porcentagem média de extrativos na madeira de Angico foi de 15 % e o teor de lignina foi de 26,16 %. No Cinamomo obtiveram-se 2,30% de extrativos e 22,67% de lignina. E na Guajuvira 10,88 % de extrativos e 24% de lignina. Houve diferença significativa entre as médias percentuais de extrativos totais e lignina entre as madeiras estudadas.
Palavras-chave: química da madeira, cinamomo, angico, guajuvira.

Abstract: The aim of this study was to quantify the extractive content and lignin in wood Angico, Neem and Guajuvira, seeking to contribute to characterize the chemical composition of the same. The extraction of extractives and lignin quantification were performed according to TAPPI Standard (T264 cm-97, adapted) and TAPPI (T 222 om-98) respectively. The average percentage of extractives in the wood Angico was 15% and the lignin content was 26.16%. In Chinaberry were obtained 2.30% of extract and 22.67% lignin. And in Guajuvira 10.88% of extract and 24% lignin. There was a significant difference between the percentage of average total extractives and lignin between the studied woods.
Key words: wood chemistry, neem, angico, guajuvira.

1. Introdução

A madeira é um material de origem biológica composta por uma série de substâncias utilizadas como matéria prima em diversas áreas da tecnologia. Os principais elementos presentes em sua constituição química são o carbono, hidrogênio, oxigênio e pequena quantidade de nitrogênio. Estes elementos estão presentes na constituição de substâncias

macromoleculares como lignina, celulose, polioloses e substâncias de baixo peso molecular (extrativos e cinzas).

Conforme Pastore (2004), a composição da madeira é de basicamente três polímeros: celulose, hemicelulose e lignina, distribuídos na parede celular em uma proporção de aproximadamente 50:25:25 e também outros compostos de baixo peso molecular, formados por extrativos e substâncias minerais. De acordo com Morais et al. (2005), as madeiras de folhosas apresentam uma porcentagem de aproximadamente 45% de celulose, 20% de lignina e 30% de hemicelulose e apenas 3% de extrativos.

Porém, Carvalho et al. (2009), afirma que a proporção dos componentes da parede celular (celulose, hemicelulose e lignina) depende da espécie vegetal, e pode variar de camada para camada.

Para Moreschi (2012), a distribuição dos extrativos dentro da madeira ocorre em diferentes porcentagens no cerne e alburno. No cerne existem materiais fenólicos impregnados nos poros, enquanto que no alburno encontram-se amidos, açúcares e gorduras. Os extrativos presentes na madeira contribuem para algumas propriedades como a cor, cheiro e resistência à biodegradação.

Trevisan (2006) considera de extrema importância o estudo da química da madeira, pois algumas espécies apresentam em sua composição química grupos que atuam como preservantes contra a ação de fungos e insetos, influenciando no processo de degradação do lenho. Assim torna-se importante estudar as propriedades químicas da madeira, uma vez que elas estão diretamente relacionadas com a sua durabilidade.

Nesse sentido o objetivo deste estudo foi quantificar a porcentagem de extrativos e lignina presentesnas madeiras de Angico, Cinamomo e Guajuvira. Dessa forma foi possível dar início à caracterização da estrutura química das mesmas e fornecer resultados que contribuam para o conhecimento da composição química das espécies em estudo, já que apresentam excelentes características estéticas e tecnológicas que as tornam amplamente empregadas.

2. Metodologia de Trabalho

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Química da Madeira pertencente a Universidade Federal de Santa Maria. Os corpos de prova de dimensão 1,5 X 1,5 X 26 cm foram transformados em cavacos com o auxílio de um facão até tomar forma de palitos de fósforo, posteriormente passaram por um moinho de facas, onde foram convertidos em serragem. Logo, o material moído passou por um classificador com movimentos vibratórios, composto de peneiras de 40 mesh, que equivale à malha com 0,42 mm de abertura, e 60 mesh, equivalente à malha com 0,250 mm de abertura. As frações de serragem 40/60 mesh utilizadas nas análises químicas foram armazenadas e identificadas em frascos de vidros com capacidade de 450 ml até que se desse início às análises.

Primeiramente foi calculado o teor de umidade das amostras segundo a norma TAPPI (T 210 cm-93). Para isto foi realizada a secagem da serragem 40/60 mesh em estufa a 105ºC + ou – 3ºC. Primeiramente foram colocados dois béqueres na estufa a 105ºC durante um período de 10 horas, em seguida os mesmos foram transferidos para o dessecador por 20 minutos, logo foram pesados em balança analítica de precisão e foram adicionadas exatamente duas gramas de serragem em cada béquer. Posteriormente os béqueres contendo serragem foram levados à estufa a 105ºC durante 24 horas. Passado este período o material foi retirado da estufa e transferido para o dessecador por 20 minutos. Logo o material foi pesado com objetivo de obter o peso seco da serragem e determinar o teor de umidade da mesma.

A umidade da amostra foi calculada a partir da Equação 1:

$$\%H = \frac{(P1 - P2)}{P1} \times 100 \qquad \text{(Eq. 01)}$$

Onde:
%H = percentagem de umidade
P1 = Peso da amostra seca ao ar (peso inicial da amostra)
P2 = Peso da amostra seca em estufa

2.1. Porcentagem de extrativos

A determinação dos extrativos totais foi realizada de acordo com a norma TAPPI (T264 cm-97, adaptada). Após a determinação do teor de umidade, as amostras foram pesadas para obter o peso da serragem com extrativos.

Logo foram adicionadas três amostras de duas gramas de serragem com granulometria 40-60 mesh em cartuchos de papel filtro. Os mesmos foram tampados com algodão e submetidos separadamente à extração com ácool etílico, etanol: touleno (1: 2, v v $^{-1}$) em aparelho do tipo Soxhlet por 6 horas. Em cada balão foram adicionados 200 mL de solução.

Após a extração, a amostra foi transferida do cartucho para o papel filtro e lavada com 300 mL de água destilada quente, retirando o excesso com o auxílio de uma bomba de vácuo. Em seguida, a amostra foi adicionada em um béquer com 400 mL de água destilada quente, onde permaneceu em banho-maria à 100ºC por uma 1 hora.

Passado esse período, a amostra foi filtrada por sucção, em papel filtro e novamente lavada com água destilada quente. Logo foi seca ao ar, transferida para o béquer previamente pesado e levadaà estufa,a 105ºC, por 24 horas para obtenção do peso seco da amostra livre de extrativos.

De posse do peso seco da amostra livre de extrativos e da amostra antes da extração, foi calculado o teos de extrativos para cada espécie estudada,de acordo com aEquação2:

$$\text{T.e.t \%} : \frac{\text{P.a.s 1} - \text{P.a.s 2}}{\text{P.a.s1}} \times 100 \qquad \text{(Eq. 02)}$$

Onde:
T.e.t % = Teor de extrativos totais
P.a.s 1 = Peso absolutamente seco antes da secagem em estufa
P.a.s 2 = peso absolutamente seco depois da secagem em estufa

2.2.Porcentagem de lignina

A quantificação da lignina realizada segundo a norma TAPPI (T 222 om-98). Para isso, foi adicionadouma grama de serragem livre de extrativos e absolutamente seca em um béquer de 400 mL. Logo foram adicionados 15 mL de ácido sulfurico e com o auxílio de um bastão de vidro, a mistura foi homogeneizada. Durante 2 horas o material permaneceu em banho-maria a 20ºC.

Em seguida, a mistura (serragem + ácido), foi transferida para um béquer com 560 mL de água destilada, onde permaneceu fervendo por 4 horas na chapa de aquecimento.

A amostra foi filtrada em filtro de porcelana com papel-filtro e lavada com 500 mL de água destilada quente, para isso contou-se com o auxílio da bomba de vácuo. Ao final da lavagem a amostra foi seca em estufa à 105ºC até atingir peso constante.

A quantificação de lignina foi realizada conforme a Equação 3:

$$\%L = \frac{P1}{P2} \times 100 \qquad \text{(Eq. 03)}$$

Onde:

%L = percentagem de lignina residual
P1 = peso do resíduo em gramas
P2 = peso inicial em gramas da amostra seca

3. Resultados e Discussão

Ao comparar os resultados, observou-se que a espécie com maior teor de extrativos e lignina foi a *P. rigida* e, na madeira de *M. azedarach* foram encontradas a menor porcentagem para as duas variáveis em questão. Lorenzi (2002), afirma que a madeira de *P. rigida* é considerada compacta, bastante dura e pesada (0,85 g/cm³), enquanto que a madeira de *C. americana* é moderadamente pesada (0,78 g/cm³). Já a *M. azedarach* é bastante leve (0,44 g/cm³) quando comparada com as outras duas espécies em estudo.

Na Tabela 1 encontra-se a porcentagem de extrativos totais e lignina das três madeiras estudadas.

Tabela 1.Média percentual do teor de extrativos e lignina nas diferentes madeiras estudadas

	P. rígida	*C. americana*	*M. azedarach*
Extrativos	15%	10,88%	2,30%
Lignina	26,16%	24%	22,67%

Em relação ao teor de lignina, observa-se, para a madeira de*M. azedarach*, valor compatível com encontrado por Trianoski (2010) em seu estudo sobre cinamomo. Em seu trabalho, o referido autor atesta que a constituição desta espécie florestal conta com 22,64% de lignina. Já, para a madeira de*C. americana* e *P. rigida*, os teores de lignina observados foram mais elevados, com valores de 24% e 26,16 %, respectivamente.Mori et al. (2004), ao determinarem a composição química de *P. rigida*, obtiveram semelhantes valores percentuais de lignina de 24,31 % e de extrativos 15%.

O teor de extrativos na madeira de *P. rigida* foi de 15%, enquanto que na madeira de *C. americana* foi de 10% e 2,30% em*M. azedarach*. Houve diferença significativa no teor de extrativos entre as três espécies estudadas.

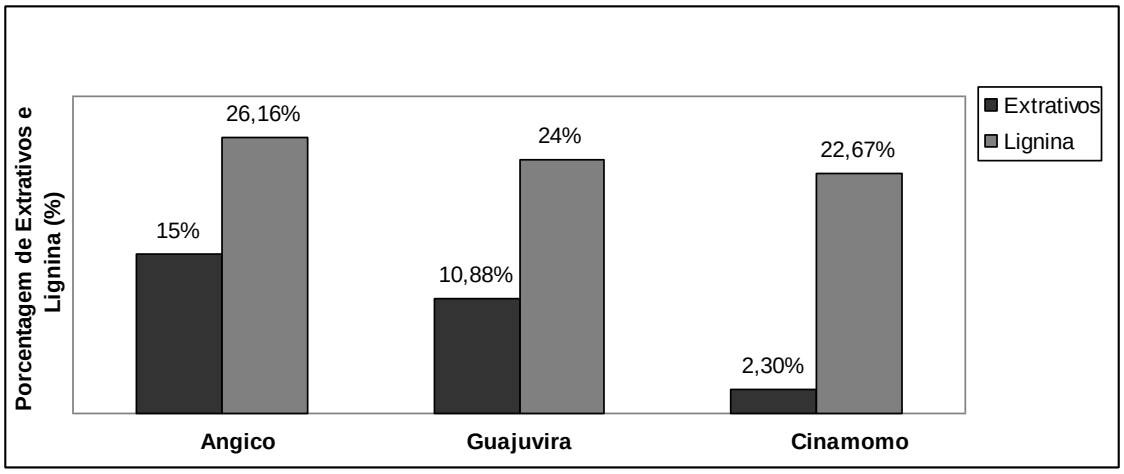


Figura 1. Quantificação da porcentagem de extrativos e lignina.

Os extrativos são responsáveis pela cor da madeira, sendo assim quanto maior o teor de extrativos mais intensa é sua coloração. Conforme Moreschi (2012), madeiras mais leves e

macias são, de forma geral mais claras que madeiras mais duras e pesadas. Foi possível afirmar que a madeira de Cinamomo (mais clara e leve) apresentou menor teor de extrativos quando comparada com a de Angico e Guajuvira que são mais densas e escuras.

4. Conclusão

Embora poucos estudos tenham sido realizados sobre a composição química das espécies estudadas, foi possível observar na literatura valores percentuais de teor de extrativos e lignina similares aos encontrados no presente trabalho.Isto possibilita afirmar que os resultados obtidos por meio do método de extração e quantificação foram satisfatórios. Sendo assim, este estudo contribuiu para a caracterização da estrutura química das madeiras em estudo.

Referências Bibliográficas

CARVALHO, W. ; CANILHA, L. ; FERRAZ, A. L. ; MILAGRES, A. M. F.. Uma visão sobre a estrutura, composição e biodegradação da madeira. **Química Nova**, v. 32, p. 2191 - 2195, 2009.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. São Paulo. Ed. Plantarum, 2002 .v.1.

MORAIS. S. A. L; NASCIMENTO. E. A; MELO. D. C. Análise da Madeira de *Pinus oocarpa* PARTE II-Caracterização Estrutural da Lignina de Madeira Moída**.R. Árvore**,
Viçosa, v.29, p.471-478, 2005.

MORI, C. L. S. O. *et al*. Influência das características tecnológicas na cor da madeira de eucaliptos. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 123-132 , 2004.

MORESCHI, J. C. **Propriedades da Madeira.** Curitiba: UFPR, 2012, 4p.

PASTORE, T. C .M**. Estudos do efeito da radiação ultravioleta em madeiras por espectroscopia RAMAN (FT-RAMAN) de refletância difusa no infravermelho (DRIFT) e no visível(CIE-L*a*b*).**117f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

TAPPI. **TAPPI Test Methods**. T 200 – T1210, 1994-1995.

TREVISAN, H**. Degradação Natural de Toras e sua Influência nas Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira de Cinco Espécies Florestais.** 21f. Dissertação (Mestre em Ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

TRIANOSK, R**. Avaliação do Potencial de espécies florestais alternativas, de rápido crescimento, para produção de painéis de madeira aglomerada**. 2010, 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2010.

Reciclagem de poliestireno para fabricação de painéis WPC

Polystyrene recycling for manufacture of WPC panels

Bibiana Argenta Vidrano[1]
Clovis Roberto Haselein[2]
Vanessa Silva Moreira[3]

[1] Aluna do PPGEF da Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, 1000, Camobi, Santa Maria – RS, bibianaargenta@gmail.com

[2] Professor da Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, 1000, Camobi, Santa Maria – RS, clovis.haselein@ufsm.br

[3] Aluna de pós-graduação da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), R. Simeão Varella de Sá, Guarapuava, PR, vanessaeng.ftal@gmail.com

Resumo: Atualmente existe uma tendência mundial de valorizar materiais que, além de baixo custo, possam ser ambientalmente corretos. Esta última condição refere-se aos aspectos renováveis, biodegradáveis e recicláveis que possam ser apresentados pelo material. A produção de novos materiais, como os painéis madeira-plástico (WPC), sigla referente ao nome em inglês Wood PlasticComposite, com a reciclagem de resíduos é uma tendência do mercado que visa ao mesmo tempo obter produtos ambientalmente e ecologicamente corretos e reduzir os custos de produção. O objetivo desse trabalho foi avaliar a possibilidade de se produzir compósitos madeira-plástico (WPC) reusando copos plásticos de poliestireno (PS) com madeira de Pinus. As proporções entre as partículas de poliestireno e partículas de madeira empregadas foram de 75/25, 60/40, 50/50 e 40/60%, respectivamente.O desempenho dos painéis foi avaliado através da determinação da absorção de água e inchamento em espessura após 24 horas de imersão em água e propriedades de flexão estática. O uso do poliestireno tende a aumentar a estabilidade dimensional dos painéis, diminuindo os valores de absorção d'água e inchamento em espessura; porém, diminuiu outras propriedades mecânicascomo o módulo de ruptura (MOR) e o módulo de elasticidade (MOE). Analisando os resultados de maneira geral pode-se concluir que é possível o reuso de poliestireno na confecção de compósitos de madeira-plástico, com características aceitáveis comercialmente.
Palavras-chaves: termoplásticos; Wood PlasticComposite; propriedades físico-mecânicas; madeira-plástico.

Abstract: Nowadays, there is a worldwide tendency to value materials that,in addition to low cost, can be environmentally correct. This last condition refers to renewable, biodegradable and recyclable aspects that can be presented by the material. The production of new materials, such as wood-plastic panels (WPC), Wood Plastic Composite, with the recycling of waste is a market trend which aims at the same time achieve environmentally and ecologically correct products and reduce production costs. The aim of this study was to evaluate the possibility of producing wood plastic composites (WPC) reusing of polystyrene (PS)plastic cups with Pinus wood.The proportions of the polystyrene particles and wood particles employed were 75/25, 60/40, 50/50 and 40/60%.The performance of the panels was evaluated by determining the absorption and thickness swelling after 24 hours of water immersion, and bending. The addition of polystyrene tends to increase the dimensional stability of the panels, reducing water absorption and thickness swelling values thereofvalues. However, decreased others properties such as rupture (MOR) and modulus of elasticity (MOE). Polystyrene reuse in the manufacture of composite wood-plastic was possible.
*Key wo*rds: thermoplastic; Wood Plastic Composite; physical and mechanical properties;wood-plastic.

1.Introdução

Figueiredo e Deorsolab (2011) citam que a questão da logística de reprocessamento de resíduos tem sido um problema constante nas diferentes pautas ligadas à gestão de saúde, segurança e ao meio ambiente dos estados e municípios da nossa federação. Ainda os autores dizem que o principal problema encontrado é a baixa conscientização dos diferentes atores envolvidos. A sociedade, de forma geral, tem grande dificuldade em conscientizar-se da

efetivanecessidade da separação dos diferentes tipos de resíduos, e as autoridades não disponibilizam recursos para uma implantação de coleta seletiva.

Por este motivo temos que urgentemente encontrar novas formas de descarte, reuso e reciclagem dos nossos resíduos sólidos.Sabemos que o ser humanosempre produziu lixo, desde a Pré-História até os dias atuais, mas a diferença está no tipo e naquantidade que é gerada. Se antes produzia-se restos de alimentos e outros materiais que a naturezaabsorvia com facilidade, hoje tem-se materiais como o plástico e outroscontaminadores do solo que levam anos para efetuar sua decomposição.

A produção de novos materiais, como os painéis madeira-plástico ou *woodplasticcomposite* (WPC), com o reuso de resíduos é uma tendência do mercado que visa ao mesmo tempo obter produtos ambientalmente e ecologicamente corretos e reduzir os custos de produção. Essas exigências legais e do mercado tem obrigado as empresas a adotarem posturas ecologicamente mais preservacionistas, provocando mudanças rápidas no foco das estratégias modernas (ANDRIGUETTO, DALLABRIBA e CARNEIRO, 2011).

Segundo Lilge (2009) em uma época em que a preocupação com o ambiente é cada vez maior, a madeira se torna um material cada vez mais requisitado por ser um recurso natural renovável, de versátil utilização e baixo consumo energético em sua produção.

A produção de painéis madeira-plástico, utilizando em sua composição plástico reciclado, vem se mostrando uma boa alternativa para o setor de produtos florestais, pois gera um material que possui qualidades distintas de um painel convencional e ao mesmo tempo incentiva a reutilização do plástico que é considerado um dos maiores vilões do meio ambiente, pois não é biodegradável.

O mercado de madeira-plástico de acordo com Rezende, Kameoke e Oliveira (2009) está voltado para a construção civil, indústria automobilística, aplicações estruturais, construção de decks, estruturas expostas externamente, entre outros, usos estes que se mantêm até os dias de hoje. Conforme os mesmos autores, a utilização destes painéis continua sendo mais expressiva nos Estados Unidos e na Europa. Com a entrada recente dos painéis madeira-plástico no mercado brasileiro, o emprego deste produto ainda é pouco significativo quando comparado a painéis convencionais, no entanto é crescente o interesse e o número de pesquisas voltadas para este mercado.

A utilização de resíduos na produção de painéis de madeira tem sido objeto de pesquisa entre diversos autores, por seres ecologicamente aceitáveis, e a preocupação com o meio ambiente é uma das maiores discussões do último século. Os estudos de novos produtos sustentáveis, como os produzidos através da reciclagem, são de total interesse das empresas, onde estas utilizam o marketing ambiental para informar ao público que a organização é uma empresa ecologicamente correta.

O presente estudo tem como objetivo confeccionar e caracterizar painéis de madeira-plástico produzidos através da utilização de copos plásticos reciclados de poliestireno (PS) combinados com madeira de pinus (*Pinus elliottii*Engelm.) e testar suaspropriedades físico-mecânicas.

2.Materiais e Métodos

A madeira de *Pinus elliottii* foi retirada de um povoamento uniforme localizado na Universidade Federal de Santa Maria (29°43’04’’S e 53°43’35’’W). Após a madeira foi processada em tábuas com aproximadamente 5 cm de espessura, que após foram divididas em pequenos pedaços com dimensão aproximada de 5x5x15 cm, para que fosse saturada em água e posteriormente processada em flocos no flaker. Os flocos foram colocados em um local limpo e arejado para secarem e, quando secos, os flocos foram transformados em partículas utilizando o moinho de martelos. As partículas foram peneiradas em uma peneira

com malha de 5mm e após selecionadas, as maiores e as muito finas foram eliminadas para melhor homogeneizar o painel.

Para a confecção das partículas de poliestireno, foi utilizado o moinho de martelos. Porém, o material processado tinha a espessura próxima das partículas de madeira, mas o comprimento era maior. Para melhor uniformizar as partículas, estas foram repicadas com uma tesoura, ficando com as dimensões semelhantes às partículas de madeira (Figura 1).

Figura 1. Partículas de poliestireno e madeira, após o processamento do material.
Figure 1. Polystyrene particles and wood after processing of material.

Antes da produção dos compósitos madeira-plástico, as partículas de madeira passaram por um período de 24 horas para a secagem em estufa à 65 °C, até que atingissem um teor de umidade 3% aproximadamente. Após este período as partículas de madeira, poliestireno e o agente de acoplamento anidrido maleico eram pesados em balança digital e o colchão foi formado em camadas, sendo quatro camadas de poliestireno, três de madeira e seis do agente de acoplamento anidrido maleico, intercalando-as.

As camadas eram arranjadas dentro de uma caixa formadora,com dimensão de 40x40x20 cm de largura, comprimento e profundidade respectivamente. Após formar o colchão, entre duas placas de alumínio, foramcolocados nas laterais do colchão dois limitadores para determinar a espessura final do painel. Com isso o colchão estava pronto para a prensa hidráulica, onde o tempo de prensagem era de 15 minutos, a pressão na chapa foi de 30 Kgf/cm², e a temperatura utilizada foi de 110 ºC, equivalente a temperatura de fusão do poliestireno encontrada na literatura.Após a abertura da prensa hidráulica o painel era retirado com cuidado e colocado em uma prensa a frio para que o mesmo não empenasse.

Quando o painel era retirado da prensa a frio, aproximadamente 24 horas, podia-se confeccionar os corpos de prova. Os corpos de prova foram cortados conforme o molde da figura 2 A, seguindo as normas ASTM D1037. Podemos ver como alguns corpos de prova ficaram após o corte (Figura 2B).

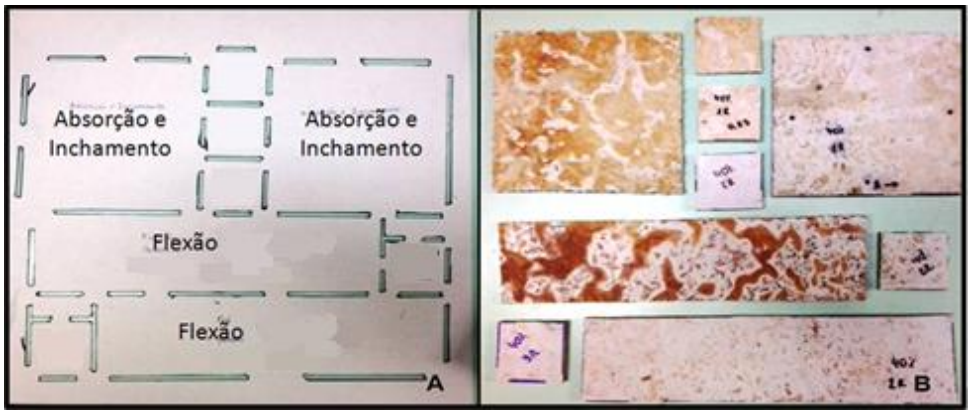


Figura 2. Esquema dos corpos de prova. Modelo de papel (A), e após cortados (B).
Figure 2. Layout of the test samples. Paper model (A) and after cut (B).

.2.1. Absorção e inchamento

Para os testes de absorção e inchamento os corpos de prova foram submersos em água por um período de 24 horas. Para o teste de absorção a percentagem de água absorvida era medida em balança digital e para o teste de inchamento a percentagem de inchamento do painel foi medida com paquímetro digital em quatro pontos marcados em cada corpo-de-prova. Estes dados foram utilizados para o cálculo da absorção d'água e inchamento em espessura (Equações 1 e 2).

$$\boldsymbol{A = \frac{Pf - Pi}{Pi} * 100} \tag{1}$$

Onde: A = absorção d'água (%); Pf = peso médio final (g); Pi = peso médio inicial (g).

$$\boldsymbol{I = \frac{Ef - Ei}{Ei} * 100} \tag{2}$$

Onde: I = inchamento em espessura (%); Ef = espessura média final (cm); Ei = espessura média inicial (cm).

2.2. Flexão estática

O teste de flexão estática foi realizado em máquina universal de ensaio do LPF-UFSM. Para obtenção dos valores de módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR), os corpos de prova foram dimensionados com 30x7,5x0,95 cm.

O vão entre apoios foi de 24 vezes a espessura (22,8 cm), e a velocidade de aplicação da carga foi de 5 mm/minuto, conforme exigência da norma ASTM D 1037(1999).

Para analisar os valores encontrados nos testes realizou-se uma análise de regressão linear. Para definir o modelo de cada teste realizado testamos a regressão linear múltipla, onde foram testadas como variáveis independentes a massa específica (ME) e a percentagem de poliestireno (PS), encontrando assim uma função matemática que pode descrever a relação entre as variáveis dependentes, os testes físico-mecânicos e as variáveis independentes ME e/ou PS.

Após realizar um estudo das variáveis independentes pelo método de "stepwise" os modelos foram selecionados observando o nível de significância de cada variável, tomando como nível de tolerância 5%.

A seleção do melhor modelo de regressão foi baseada nas seguintes estatísticas: coeficiente de determinação ajustado (R2), erro-padrão da estimativa (Syx) e valor de F.

3. Resultados e Discussão

3.1. Absorção e inchamento

Tabela 1. Médias para absorção e inchamento após 24 horas submersos em água.
Table 1. Means for absorption and swelling after 24 hours submerged in water.

Tratamento	Inchamento (%)	Absorção (%)
1	1,4738	2,2340
2	2,5308	5,5992
3	5,2741	7,5824
4	6,1532	7,6610

Tratamentos: 1 = 75% de poliestireno; 2 = 60% de poliestireno; 3 = 50 % poliestireno e 4 = 40% de poliestireno.

Para inchamento o valor máximo encontrado é de 6,15 % e a norma de comercialização americana ANSI 208.1(1987) considera aceitável o percentual de até 35% para o inchamento em espessura após 24 horas.

O tratamento 1 apresenta a menor percentagem de inchamento em água após 24 horas, de 1,47%, e o tratamento 4 apresentou uma maior percentagem de inchamento, de 6,15%. Sendo assim podemos afirmar que com o acréscimo de poliestireno proporcionaram um menor inchamento em 24 horas (Figura 3).

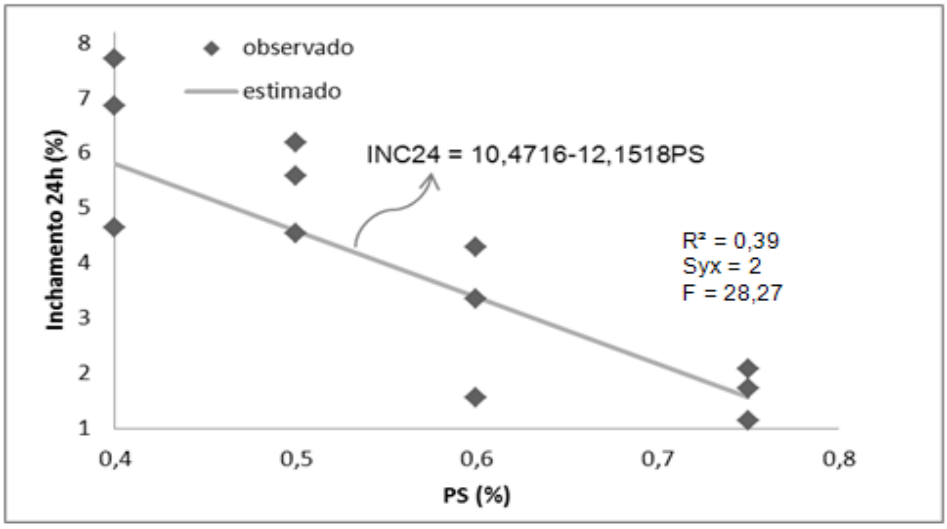


Figura 3. Inchamento após 24 horas em relação à porcentagem de poliestireno (PS).
Figure 3. Swelling after 24 hours in regarding the percentage of polystyrene (PS).

Já para os valores de absorção a tabela de propriedades físicas e mecânicas editada pelo Forest ProductsLaboratory (1987) especifica, para painéis de média massa específica, valores entre 5 e 50% para absorção de água após 24 horas, e a normade comercialização

canadense, CSA 0437 (1993) preconiza o valor máximo de 15% para a propriedade de absorção de água após 24 horas.. Assim, todos os tratamentos atenderam a estes requisitos.

As médias de absorção tem o seguinte comportamento, o tratamento 1, com 75% de poliestireno, apresenta a menor percentagem de absorção, o tratamento 4 teve a maior percentagem de 7,66%. Podemos observar que com o acréscimo de poliestireno obtivemos uma menor absorção de água (Figura 4).

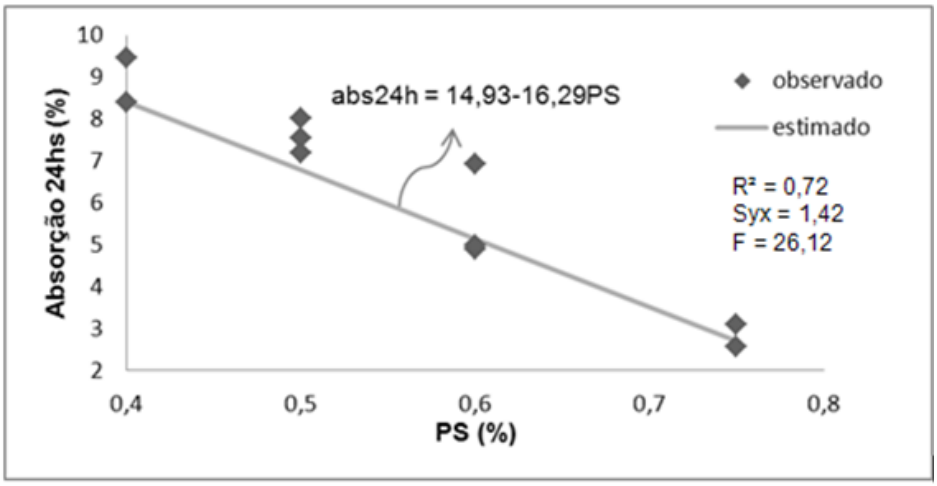


Figura 4. Absorção de água após 24 horas em relação à porcentagem de poliestireno (PS).
Figure 4. Water absorption after 24 hours in regarding the percentage of polystyrene (PS).

3.2. Flexão estática

A tabela 2 apresenta os valores médios de Módulo de elasticidade (MOE) e de Módulo de ruptura (MOR) para os tratamentos após realização do teste de flexão estática.

Tabela 2. Médias para módulo de elasticidade e módulo de ruptura.
Table 2. Means for modulus of elasticity and modulus of rupture.

Tratamento	MOE (kgf/cm²)	MOR (kgf/cm²)
1	13561,52	114,70
2	13200,49	135,99
3	18227,69	145,56
4	20911,13	172,23

Tratamentos: 1 = 75% de poliestireno; 2 = 60% de poliestireno; 3 = 50 % poliestireno e 4 = 40% de poliestireno.

A norma americana de comercialização ANSI A 208.1 para chapas de média densidade (0,64 a 0,80 g/cm³) e alta densidade (0,80 a 1,12 g/cm³) do tipo 1 admite como valores mínimos requeridos de MOE 17600 e 24480 kgf/cm2, respectivamente. E para valores de MOR a norma admite como valor mínimo requerido 112 e 168 kgf/cm², para média e alta densidade respectivamente. Porém nenhum tratamento atingiu o valor mínimo requerido para MOE e MOR.

Conforme apresentado na tabela, o tratamento 1, com 75% de poliestireno, apresenta o menor valor para o MOR, de 114,71 Kgf/cm².Para as médias de MOR, o tratamento 1,

também apresenta o menor valor para o MOE, de 13561,52 Kgf/cm², e o tratamento 4 teve o maior valor para MOE, de 20911,13 Kgf/cm².

Podemos observar que com o acréscimo de poliestireno diminuiu-se o valor de MOEe MOR, este comportamento pode estar ligado à massa específica (ME),que diminuiu conforme se aumentou a proporção de poliestireno (Figuras 5 e 6).

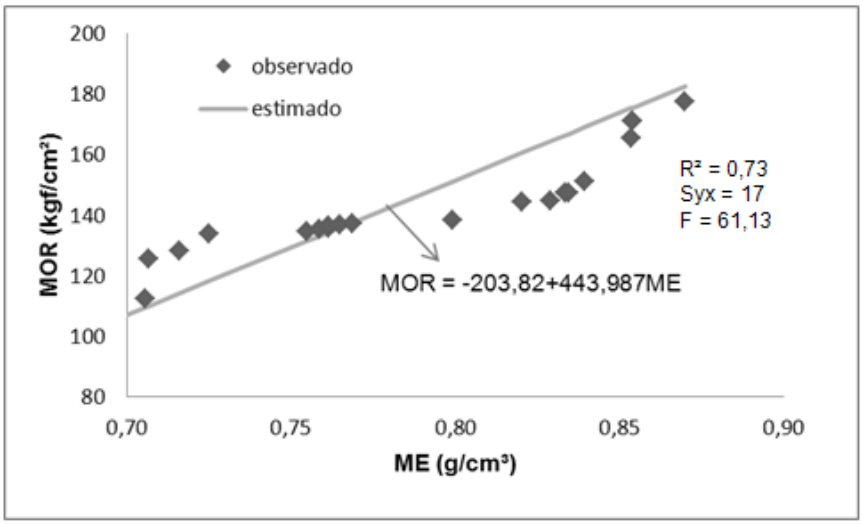


Figura 5. Módulo de Ruptura em relação à Massa Específica.
Figure 5. Modulus of rupture in regarding the density.

O gráfico demostra que conforme aumentamos a massa específica aumentamos o módulo de ruptura dos painéis, e como a massa específica está diretamente ligada à diminuição de porcentagem do poliestireno.

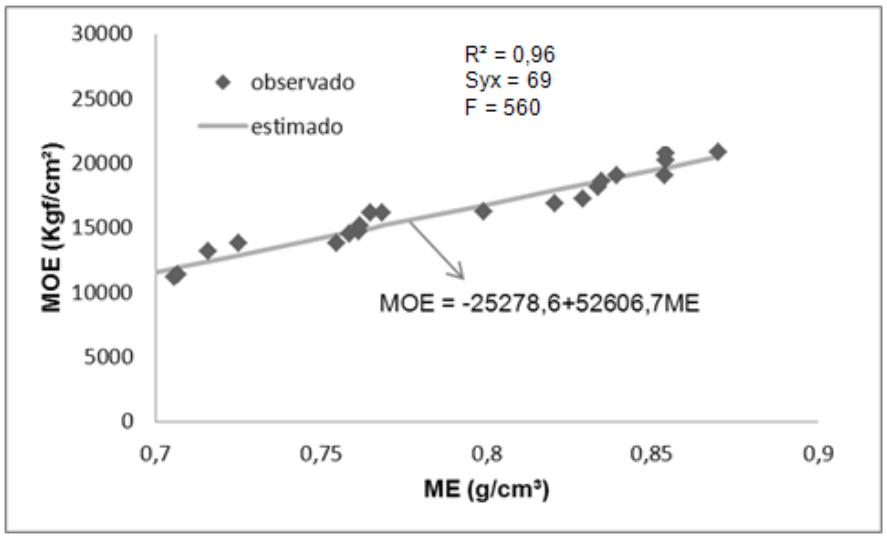


Figura 6. Módulo de Elasticidade em relação à Massa Específica.
Figure 6. Modulus of elasticity in regarding the density.

O aumento de MOE ocorreu proporcionalmente ao aumento da massa específica.Haselein et. al. (2002), Hillig et. al. (2008) e Albuquerque (2002) já haviam observado que um aumento na massa específica do painel resulta em um aumento no MOE.

4. Conclusões

Tendo em vista os resultados do presente trabalho, pode-se relatar as seguintes conclusões para os painéis com madeira de *Pinus elliottii* e poliestireno.

As propriedades físicas e mecânicas apresentaram comportamentos esperado, com o aumento do teor de poliestireno, as chapas apresentaram uma maior resistência a absorção d'água e inchamento em espessura. E para módulo de ruptura e módulo de elasticidade, apresentaram acréscimo proporcional ao aumento da massa específica.

Foi possível a confecção painéis madeira-plástico utilizando partículas de poliestireno, proveniente da reciclagem de copos plásticos e partículas de madeira de *Pinus elliottii*.

O poliestireno como termoplástico revelou ser uma alternativa de elevado potencial para a confecção de chapas WPC, podendo este ser utilizado comercialmente, como outros adesivos termoplásticos na fabricação destes painéis.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, C. E. C. de. **Interações de variáveis no ciclo de prensagem de aglomerados**. 2002. 150 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)-Universidade Federal de Paraná, Curitiba, 2002.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE – ANSI-A-208.1-87. **Mat-formed wood particleboard**. New York, 1987.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard methods of evaluating properties of wood-base fiber and particle materials.**In: Annual Book of ASTM Standards, ASTM D-1037. Philadelphia, 1999.

ANDRIGUETTO, F. D.; DALLABRIBA, L.; CARNEIRO, R. J. Análise dos vetores da responsabilidade social d central de triagem de resíduos da indústria de calçadista de Três Coroas-RS – Estudo de caso. In Simposio de Administração da Produção, Logistica e Operação Internacionais, **Anais eletrônicos...**São Paulo, UGV-EAeSP, 2011.

CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION - CSA 0437/93: **OSB and waferboard**. Ontario, Canada, 1993. 18p.

FIGUEIREDO, M. A. G.; DEORSOLAB, A. C. A questão da responsabilidade socioambiental na reciclagem de plástico no Rio de Janeiro. **Produção**, v. 21, n. 1, p. 190-195, jan./mar. 2011.

FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook: wood as an engineering material**. Washington: USDA/FS, 1987. 466p. (AgricultureHandbook, 72).

HASELEIN, C. R.; CALEGARI, L.; BARROS, M. V.; HACK, C.; HILLIG, É.; PAULESKI, D. T.; POZZERA, F. Resistência mecânica e a umidade de painéis aglomerados com partículas de madeira de diferentes dimensões. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 127-134, dez. 2002.

HILLIG, E.; IWAKIRI, S.; ANDRADE, M. Z.; ZATTERA, A. J. Caracterização de compósitos produzidos com polietileno de alta densidade (HDPE) e serragem da indústria moveleira. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 299-310, mar./abr. 2008.

LILGE, D. S. **Desempenho de duas espécies florestais em combinação com casca de arroz na fabricação de painéis cimento-madeira**. 2009. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

REZENDE, E.; KAMEOKA, F.; OLIVEIRA, J. A. **Wood PlasticComposites – WCP**. Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2009.

Avaliação das propriedades físicas de painéis aglomerados produzidos com a madeira de *Pinus patula* Schltdl. & Cham. e de *Pinus* spp.

Evaluation of physical properties of particleboard made from wood *Pinus patula* Schltdl. & Cham. and *Pinus* spp.

Camilla Gabriela Melo Ampessan [1]
Polliana D'Angelo Rios[2]
Helena Cristina Vieira[1]
Giuliano Ferreira Pereira[1]
Willian Grubert[1]
Alexsandro Bayestorff da Cunha[2]
Daniella Del Castanhel Kniess [1]

[1] Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC - Lages (SC). Mestrando em Engenharia Florestal
camillaampessan@hotmail.com, lenacristin@hotmail.com, giuliano.giiu@gmail.com, w.grubert@live.com,a2abc@cav.udesc,danikniess@hotmail.com

[2] Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC - Lages (SC). Professor titular
polliana.rios@udesc.br, alexsandro.cunha@udesc.br

Resumo: Neste trabalho objetivou-se avaliar as propriedades físicas de painéis aglomerados produzidos com a madeira de *Pinus patula* Schltdl. & Cham e de *Pinus* spp. Foram utilizados oito tratamentos, sendo quatro compostos por *Pinus patula* e quatro de *Pinus* spp.utilizando como adesivo a ureia formaldeído, nas proporções 6, 8, 10 e 12% para cada espécie. Os painéis foram produzidos com densidade nominal de 0,65 g/cm³, dimensões de 40 x 40 x 1,6 cm (largura, comprimento e espessura), ciclo de prensagem com pressão de 40 kgf/cm², temperatura de 180ºC e 8 minutos de duração. As propriedades físicas analisadas nos painéis aglomerados foram: densidade do painel, absorção de água (AA) após 2 e 24 horas e inchamento em espessura (IE) após 2 e 24 horas. Ao avaliar os resultados dos testes físicos dos painéis produzidos, pode-se concluir que a madeira de *Pinuspatula*apresentou potencial como espécie alternativa para produção de painéis de madeira aglomerada, tendo em vista que os valores obtidos no estudo foram em grande parte melhores aos de *Pinus* spp. (Industrial) e semelhantes aos encontrados na literatura.
*Palavras-chave:*Painéis de madeira, ureia formaldeído, teor de adesivo, espécie não-convencional.

Abstract: This work aimed to evaluate the physical properties of particle boards made from the wood of *Pinus patula* Schltdl. & Cham and *Pinus* spp. Eight treatments were used, four composed of *Pinus patula* and four *Pinus* spp. using urea formaldehyde adhesive in the proportions 6, 8, 10 and 12% for all species. The panels were produced with nominal density of 0.65 g/cm³, dimensions 40 x 40 x 1,6 cm (width, length and thickness), pressing cycle with pressure of 40 kgf /cm², 180°C temperature and 8 minutes duration. The physical properties of the particle boards were examined: Panel density, water absorption (AA) after 2 and 24 hours and thickness swelling (IE) after 2 and 24 hours. When evaluating the results of physical testing of panels produced, it can be concluded that wood *Pinus patula* has potential as an alternative species to produce chipboard panels, considering that the values obtained in the study were in large part to the top *Pinus* spp. (Industrial) and similar to those found in the literature.
*Keywords:*Wood paneling, urea formaldehyde, resin content, species unconventional

1. Introdução

O aglomerado é um tipo de painel de madeira produzido com pequenas partículas aglutinadas utilizando adesivos e consolidadas com o emprego de calor e pressão (MATTOS et al., 2008). Em decorrência de seus fatores de produção esse tipo de painel de madeira apresenta algumas vantagens em relação a madeira serrada e painéis compensados, como menor custo de produção, eliminação de efeitos de anisotropia da madeira, possibilidade de

adequação das propriedades físico-mecânicas do painel através do controle das variáveis do processo, entre outras (IWAKIRI et al., 2005a).

Uma das variáveis de maior importância no processo de confecção de painéis de madeira aglomerada é o adesivo, chegando a representar 50% do custo total de produção. Atualmente o adesivo mais utilizado para a produção de painéis de madeira aglomerada é a ureia formaldeído (CARNEIRO, et al. 2004). Por ser o componente de maior custo, a definição da quantidade de adesivo a ser utilizada torna-se bastante relevante, no sentido de se buscar uma otimização na relação custo-benefício (MENDES et al., 2012).

Outra variável de suma importância para a produção de painéis de madeira aglomerada é a espécie, uma vez que interfere significativamente na qualidade do mesmo. Em geral madeiras de baixa densidade são mais adequadas, pois aumentam a razão de compactação e desse modo concedem melhores características mecânicas aos painéis produzidos (IWAKIRI et al., 2002).

Por apresentarem baixa densidade e crescimento rápido, as árvores mais utilizadas no Brasil para a confecção de painéis de madeira aglomerada são as do gênero *Pinus* (IWAKIRI et al., 2000), umaespécie desse gênero ainda pouco estudada e que se pressupõe apresentar grande potencial para a fabricação de painéis de madeira aglomerada é o *Pinus patula.* A espécie tem apresentado crescimento satisfatório em povoamentos industriais ao longo dos trópicos e sub-trópicos, com destaque para a África do Sul onde é a conífera mais cultivada no país (DAFF, 2010).

No Brasil o melhor desenvolvimento do *Pinus patula* ocorre em regiões de altitude elevada como no Oeste catarinense, Sudoeste do Paraná e Nordeste do Rio Grande do Sul, nessas regiões apresenta produtividade de madeira maior que a do *Pinus taeda* (SHIMIZU, 2005). Contudo, estudos relacionados à utilização espécie para produção de painéis de madeira aglomerada ainda são raros.

Em decorrência desses fatores, fica evidente a relevância de estudos que avaliem diferentes parâmetros envolvidos na produção de painéis de madeira aglomerada, como matérias-primas e sua correlação com as propriedades dos painéis. Concomitantemente, esses estudos podem incentivar a utilização de novas alternativas e processos no meio industrial.

O presente estudo tem como objetivo avaliar as propriedades físicas de painéis aglomerados produzidos com a madeira de *Pinus patula* Schltdl. & Cham. e de *Pinus* spp., além de avaliar o efeito da utilização de diferentes teores do adesivo ureia formaldeído sobre as propriedades dos painéis.

2. Metodologia de Trabalho

O estudo do potencial da madeira de *Pinus patula* para produção dos painéis foi realizado por meio da avaliação das propriedades físicas e mecânicas de painéis produzidos com partículas de *Pinus patula* e de *Pinus* spp. comumente utilizadas na indústria do setor.

As árvores de *Pinus patula* foram retiradas de um povoamento localizado Município de Campo Belo do Sul, no Estado de Santa Catarina (Latitude 27° 53′ 55″ Sul e Longitude 50° 45′ 26″ Oeste). Os indivíduos foram seccionados em toras de 1,5 metros até a altura comercial. As toras foram reduzidas em cavacos por meio de um picador industrial. Posteriormente os cavacos foram moídos em moinho de facas do tipo Willey para a obtenção das particulas. Por sua vez a madeira do *Pinus* spp. foi fornecida por uma empresa da região do Planalto Catarinense, na forma de partículas.

2.1 Confecção dos painéis

Primeiramente as partículas foram secas em estufa a 60°C até atingirem valores de 4% (± 2%) de umidade. O grau de umidade das partículas foi determinado por meio de uma termobalança de infravermelho (modelo M0C63u da marca Shimadzu). Com as partículas secas iniciou-se a produção dos painéis, os mesmos com dimensões de 40 x 40 x 1,6 cm (largura, comprimento e espessura).

A produção dos painéis foi realizada no Laboratório de Tecnologia da Madeira do Departamento de Engenharia Florestal, na Universidade do Estado de Santa Catarina.O adesivo utilizado foi o ureia formaldeído, com teor de sólidos de 69%. Para a aspersão do adesivo na encoladeira do tipo tambor giratório, foram utilizados copo graduado e uma pistola a ar comprimido.

Para a prensagem foram utilizadas duas etapas distintas, na primeira com o objetivo e acomodar as partículas, o material foi submetido a pressão de 5 kgf/cm² durante 5 minutos, em prensa hidráulica manual. A segunda etapa foi realizada em uma prensa hidráulica automática do modelo MA 098. A prensagem ocorreu com temperatura de 180ºC, com pressão de 40 kgf/cm² e tempo de 8 minutos.

Posteriormente a prensagem, os painéis foram climatizados, de acordo com a norma da ABNT NBR 14660 (2004), com temperatura de 20 ± 2ºC e umidade relativa de 65 ± 5%.

2.2 Testes físicos

Para os testes físicos, as dimensões dos corpos de prova e as normas utilizadas estão representados na Tabela 1.

Tabela 1. Normas utilizadas para os testes físicos e mecânicos.
Table 1. Standards used for physical and mechanical tests.

Propriedade avaliada	Norma	Dimensões dos corpos de prova
Densidade	ASTM 1037 (1995)	5 x 5 cm
Absorção de água 2 e 24 horas		15 x 15 cm
Inchamento em espessura 2 e 24 horas		

2.3 Análise Estatística

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), constituído por 8 tratamentos, com 3 repetições (Tabela 2), sendo confeccionados 24 painéis.

Tabela 2. Delineamento experimental utilizado para a produção dos painéis.
Table 2. Experimental outlineused for the production of the panels.

Tratamentos	Porcentagem de adesivo (%)	Espécie
T1	6	*Pinus patula*
T2	8	*Pinus patula*
T3	10	*Pinus patula*
T4	12	*Pinus patula*
T5	6	*Pinus* spp.
T6	8	*Pinus* spp.
T7	10	*Pinus* spp.
T8	12	*Pinus* spp.

Foi realizada uma análise estatística em todos os conjuntos de dados do experimento, em arranjo fatorial 2x4 com fatores qualitativos (diferentes espécies) e quantitativos (diferentes teores de adesivo).

Posteriormente foram realizados os testes Shapiro-Wilk (1965) e Bartlett (1937), com o intuito de verificar respectivamente a normalidade e homogeneidade dos dados. Em decorrência da falta de homogeneidade e normalidade dos dados de Inchamento em espessura, foi necessária a transformação matemática do tipo Box-Cox para a variável.

Em seguida foi realizada a análise da variância, nos casos em que não houve interação para os fatores qualitativos foi realizado o teste de médias de Scott-Knott (1974) nos casos em que constatou-se interação foi realizada a análise de regressão. A análise foi realizada, utilizando o *softwareSisvar 5.3 Build 77* desenvolvido por Ferreira (2011) e a plataforma *Action* do programa *Excel*.

3. Resultados e Discussão

3.1 Densidade aparente

A densidade aparente foi calculada em painéis com teores de umidade variando entre 11,29 % e 11,33 %. Para a variável espécie, não houve diferença estatística para os valores de densidade aparente, contudo os valores mostraram-se inferiores ao desejado que era de 650 kg/m³ (Tabela 3), fato que em partes se explica pelo deslizamento das partículas durante a etapa de prensagem, semelhante ao relatado por Iwakiri et al. (2005b) em seus estudos.

Tabela 3. Valores médios de densidade aparente para os diferentes materiais.
Table 3. Mean values of apparent density for different materials.

Material	Densidade			
	Médias (kg/m³)	CV (%)	Médias (%)	CV (%)
Pinus patula	564 a	4,91	1,764 a	1,90
Pinus spp. (industrial)	566 a	7,57	1,599 b	1,95

Onde CV: coeficiente de variação.

Para a variável teor de adesivo, os resultados obtidos demonstraram que não houve influência do teor de adesivo na densidade aparente dos painéis produzidos (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios de densidade aparente para os diferentes teores de adesivos.
Table 4. Average values of apparent density to the different levels of adhesives.

Teor de adesivo (%)	Densidade	
	Médias (kg/m³)	CV (%)
6	547 a	3,70
8	572 a	5,57
10	572 a	2,96
12	568 a	3,32

Onde CV: coeficiente de variação.

3.2. Razão de compactação

Para a variável razão de compactação, as espécies estudadas diferiram estatisticamente entre si (Tabela 5). Os dados obtidos demostraram que o *Pinus* spp. (Industrial) apresentou valores ideais para essa variável (1,6), que de acordo com Maloney (1993) fica entre 1,3 e 1,6. Em contrapartida os painéis confeccionados com *Pinus patula* apresentaram valores um pouco superiores ao ideal (1,76). Segundo Maloney (1993) valores de razão de compactação

superiores a 1,6 ocasionam uma redução nas propriedades físicas e uma melhora nas propriedades mecânicas do painel. Esse fato, pode ser explicado pela geometria diferenciada das partículas entre as espécies, as mesmas oriundas da indústria, apresentavam-se com aspecto mais fino e alongado, o que provavelmente permitiu uma melhor acomodação das partículas.

Tabela 5. Valores de razão de compactação para as diferentes espécies.
Table 5. Ratio values of compressionto different species.

Material	Razão de Compactação	
	Médias (%)	CV (%)
Pinus patula	1,764 a	1,90
Pinus spp. (industrial)	1,599 b	1,95

Onde CV: coeficiente de variação.

Por sua vez a variável teor de adesivo não apresentou diferença estatística (Tabela 6), fato que indica que a quantidade de adesivo não interfere nessa variável.

Tabela 6. Valores de razão de compactação para os diferentes teores de adesivo.
Table 6. Ratio values of compression for different levels of adhesive.

Teor de adesivo (%)	Razão de Compactação	
	Médias (%)	CV (%)
6	1,630 a	3,70
8	1,707 a	5,57
10	1,703 a	2,96
12	1,687 a	3,32

Onde CV: coeficiente de variação.

3.3 Absorção de água em 2 e 24 horas

Os valores de absorção de água em 2 e 24 horas apresentaram diferença estatística entre as diferentes espécies e teores de resina, contudo não ocorreu interação entre as variáveis ($p>Fc = 0,0619$) Desse modo os resultados serão apresentados separadamente para as diferentes variáveis.

Para a variável espécie, o *Pinus patula* apresentou menores percentuais de absorção de água em comparação ao *Pinus* spp. (industrial) (Tabela 7).

Tabela 7. Valores de absorção de água para as diferentes espécies.
Table 7. Water absorption values for the different species.

Material	AA 2h (%)	CV (%)	AA 24 h (%)	CV (%)
Pinus patula	105,79 a	15,78	118,50 a	15,56
Pinus spp.(industrial)	113,31 b	12,94	127,06 b	11,96

Onde: CV= Coefieciente de variação; IE 2h= Inchamento em espessura em duas horas; IE 24h= Inchamento em espessura em 24 horas.

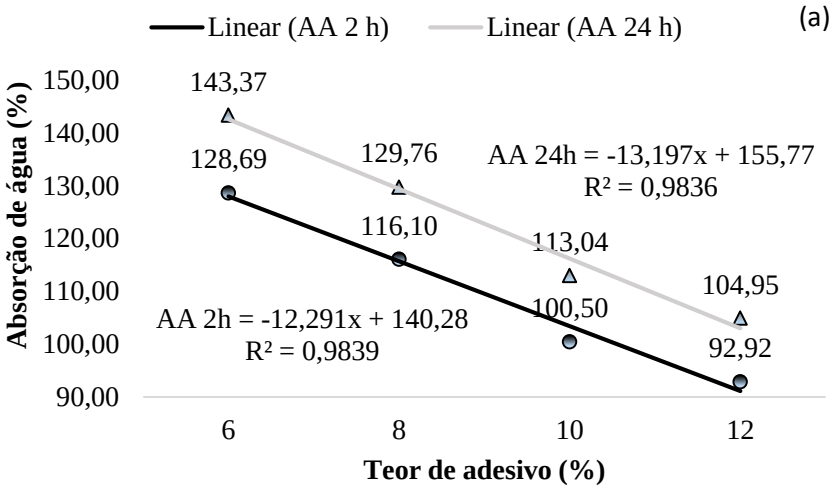
Os altos valores de absorção de água encontrados para os dois materiais, em parte são explicados pela baixa densidade da madeira das espécies utilizadas, fato que segundo Iwakiri

et al. (2005a) ocasiona uma maior liberação das tensões de compressão imposta durante a prensagem e por sua vez maiores taxas de absorção de água. Porém Brito (1995) ressalta que os valores de absorção de água podem ser influenciados por uma série de fatores, tais como densidade dos painéis, eficiência na aplicação da cola e condições de prensagem.

Um fator que contribuiu para os elevados valores encontrados foi a não adição de parafina, uma vez que sua adição em painéis de madeira aglomerada reduz drasticamente a higroscospicidade do material. Guimarães Júnior et al. (2013) constatou em seu estudo que a adição de 1% de parafina promove uma redução de aproximadamente 47% na absorção de água em 2 horas.

Outro fator, que pode influenciar os grandes percentuais de absorção de água encontrados no estudo foi a característica das partículas que apresentavam menor comprimento e maior espessura, o que resulta em uma maior proporção de partículas posicionadas verticalmente durante a formação do painel, de acordo Moslemi (1974), isso ocasiona maior instabilidade dimensional dos painéis.

Por sua vez, quando a variável analisada é a quantidade de adesivo, os dados demostraram que, com o aumento do teor de adesivo ocorreu uma redução dos valores médios de absorção de água (Figura 1a). Uma vez que as maiores médias de absorção de água foram encontradas nos tratamentos com 6% de adesivo ureia formaldeído e os menores valores foram encontrados nos tratamentos com 12% do adesivo ureia formaldeído.



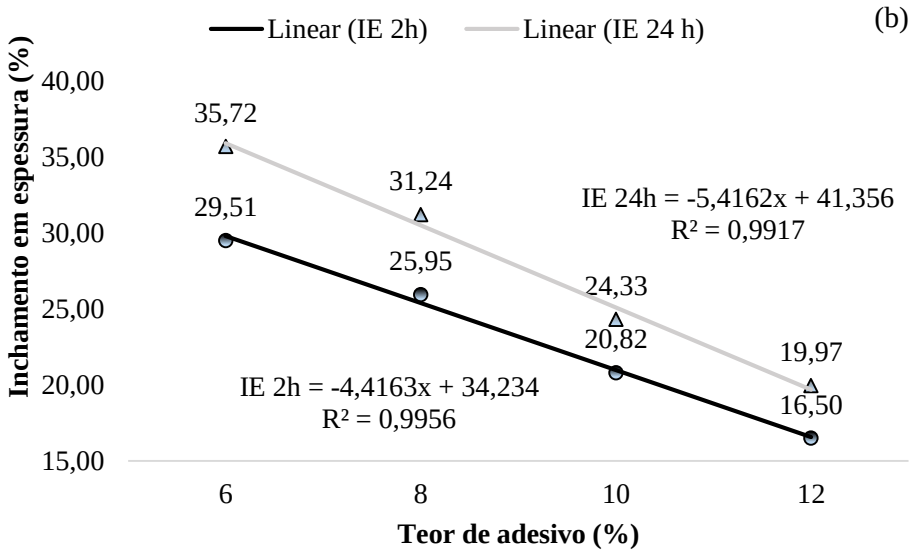


Figura 1. (a) Regressão linear para o ensaio de absorção de água. (b) Regressão linear para o ensaio de inchamento em espessura.
Figure 1 (a) Linear regression for water absorption test.(b)Linear regression for thickness swelling test

Segundo Albuquerque (2002) isso é explicado pelo fato de que, o aumento no teor de adesivo ocasiona uma consolidação mais efetiva das partículas, uma vez que há um volume superior de adesivo por partícula, condição que além de reduzir os espaços vazios, dificulta o contato da água com o material lenhoso.

Para o teste de inchamento em espessura em 2 horas as análises estatísticas não indicaram interação entre os fatores ($p>Fc = 0,4175$), contudo para a variável espécie ocorreu diferença estatística, onde as médias dos painéis produzidos com *Pinus patula* apresentaram-se estatisticamente superiores aos dos painéis produzidos com *Pinus* spp. (industrial), para o ensaio de inchamento em espessura em 24 horas a análise estatística não indicou diferença (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios de inchamento em espessura (IE) em 2 e 24 horas de imersão em água para os diferentes materiais.
Table 8. Mean values of swelling in thickness (ST) for 2 to 24 hours immersion in water for different materials.

Material	IE 2h (%)	CV (%)	IE 24 h (%)	CV (%)
Pinus patula	20,75 a	3,16	26,75 a	6,85
Pinus spp.(industrial)	20,64 b	3,46	28,84 a	6,28

Onde: CV= Coeficiente de variação; AA 2h= Absorção de água em 2 horas; AA 24h= Absorção de água em 24 horas.

Para os diferentes teores de ureia formaldeído, a análise de regressão explica que o ponto de máxima eficiência técnica para os dois ensaios se encontra com a aplicação de 12 % de adesivo e que os valores menos satisfatórios são encontrados com a aplicação de 6 % de adesivo (Figura 1b), indicando que o aumento nos teores de ureia formaldeído nos painéis resultam em uma redução no inchamento em espessura dos mesmos.

De acordo com a norma CS 236-66 (1968), com exceção dos painéis produzidos com *Pinus* spp. (Industrial) e com 6% de ureia formaldeído, os valores encontrados no estudo atenderam aos requisitos da norma que determina valor máximo de 35% para inchamento em espessura em 24 horas. Cabe salientar que os valores poderiam ser ainda menores caso fosse realizada a adição de parafina. Segundo Guimarães Júnior et al. (2013) a adição de 1% de parafina na produção de painéis de madeira aglomerada ocasiona uma redução de aproximadamente 10,9% no inchamento em espessura.

4. Conclusões

A madeira de *Pinus patula* apresentou potencial para produção de painéis de madeira aglomerada, tendo em vista que os valores obtidos para a espécie no estudo foram em grande parte superiores aos de *Pinus* spp. (Industrial) e semelhantes aos encontrados na literatura. Contudo para que os painéis produzidos atinjam as normas de qualidade são necessários ajustes no preparo dos mesmos, principalmente na densidade e nas características das partículas.

O aumento nos teores de adesivo ocasionou um incremento na qualidade dos painéis, influenciando diretamente a maioria das propriedades estudadas.

Agradecimentos

Os autores expressam agradecimento as empresas Seiva S.A. Florestas e Indústrias do grupo Gerdau S.A e Bonet Madeiras e Papéis Ltda.

Ao pesquisador Davi Junges (*in memorian)* pela colaboração para a realização desse trabalho.

Referências Bibliográficas

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14660:** Madeira – Amostragem e preparação para análise. Rio de Janeiro; 2004. 7p.

ALBUQUERQUE, C. E. C. **Interações de variáveis no ciclo de prensagem de aglomerados**. 2002. 150 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Parará, Curitiba, 2002.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Annual book of ASTM: D-1037 - **Standard methods of evaluating properties of wood-base fiber and particles materials.** Philladelphia, 1995.

BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests.**Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences**, p.268-282, 1937.

BRITO, E. O. **Produção de chapas de partículas de madeira a partir de maravalhas de *Pinus elliottii* Engelm. Var. *elliottii* plantado no sul do Brasil**. Curitiba: 1995. 123f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 1995.

CARNEIRO, A. C. O. et al. Propriedades de chapas de flocos fabricadas com adesivo de uréia-formaldeído e de taninos de casca de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden ou de *Eucalyptus pellita* F. Muell. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 5, p. 715-724, 2004.

COMMERCIAL STANDARD. **CS 236-66**: mat formed wood particleboard. [S.I.], 1968.

DAFF, **Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Report on commercial timber resources and primary roundwood processing in South Africa 2008/9.** Pretoria - South Africa, 2010.

DIN - NORMEN FÜR HOLZFASERPLATEN SPANPLATTEN SPERRHOLZ. **Testing of wood chipboards bending test, determination of bending strength: DIN 52362.**Berlin, 1982. p. 39-40.

FERREIRA, D.F. SisVar®: Sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 5.3. Lavras: DEX/UFLA, 2011.

GUIMARÃES JÚNIOR, J.B. et al. Produção de painéis aglomerados de madeira de desrama de *Acacia mangium*. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 33, n. 76, p. 387-391, 2013.

IWAKIRI, S.; CRUZ, C. L.; OLANDOSKI, D. P.; BRAND, M. A. Utilização de resíduos de serraria na produção de chapas de madeira aglomerada de *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus citrodora* e *Eucalyptus pilularis*. **Floresta e Ambiente**, Seropedica, v. 7, n.1, p.251-256, 2000.

IWAKIRI, S.; MATOSKI, S. L. S.; LEONHADT, G.; CARON, J. Produção de compensados de *Pinus taeda* L. e *Pinus oocarpa* Schiede com diferentes formulações de Uréia-Formaldeído. **Árvore**, v. 26, n.3, p. 371-375, 2002.

IWAKIRI, S.; KEINERT JÚNIOR, S.; MENDES, L. M.; ALBUQUERQUE, C. E. D.; LATORRACA, J. E. F. **Painéis de Madeira**. Curitiba: FUPEF, p. 196. 2005a.

IWAKIRI, S.; ANDRADE, A. S.; CARDOSO JÚNIOR, A. A.; CHIPANSSKI, E. R.; PRATA, J. G.; ADRIAZOLA, M. K. O. Produção de painéis aglomerados de alta densificação com uso de resina melamina-uréia-formaldeído. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 4, p. 323-328, 2005b.

MALONEY, T.M. **Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing.** 2. ed. São Francisco: Miller Freeman, 1993. 689 p.

MATTOS, R. L. et al. Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas. **BNDES Setorial**, v. 27, p. 121-156, 2008.

MENDES, R. F. et al. Efeito da associação do bagaço de cana, do tipo e do teor de adesivo na produção de painéis aglomerados. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.22, n.1, p.161- 170, 2012.

MOSLEMI, A. A. **Particleboard.**Illionis: Southern Illionis University, 1974. v. 2, 245 p.

SCOTT, A. J., KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics,** v.30, n.3, p.507-12, 1974.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, p. 591-611, 1965.

SHIMIZU, J. Y. ***Pinus patula***. Embrapa Florestas: Sistemas de Produção, 5. Versão Eletrônica. Nov. 2005.
TRIANOSKI, R., **Avaliação do potencial de espécies florestais alternativas de rápido crescimento para produção de painéis de madeira aglomerada**. Curitiba, 2010. 260 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 2010.

Variação axial da massa específica básica de *Handroanthus chrysotrichus*

Axial variation of specific gravity of *Handroanthus chrysotrichus*

Gerry Rieth[1]
Caroline Cescon Moi[1]
EdivaneFrancielli Rodrigues[1]
Luis Paulo Baldissera Schorr[1]
Rômulo Trevisan[2]

[1]Acadêmicos do Curso de Graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Frederico Westphalen, RS, Brasil. gerry_rieth@hotmail.com; carol_moi@yahoo.com.br;edivanedriguesfw@hotmail.com; luispschorr@icloud.com.

[2]Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, UFSM, Frederico Westphalen, RS, Brasil; romulo_trevisan@ufsm.br

Resumo: As características anatômicas da madeira são imprescindíveis para utilização da matéria-prima e, dentre as suas propriedades, a massa específica é uma das principais indicadoras de qualidade da madeira. Dessa maneira, o objetivo desse estudo foi verificar a variação axial da massa específica básica da madeira de *Handroanthus chrysotrichus* (Ipê-amarelo), proveniente de um manejo florestal ocorrido no município de Frederico Westphalen, situado na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Para tanto, foram selecionadas quatro árvores de acordo com o diâmetro a altura do peito (DAP), e retiraram-se discos nas posições de 0,1m (base), 1,3m (DAP), 25, 50, 75 e 100% da altura total de cada árvore para a determinação da massa específica básica. Os resultados indicaram que a massa específica básica das árvores variou no sentido base-topo e os maiores valores foram encontrados na região da base da árvore (0,734 g/cm^3), decrescendo até o topo (0,675 g/cm^3).
Palavras-chave: massa específica básica, variação longitudinal, qualidade da madeira, características anatômicas.

Abstract: The anatomical characteristics of wood are essential for use of the raw material and among its properties, the specific gravity is one of the main indicators of quality of the wood. The objective of this study was verify the axial variation of specific gravity of the wood of *Handroanthus chrysotrichus*, provided by a forest management occurred in Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brazil. Four trees were selected according to the diameter of breast height (DBH), and was taken disks in positions of 0.1m (base), 1.3m (DBH), 25, 50, 75 e 100% of total higher of each tree to determine the specific gravity. The results indicate that the specific gravity of these trees presented higher values on the base of the tree (0.734 g/cm^3) decreasing the values until the top (0.675 g/cm^3).
Keywords: specific gravity,longitudinal variation,wood quality, anatomical characteristics.

1. Introdução

O *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC) Mattos, popularmente conhecido como Ipê-amarelo é uma árvore que pertence à família Bignoniaceae, ocorrendo no Brasil desde a Paraíba até o Rio Grande do Sul (LOHMANN, 2010).

A madeira de Ipê-amarelo é um material heterogênico e na tecnologia da madeira a massa específica básica é considerada como principal parâmetro tecnológico, devido sua facilidade de determinação, e principalmente, a sua relação com outras propriedades da madeira (EISFELD et al., 2009; MATTOS et al., 2011)

Segundo Tomazello Filho (2002), o conhecimento das células e tecidos que compõem o lenho arbóreo é básico para a caracterização da estrutura anatômica das madeiras. Trevisan (2010) descreve também que os diferentes tipos celulares e sua proporção no lenho, bem como suas dimensões, destacando que, em madeiras, mesmo dentro de uma espécie, as variações da massa específica são decorrentes, princilpamente, devido às alterações nos

componentes estrururais, como lenho inicial ou outonal, lenho de nó, lenho de reação, alterações químicas e posição da coleta da amostra do fuste.

Do ponto de vista tecnológico o conhecimento dos fatores que afetam a massa específica, bem como demais informações sobre a relação da variação axial, essa propriedade física da madeira, ainda não são conclusivos (MATTOS et al., 2006; HILLING et al., 2012; TREVISAN et al., 2012).Em vista do exposto acima, esse trabalho teve como objetivo determinar a variação axial da massa específica básica de *Handroanthus chrysotrichus.*

2. Metodologia de Trabalho

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Santa Maria - *Campus* de Frederico Westphalen (UFSM-FW), localizado na cidade de Frederico Westphalen, noroeste do estado do Rio Grande do Sul, situado nas coordenadas 27º23'46,85'' S e 53º25'40,66'' O, em uma altitude de 462 m. Foram utilizados quatro indivíduos de *Handroanthus chrysotrichus*, com onze anos de idade, obtidos através do Alvará de Licenciamento Florestal número 33/2014 da Prefeitura Municipal de Frederico Westphalen, do manejo localizado na faixa limite de 3 metros em ambos os lados da rodovia de ligação entre a BR 158/386.

A seleção dos exemplares se deu pela análise do diâmetro a altura do peito (DAP), por uma classe diamétrica pré-definida de 9-14 cm. Após a amostragem foram retirados discos nas posições: 0,1m (base), 1,3m (DAP), 25, 50, 75 e 100% da altura total de cada árvore, para determinação da massa específica básica. Os discos foram numerados de acordo com sua posição relativa e, em seguida, acondicionados em sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais da UFSM-FW, onde foram marcadas e seccionadas duas cunhas simetricamente opostas,contendo partes de cerne e alburno. Posteriormente, as cunhas foram submersas em água, onde permaneceram até atingir peso constante, acima do ponto de saturação de fibras (PSF).

A massa específica básica (ρb) de cada cunha foi determinada pela razão entre o peso seco das amostras em estufa a 103°C e ovolume verde obtido pelométodo da balança hidrostática descrito por Vital (1984), conforme Equação 1.

$$\rho_b = \frac{Mo}{Vu} \qquad \text{(Eq.01)}$$

Onde: ρb = massa específica básica da madeira, g/cm^3; Mo = massa seca em estufa (103°C), g; Vu = volume saturado, cm^3.

A ρbda madeira em cada posição relativa da árvore foi determinada pela média dos valores das duas cunhas. Em seguida, calculou-se a massa específica básica ponderada (ρb pond) em função do volume total sem casca de cada árvore, conforme a Equação 2.

$$\rho_b = \frac{\left[\left(\frac{\rho_{b0\%} + \rho_{bDAP}}{2}\right)v_1\right] + \left[\left(\frac{\rho_{bDAP} + \rho_{b25\%}}{2}\right)v_2\right] + \ldots + \left[\left(\frac{\rho_{b"i"} + \rho_{b"i+1"}}{2}\right)v_{"i"}\right]}{Vs/c} \qquad \text{(Eq.02)}$$

Onde: ρb pond = massa específica básica ponderada em função do volume total sem casca da árvore, g/cm^3; ρb"i" = massa específica básica na posição "i"; g/cm^3; v1, v2, vi = volume sem casca correspondente a duas posições sucessivas,m^3;Vs/c = volume total sem casca da árvore, m^3.

O volume de cada árvore foi calculado por meio da cubagem rigorosa de Smalian, coletando os diâmetros sem casca nas posições relativas de onde se retiraram os discos e mensurando o comprimento de cada secção.

Para a análise da ρbdas árvores, os dados amostrados por posição relativa foram submetidos à análise de regressão. Esses foram processados pelo pacote *Statistical Analysis System* (SAS, 1993), no qual foi, primeiramente, aplicado o procedimento *Stepwise* de modelagem de regressão. O modelo foi definido pela Equação 3.

$$\rho_b = f\left(P;1/P;P^2;\log P;1/P^2;1/\log P;\sqrt{P};1/\sqrt{P}\right) \quad \text{(Eq.03)}$$

Onde: ρb = massa específica básica da madeira, g/cm^3; P = posição relativa no sentido base-topo, %.

O melhor modelo foi selecionado com base no coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj.}$), erro padrão da estimativa (S_{xy}), valor de F calculado e análise da distribuição dos resíduos.

3. Resultados e Discussão

Os valores médios encontrados para a massa específica básica de *Handroanthus chrysotrichus* por posição no sentido base-topo e da massa específica básica ponderada em função do volume total sem casca estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Massa específica básica média por posição no sentido axial e massa específica básica ponderada em função do volume total sem casca.
Table 1. Mean basic density per position in the axial direction and the weighted basic density by the titak volume without bark.

Árvore	Posição relativa no sentido base-topo						ρb pond (σ)
	0,1m	DAP	25%	50%	75%	100%	
1	0,733	0,769	0,740	0,706	0,706	0,670	0,724 (±0,037)
2	0,696	0,693	0,712	0,704	0,703	0,640	0,691 (±0,026)
3	0,756	0,737	0,729	0,719	0,719	0,721	0,732 (±0,015)
4	0,759	0,735	0,741	0,729	0,693	0,693	0,731 (±0,024)

Sendo: $\rho_{pond.}$ = massa específica básica ponderada em função do volume total sem casca, g/cm^3; σ = desvio padrão,g/cm^3; DAP = diâmetro à altura do peito.

Os valores médios aritméticos da massa específica básica por posição no sentido base-topo, em todas as árvores, variaram de 0,640 a 0,769 g/cm^3, sendo próximo ao citado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1989) para a espécie *Tabebuia ochracea* com valor também aritmético igual a 0,8 g/cm^3. Já Lorenzi (1992) relatou valores superiores aos descritos com médias aritméticas variando entre 0,90 e 1,15 g/cm^3.

A ρb média da base, com valor de 0,736 g/cm^3, apresentou uma tendência de decréscimo quando comparada com a média dessa característica na posição correspondente à altura total (0,681g/cm^3). Isso pode ser atribuído adiferença na estrutura anatômica da madeira (KOLLMANN; CÔTE, 1968) e ainda estar relacionada com a copa da árvore, já que, na região de inserção dos galhos, essas estruturas apresentam alterações na constituição anatômica da madeira, induzindo alteração da ρb (PALERMO et al.,2003). É interessante

salientar também que a média da ρb ponderada em função do volume total sem cascada massa específica básica de todas as árvores foi igual a 0,719 g/cm^3.

O resultado do procedimento *Stepwise* de modelagem deregressão para estimar a variação da massa específica básica em relação à posição relativa no sentido base-topo (P), apresentou um coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj.}$) de 0,44, coeficiente de variação igual a 3,2% e erro padrão da estimativa de ±0,023g/cm^3(Equação 4).

$$\rho b=0{,}734-0{,}00000594*P^2 \qquad \text{(Eq.04)}$$

Onde:ρb= massa específica básica na madeira, g/cm^3; P= posição relativa no sentido base-topo), %.

Os valoresρbda madeira em função da posição relativa sentido base-topo das árvores, estimadospor meiodo modelo anterior podem ser observados na Figura 1.

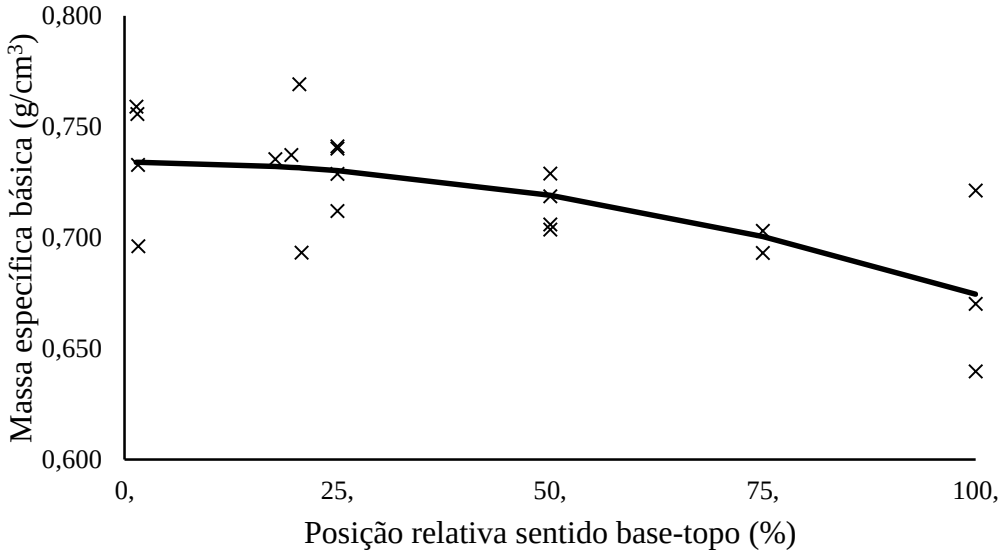


Figura 1. Relação entre massa específica básica de *Handroanthus chrysotrichus* com a posição relativa sentido base-topo.
Figure 1. Relationship between specific gravity of *Handroanthus chrysotrichus* and the relative position in the base-top direction.

Conforme a Figura 1 observa-se que a espécie *Handroanthus chrysotrichus* apresentou uma redução na ρb no sentido da base (0,734 g/cm^3) até o topo (0,675 g/cm^3).

4. Conclusão

Os resultados encontrados para a espécie *Handroanthus chrysotrichus*, evidenciaram que houve variação decrescente da massa específica básica da base para o topo das árvores. A massa específica ponderada em função do volume total sem casca foi de 0,719 g/cm^3 sendo classificada como moderadamente pesada.

Referências Bibliográficas

HILLIG, E.; MACHADO, G.O.; HOLK, D.L.; CORRADI, G.M. Propriedades físicas da madeira de *Araucariaangustifolia* (Bert.) O. Kuntze em função da posição no fuste para diferentes idades. **Cerne.** Lavras: v. 18, n.2, p. 257-263, 2012.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Fichas de Características das Madeiras Brasileiras**. São Paulo: IPT, 1989. 2a ed. 418p.

KOLLMANN, F.E.P.; CÔTÉ, W.A. **Principles of wood science and technology:Solid Wood.** Reprint, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo,v.1, 1984.

Lorenzi, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa; Editora Plantarum, 1992. 252p.

MATTOS, P.P.; BORTOLI, C.; MARCHESAN, R.; ROSOT, N. C. **Caracterização física,química e anatômica damadeira de *Araucariaagustifolia* (Bert.) O. Kuntze.** Colombo, PR: Embrapa.Informações Tecnológicas, 2006. 1-4 p.

PALERMO, G.P.M. Análise da massa específica da madeira de *Pinus elliotti* Engelm. por meio de radiação gama de acordo com as direções estruturais (longitudinal e radial) e a idade decrescimento. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.10, n.2, p.47-57, 2003.

SAS – STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM: **Programa de computador**, ambiente VM. Cary, 1993. Versão 6.08.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira**.Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 640 p.

TREVISAN, R. **Efeito do desbaste nos parâmetros dendrométricos e na qualidade da madeira de *Eucalyptusgrandis* W. Hill exMaiden**. 174 f. Tese (Doutorado em ciências Florestais) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

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 *Eucalyptusgrandis*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.2, 2012.

TOMAZELLO FILHO, M. **Formação e anatomia da madeira**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2002. 76p.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**.Viçosa: SIF/ UFV, 1984. 21 p.

Retratibilidade de três espécies florestais importantes para região serrana de Santa Catarina

Shrinkage of the three important forest species for mountain region of Santa Catarina

GláuciaCota Nunes[1]
Évelyn Janaína Gosskopf[2]
Andressa Aparecida Stratmann[3]
RianiGrimes[4]
Matheus de Oliveira Belin[5]
Magnos Alan Vivian[6]

[1]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Rod. Ulysses Gaboardi, Curitibanos, SC
glauciacota@gmail.com

[2]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Rod. Ulysses Gaboardi, Curitibanos, SC
evellyngrosskopf@gmail.com

[3]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Rod. Ulysses Gaboardi, Curitibanos, SC
andressa.stratmann@gmail.com

[4]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Rod. Ulysses Gaboardi, Curitibanos, SC
riani6@hotmail.com

[5]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Rod. Ulysses Gaboardi, Curitibanos, SC
mat.belin@hotmail.com

[6]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Rod. Ulysses Gaboardi, Curitibanos, SC
magnos.alan@ufsc.br

Resumo: A região serrana doestado de Santa Catarina se destaca no setor florestal, com inúmeras empresas nos mais diversos segmentos, com destaque para: celulose e papel, painéis reconstituídos, serraria, movelaria, e usinas de preservação de madeiras. Devido a este fato, são utilizadas diferentes espécies florestais, entre coníferas e folhosas, com destaque para o Pinus, Eucalipto e Araucária. Com base nisto, o presente estudo teve por objetivo determinar a retratibilidade das madeiras de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, *Eucalyptus grandis* W. Hill (exMaiden) e *Pinus taeda* L., pois esta propriedade indicasua variação dimensional, sendo de fundamental importância para sua correta utilização. Primeiramente, as amostras ficaram submersas em água até completa saturação das fibras, em seguida foram submetidos à secagem natural e em estufa, sendo registradas suas dimensões lineares em cada condição, saturada e seca. Com base nos resultados obtidos, observou-se que a madeira de *Eucalyptus grandis* apresentou maior contração volumétrica, seguida do *Pinus taeda* e da *Araucaria angustifolia*. Contudo, todas tiveram suas madeiras classificadas com estáveis, pois apresentaram coeficiente de anisotropia entre 1,2 e 1,5, indicando que apresentam boas propriedades de uso, em especial para os casos onde a madeira necessite estabilidade dimensional.
Palavras-chave: contração, umidade, anisotropia.

Abstract: The mountainous region of the state of Santa Catarina stands out in the forest sector, with numerous companies in several segments, especially: pulp and paper, reconstituted panels, sawmill, furniture making, and wood preservation power plants. Due to this fact, different forest species are used, among conifers and hardwoods, especially the Pinus, Eucalyptus and Araucaria. Based on this, the present study aimed to determine the shrinkage of *Araucaria angustifolia* woods (Bertol.) Kuntze, *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex Maiden) and *Pinus taeda* L., because this property indicates its dimensional variation, is of fundamental importance for its correct use. First, the samples were submerged in water until complete saturation of the fibers, after subjected to natural drying and oven drying, and recorded their linear dimensions in each condition, saturated and dried.

Based on the results the *Eucalyptus grandis* wood showed higher shrinkage, followed by loblolly *Pinus taeda* and *Araucaria angustifolia*. However, all had their timber classified as stable, because they present anisotropy coefficient between 1.2 and 1.5, indicating which feature good use properties, in particular for cases where the wood require dimensional stability.
Keywords: contraction, moisture, anisotropy.

1. Introdução

O planalto serrano é considerado um importante polo florestal do estado Santa Catarina, segundo Hoff e Simioni (2004) durante muitos anos a indústria local utilizou como principal matéria-prima madeira de florestas nativas, entre elas a *Araucaria angustifolia*. Com isso, Potulski (2010) afirma quea escassez de matas nativas fez com que as empresas florestais optassem por espécies exóticas de reflorestamento,exemplo disso estão os gêneros de *Pinus* e *Eucalyptus*, destacando-se pelos diversos aspectos que envolvem a sua produção, entre eles seu rápido crescimento e baixo custo, conquistando espaçonesse setor.

Segundo Rezende (2003), a madeira é um material higroscópico, ou seja, suas dimensões se alteram de acordo com o teor de umidade na parede celular. Ao absorver umidade ocorre um aumento de volume, chamado de inchamento. Já o processo inverso,causa reduções de sua estrutura,denominado contração. A propriedade física mais utilizada para definir a variação dimensional, em função da absorção ou perda de umidade, é a retratibilidade.

A secagemdo lenho consiste na remoção da água de sua estrutura, no processo de preparação da matéria-prima paraseus diversos usos, como madeira serrada, tratamentos preservativos e outros.Essa técnica pode ser realizada artificialmente em estufas, onde a umidade é removida com mais facilidade, ou por secagem natural a qual demora mais tempo, porém tem um menor custo.

Para Petrucci (2003) a retratibilidade esta diretamente ligada ao teor de umidade, o qual secomportaconforme o sentido das fibras, isso ocorre devido à alteração das dimensões da madeira e sua variação volumétrica, nacondição de saturação. Portanto, para determinação da mesma, são utilizados corpos de prova nas direções longitudinal, radial e tangencial.De acordo com Rezende (2003), tal estudo é fundamental para aplicações nos diversos ramos da indústria do setor madeireiro, para melhor aproveitamento da matéria prima.

O coeficiente de anisotropia, segundo Lopes (2007),é explicado como a variação dimensional que se manifesta na estrutura da madeira, resultante das contrações tangencial e radial. O fator anisotrópico é de extrema importância na área de movelaria, pois influência na qualidade do produto.

O presente trabalho teve como objetivo estudar e comparar a retratibilidade, expressa como contração total, e o coeficiente de anisotropia das espécies de *Eucalyptus grandis,Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia* utilizadas hoje na região.

2. Metodologia de trabalho

Para condução do presente estudo utilizou-seamostras de três espécies, as de *Araucaria angustifolia* foram coletadas em disco, no município de Frei Rogério, com idade aproximada de 11 anos; já as amostras de *Eucalyptus grandis* e o *Pinus taeda,*foram obtidas em tábuas em uma serraria localizada no município de Curitibanos, com idades aproximadas de 13 a 15 anos, respectivamente.

Os corpos de provas, para a determinação da retratibilidade foram confeccionados nas dimensõesde 2,0 X 8,0 X 2,0 cm,para *Araucaria angustifolia*; 4,0 X 4,0 X 10,0 cm para *Eucalyptus grandis* e2,5 X 2,5 X 10,0 cm para *Pinus taeda* nos planos radial, tangencial e longitudinal, respectivamente.

Inicialmente as amostras ficaram submersasem água por três semanas, sendo substituída a cada dois, até completa saturação das fibras. Após esse período, foram mensuradas as dimensões dos corpos de prova das três espécies amostradas com o auxilio de um paquímetro digitalde precisão de 0,01mm (Figura 1), obtendo assim as medidas lineares e o volume verde.

Figura 1.Mensuraçãocom paquímetro de precisão.
Figure 1. Measuringwithcaliper.

Para não danificar as amostras, as mesmas foram submetidas à secagem natural por três dias, em temperatura ambiente. Log oapós foram colocadas em estufa a uma temperatura de 103 ± 2 ºC para obtenção das dimensões lineares e do volume seco.

Os cálculos para determinação das contrações lineares, contração volumétrica e o coeficiente de anisotropia foram realizados através das Equações 1, 2 e 3, de acordo com a norma NBR 7190/97 (ABNT, 1997).

$$R_L = \frac{D_v - D_u}{D_v} x100 \qquad \text{(Eq.01)}$$

Sendo:
R_L= Contraçãolinear, em %;
D_v = Dimensão linear (R,T,L) verde, em cm;
D_u = Dimensão linear (R,T,L) seca, em cm;

$$R_v = \frac{V_v - V_u}{V_v} x100 \qquad \text{(Eq.02)}$$

Sendo:
R_v= Contração volumétrica,em %;
V_v = Volume verde, em cm³;
V_u = Volume seco, em cm³;

$$C.A. = \frac{\beta T}{\beta R} \qquad \text{(Eq.03)}$$

Sendo:
$C.A.$ = Coeficiente de anisotropia;
βT = Contração tangencial;
βR = Contração radial;

3. Resultados e discussão

A partir dos resultados obtidos no presente estudo foi possível verificar a variação dimensional das três espécies estudadas (Figura 2), expressa como contração total, ou seja, desde madeira totalmente saturada até sua secagem completa.

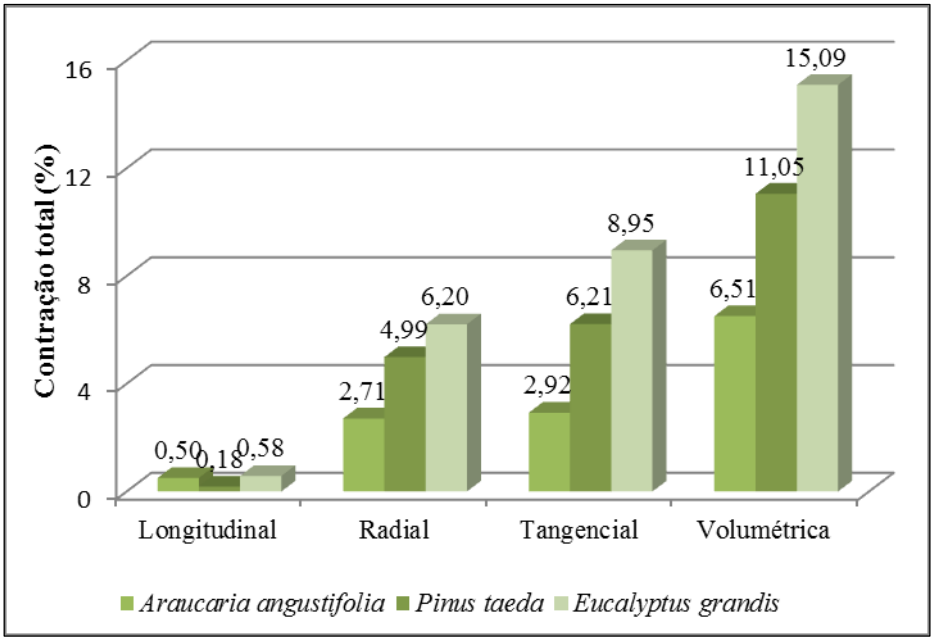


Figura 2. Médias de contração total das três espécies amostradas.
Figure 2. Averages of full contraction of the three sampled species.

Timofiecsyk e Mattos (2002) estudando as características físicas, químicas e anatômicas da madeira de *Araucaria angustifolia* de 16 anos, encontraram os valores de 0,3;3,9; 5,7 e 9,9 para as contrações lineares (L,R,T) e volumétrica, respectivamente. Ao fazer uma analise comparativa com os resultados da Figura 3, podemos dizer que os valores encontrados no presente estudo foram inferiores quando comparados aos apresentados pelos autores, com exceção da contração longitudinal, o que indica boa qualidade da madeira.

Os resultados obtidos foram menoresaos encontrados porGonçalveset al. (2006),para *Eucalyptus grandis* aos 17 anos de idade, 6,86; 10,86 e 17,3 R, T e V, respectivamente.

Potulski (2010) estudando a madeira de*Pinus taeda* com 11anos de idade, observou os valores de 0,23; 3,85; 6,77; 10,56 para contração L,R,T e V, respectivamente, diferindo dos resultados apresentados na (Figura 3).

As diferenças observadas nos valores de contração obtidos no presente estudo com os demais autores podem ser explicadas em parte pela variação naturalque pode ocorrer no

lenho durante a sua formação, por se tratar de um material heterogêneo,bem como as diferenças de idade.

Timofiecsyk e Mattos (2002) trabalhando com a *Araucaria angustifolia* observaram um coeficiente de anisotropia de 1,5; Poltuski (2010) estudando a madeira de *Pinus taeda* encontrou o valor de 1,85; enquanto que Gonçalez (2006) observou um valor de1,58 para a espécie de *Eucalyptus grandis.*

Comparando com os valores encontrados no presente estudo (Figura 3), é possível inferir que as espécies analisadas são de ótima qualidade, pois apresentaram coeficiente de anisotropia entre 1,20 e 1,50, que conforme a classificação proposta por Potulski (2010) apud Durlo&Marchiori (1992), indicam que são estáveis.

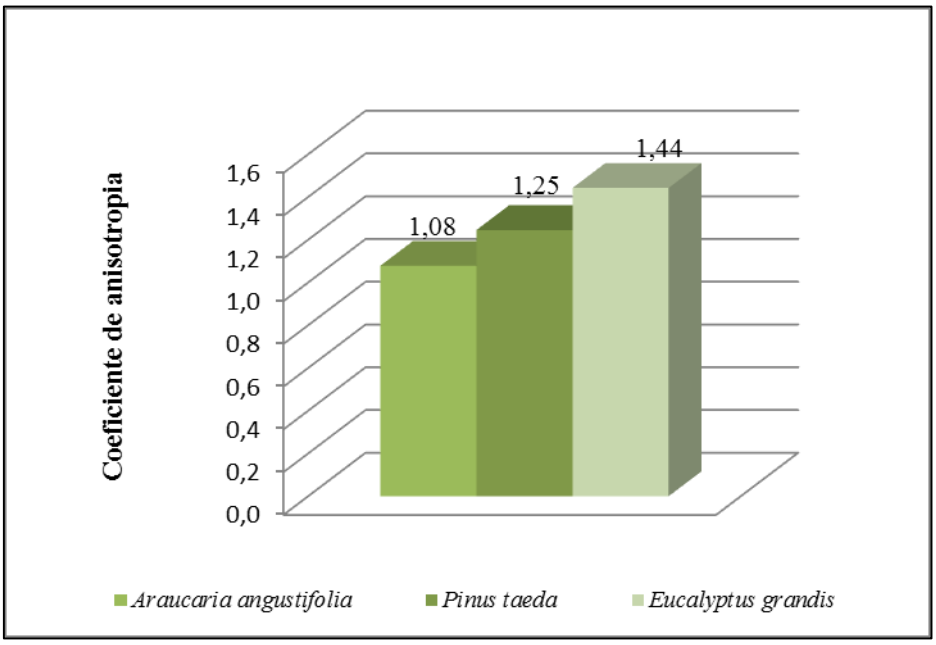


Figura 3. Coeficiente de anisotropia das três espécies amostradas.
Figure 3.anisotropy coefficient of the three sampled species.

4. Conclusões

A madeira de *Eucalyptus grandis* apresentou maior contração volumétrica e coeficiente de anisotropia,seguida do *Pinus taeda* e da *Araucaria angustifolia*.Contudo, todas tiveram suas madeiras classificadas com estáveis, pois apresentaram coeficiente de anisotropia entre 1,2 e 1,5, indicando que apresentam boas propriedades de uso, em especial para os casos onde a madeira necessite estabilidade dimensional.

De um modo geral, a madeira de*Araucaria angustifolia* pode ser considerada de melhor qualidade, mais estável e menos propensa a defeitos durante a secagem, do que as demais espécies.

Referências Bibliográficas

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190: ações nas estruturas, propriedades da madeira e dimensionamento nos estados limites de utilização.**Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

GONÇALEZ, J. C. et al. Características tecnológicas das madeiras de *Eucalyptusgrandis*W.HillexMaiden E *Eucalyptuscloeziana* F. Muellvisando ao seu aproveitamento na indústria moveleira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16,n. 3, p. 329-341, 2006.

HOOF, D. N.; SIMIONI, F. J. **O setor de base florestal na serra catarinense.** Lages:Uniplac; Lages,V. 1. p.18-38, 2004.

LOPES, C. S. D. **Caracterização da madeira de três espécies de eucalipto para uso em movelaria.** 88 f. Dissertação (Metrado em tecnologia de produtos florestais) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2007.

PETRUCCI, E. G. R. **Materiais de construção**. São Paulo: Globo S.A., v.1. 435 p.2003.

POLTUSKI, D. C. **Densidade e retratibilidade da madeira juvenil de *Pinus maximinoi*H. E. Moore E *Pinus taeda* L.** 49f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

REZENDE, M. A. Retratibilidade da madeira de *Pinus caribaea*var.*hondurensis*e de *Eucalyptusgrandis* e suas relações com a umidade e densidade. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 120-127, 2003.

TIMOFIECSYK, A.; MATTOS, P. P. Características físicas, químicas e anatômicas da madeira de *Araucaria angustifolia.* In: I EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA Embrapa Florestas Colombo, 2002.

Avaliação de três medidores de umidade em madeiras de *Eucalyptus tereticornis* Smith e *Pinus* spp.

Evaluation of three moisture meters in woods of *Eucalyptus tereticornis* Smith and *Pinus* spp.

César Vinícius Cavalheiro Schwartz[1]
Leonardo da Silva Oliveira[2]
Merielen de Carvalho Lopes[2]

[1]Graduando em Engenharia Industrial Madeireira, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Rua Conde de Porto Alegre, 793, CEP 96010-290, Pelotas (RS), cv.schwartz@yahoo.com

[2]Professor Adjunto do Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Rua Conde de Porto Alegre, 793, CEP 96010-290, Pelotas (RS), leonardo76rs@yahoo.com.br; merielen-lopes@hotmail.com

Resumo: A determinação do teor de umidade é um parâmetro de controle para o processamento e transformação da madeira em produtos comerciais. Este estudo teve como objetivo investigar a eficiência de três medidores de umidade, utilizando madeiras de *Eucalyptus tereticornis* Smith e *Pinus* spp., acima e abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF). Para o desenvolvimento do estudo foram confeccionados 30 corpos-de-prova com madeiras de ambas às espécies, sendo o método gravimétrico para a determinação do teor de umidade da madeira escolhido como testemunha. Três medidores de umidade foram utilizados: o capacitivo, o resistivo com pinos integrados ao equipamento e o resistivo com pinos em martelete. Acima do PSF nenhum dos medidores apresentou resultado satisfatório, diferindo dos resultados do método gravimétrico. Abaixo do ponto de saturação das fibras, para madeira de *E. tereticornis* os medidores apresentaram desempenho aceitáveis, não diferindo significativamente do método gravimétrico. Enquanto para madeira de *Pinus* spp. apenas o medidor resistivo com pinos integrados ao equipamento obteve resultados iguais ao método gravimétrico. Assim, conclui-se que acima do PSF os medidores estudados não foram eficientes e abaixo do PSF os medidores estudados foram satisfatórios variando conforme as espécies analisadas.
Palavras-chave: medidores elétricos, umidade da madeira, ponto de saturação das fibras, precisão.

Abstract: The determination of the moisture content is a control parameter for the processing and transformation of wood into commercial products. This study aimed to investigate the efficiency of three moisture meters using wood of *Eucalyptus tereticornis* and *Pinus* spp., above and below the fiber saturation point (FSP). To development the study were made 30 specimens of both wood species, as witness the gravimetric method for moisture content determination was used. The three moisture content meters used were the capacitive, the resistive with pins integrated to the equipment and the resistive with pins in a hammer. Above FSP none of moisture meters showed satisfactory results, differing significantly of the results from gravimetric method. Below FSP, for the wood of *E. tereticornis* the moisture meters showed satisfactory performance, without significant difference to the gravimetric method. While for the wood of *Pinus* spp. only the resistive meter with pins integrated to the equipment got the same results of gravimetric method. Thus, it is concluded that above FSP the moisture meters studied were not efficient and below FSP they were satisfactory according to the species analyzed.
Key words: electric meters, wood moisture, fiber saturation point, precision.

1. Introdução

A determinação do teor de umidade é um parâmetro importante de controle para o processamento e industrialização da madeira, pois a qualidade da produção das peças está associada à sua obtenção em teores de umidade adequados às condições de uso final requerido. Ressaltando que a umidade tem influência direta na estabilidade dimensional e na resistência mecânica das peças e/ou produtos de madeira.

Entre os métodos utilizados para determinação do teor de umidade da madeira, Galvão e Jankowsky (1985) destacam os medidores de resistência elétrica, considerando-os de grande utilidade, principalmente, pela forma imediata de obtenção de resultados. Os mesmos autores argumentam que esses equipamentos baseiam-se na resistência oferecida pela madeira à passagem da corrente elétrica sendo, proporcionalmente, inversa a presença de umidade.

Medidores elétricos capacitivos também são muito utilizados, de acordo com Franzoi (1997) esses medidores funcionam por contato, criando um campo eletromagnético de alta frequência que não danifica a madeira e mede, inclusive, através de uma camada de pintura.

A precisão e a eficiência dos medidores elétricos são distintas para a determinação da umidade acima e abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF). Geralmente, atribui-se a esses medidores desempenho satisfatório para determinação da umidade abaixo do PSF, sendo considerado apenas como indicativo para o teor de umidade acima do PSF. Entretanto, com o desenvolvimento de novas tecnologias esses equipamentos passaram a ampliar suas faixas de medição, em alguns casos, apresentam recomendação para faixa de 0 a 100% de teor de umidade.

Nesse contexto o presente estudo, teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes medidores de umidade em madeiras de *Eucalyptus tereticornis* e *Pinus* spp. e acima e abaixo do PSF.

2. Metodologia de Trabalho

No desenvolvimento do estudo utilizou-se amostras de madeira de *Eucalypus tereticornis* e *Pinus* spp., oriundos de florestas situadas na região sul do Rio Grande do Sul. A madeira de *E. tereticornis* apresentou massa específica de 0,69 g/cm^2 e a de *Pinus* spp. 0,43 g/cm^2. Os corpos de prova foram dimensionados com as seguintes medidas 2,5 cm de espessura, 10 cm de largura e 20 cm de comprimento.

O experimento foi constituído por quatro tratamentos, com 30 repetições para cada tratamento, utilizando o método gravimétrico de determinação do teor de umidade da madeira como testemunha, e outros três tratamentos utilizando medidores elétricos de umidade, apresentados na Tabela 1. Foram determinados os teores de umidade acima e abaixo do PSF para as duas espécies de madeiras estudadas.

Tabela 1. Caracterização dos tratamentos.
Table 1. Treatments' characterization.

Tratamento	Descrição
Tratamento 1 (T1)	Método Gravimétrico
Tratamento 2 (T2)	Determinador de umidade elétrico capacitivo
Tratamento 3 (T3)	Determinador de umidade elétrico resistivo com pinos integrados ao equipamento
Tratamento 4 (T4)	Determinador de umidade elétrico resistivo com martelete

Para a determinação do teor de umidade pelo método gravimétrico as amostras foram pesadas em uma balança digital de precisão, a fim de obter o peso úmido (P_u), em seguida as mesmas foram colocadas em estufa com temperatura de $\pm$103 °C e lá permaneceram até atingirem peso constante, então foram pesadas novamente, obtendo-se o peso seco (P_s). Para a determinação do teor de umidade pelo método gravimétrico utilizou-se a (Equação 1) (Durlo, 1992).

$$TU = \left(\frac{p_u - p_s}{pu}\right) * 100 \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Onde:
TU: Teor de umidade (%);
P_u: Peso úmido (g);
P_s: Peso seco (g).

Na avaliação dos três medidores elétricos utilizados no estudo foram adotados os procedimentos recomendados pelos respectivos fabricantes, considerando: temperatura, escolha da escala de acordo com o agrupamento da madeira por massa específica e, especificamente, para os medidores resistivos com pinos observou-se a posição perpendicular dos pinos em relação à grã da madeira.

Para não haver qualquer alteração no teor de umidade, a determinação ocorreu de forma sequencial e imediata, onde as amostras foram mensuradas com os medidores e, posteriormente, submetidas aos procedimentos destinados ao método gravimétrico.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e à comparação de médias pelo teste de Tukey com 95% de confiabilidade.

3. Resultados e Discussão

Na Figura 1 encontram-se os valores médios obtidos para os quatro tratamentos avaliados no estudo, para a determinação do teor de umidade acima do PSF.

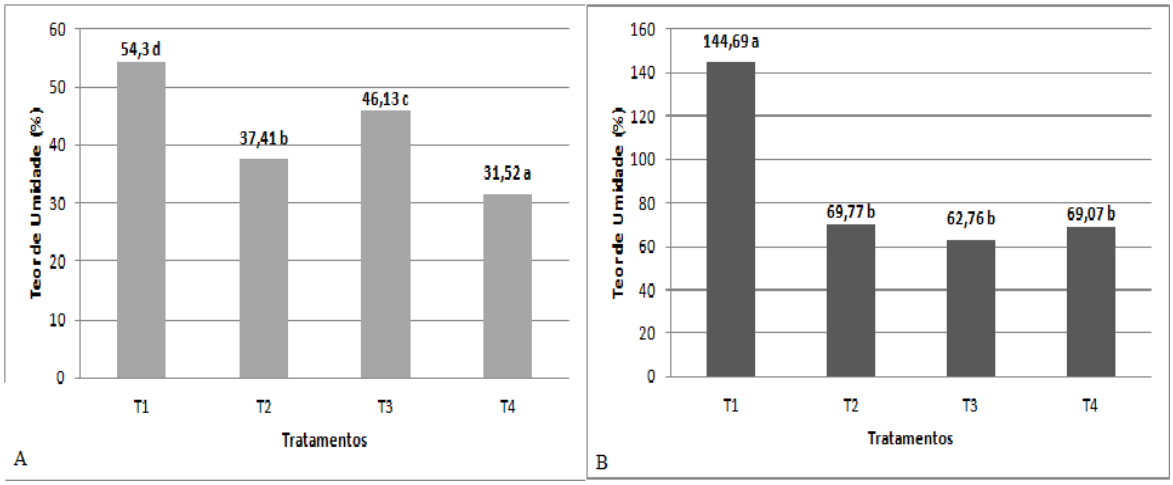


Figura 1. Comparação de valores médios de teor umidade, acima do ponto de saturação das fibras, para as amostras de madeira de *Eucalyptus tereticornis* (A) e *Pinus* spp. (B) a partir do teste de Tukey a 95% de confiabilidade. Valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente. Onde: T1=método gravimétrico; T2=determinador de umidade elétrico capacitivo; T3=Determinador de umidade elétrico resistivo com pinos integrados ao equipamento; T4=Determinador de umidade elétrico resistivo com martelete.

Figure 1. Comparison of mean values of moisture content, above the fiber saturation point, for *Eucalyptus tereticornis* (A) and *Pinus* spp. (B) wood samples, from Tukey test at 95% confidence. Values followed by the same letter are not statistically different. Where: T1 = Gravimetric method; T2 = Capacitive electric moisture meter; T3 = Resistive electric moisture meter with integrated equipment pin; T4 = Resistive electric moisture meter with hammer.

Os teores de umidade médios obtidos pelo método gravimétrico foram de 54,3% e 144,69% para as madeiras de *E. tereticornis* e *Pinus* spp., respectivamente.

Observa-se que os valores obtidos com uso de medidores elétricos para madeira de *E. tereticornis* foram mais próximos ao valor do método gravimétrico do que os resultados para madeira de *Pinus* spp., isso pode ser atribuído ao elevado teor de umidade das amostras de *Pinus* spp. com média de 114,7%.

Entretanto, nenhum dos medidores elétricos mensurou valores médios iguais, estatisticamente, aos valores obtidos pelo método gravimétrico, tanto para as amostras com madeira de *E. tereticornis*, como para madeira de *Pinus* spp..

Portanto, os resultados obtidos corroboram com as afirmações de Galvão e Jankowsky (1985), que os medidores elétricos não mensuram valores confiáveis para teores de umidade acima do ponto de saturação das fibras, nesta faixa a condutividade elétrica da madeira permanece praticamente constante, o que impede que os medidores eletro resistivos informem os valores corretamente. Ponce e Watai (1985) observaram que para valores de teor de umidade superior a 30% os medidores são apenas indicativos.

A Figura 2 ilustra os resultados médios do teor de umidade para as madeiras estudadas, abaixo do PSF.

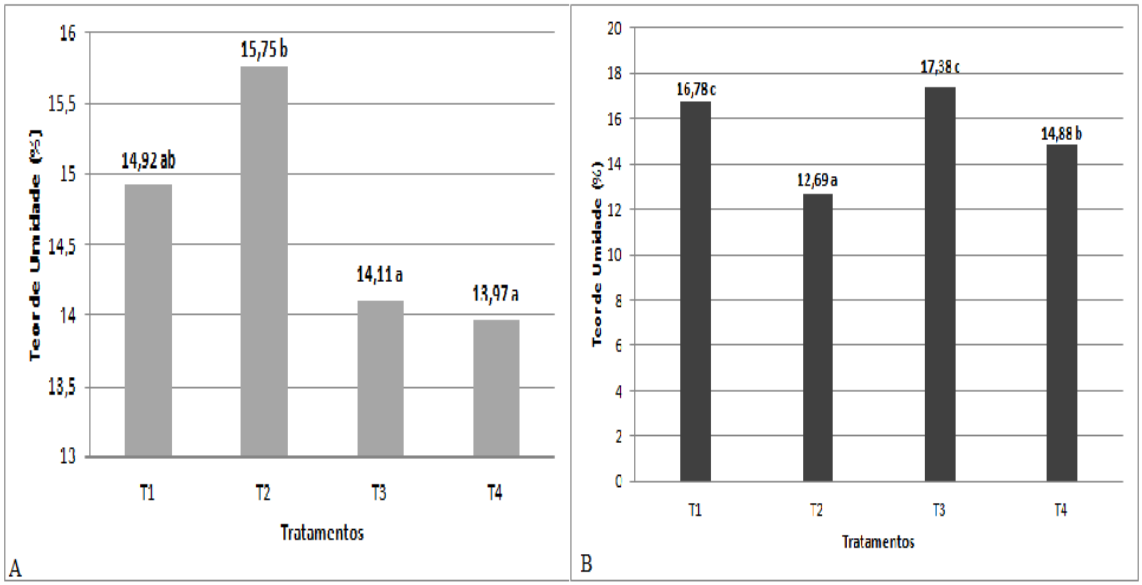


Figura 2. Comparação de valores médios de teor umidade, abaixo do ponto de saturação das fibras, para as amostras de madeira de *Eucalyptus tereticornis* (A) e *Pinus* sp (B) a partir do teste de Tukey a 95% de confiabilidade. Valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente. Onde: T1=método gravimétrico; T2=determinador de umidade elétrico capacitivo; T3=Determinador de umidade elétrico resistivo com pinos integrados ao equipamento; T4=Determinador de umidade elétrico resistivo com martelete.

Figure 2. Comparison of mean values of moisture content, below the fiber saturation point, for *Eucalyptus tereticornis* (A) and *Pinus* spp. (B) wood samples, from Tukey test at 95% confidence. Values followed by the same letter are not statistically different. Where: T1 = Gravimetric method; T2 = Capacitive electric moisture meter; T3 = Resistive electric moisture meter with integrated equipment pin; T4 = Resistive electric moisture meter with hammer.

Para a determinação do teor de umidade abaixo do PSF, considerando apenas a água de impregnação das amostras, os valores médios obtidos pelo método gravimétrico foram de 14,92% e 16,78% para as amostras de *E. tereticornis* e *Pinus* spp., respectivamente.

Os resultados para as amostras de *E. tereticornis* foram satisfatórios, visto que os tratamentos não apresentaram diferença estatística da testemunha, ou seja os medidores elétricos não diferiram do método gravimétrico, apesar de ocorrer diferença entre os medidores resistivos do de capacitância. Entretanto, cabe observar a finalidade de uso do medidor, Calonego *et al.* (2006) comparando medidores elétricos com o método gravimétrico e sistema de controle de estufa para secagem de *E. grandis* mencionam que durante o processo de secagem o medidor elétrico portátil subestima os teores de umidades reais, não sendo indicado para esse uso.

Nos testes realizados com madeira de *Pinus* spp. apenas o medidor resistivo com pinos integrados ao equipamento (T3) não diferiu estatisticamente dos valores obtidos pelo método gravimétrico. Os medidores dos tratamentos T2 e T4 apresentaram valores médios com diferença significativa com o método gravimétrico. O que sugere a realização de uma revisão nas recomendações dos fabricantes, principalmente, quanto a escala utilizada para madeira de *Pinus* spp.. Nesse sentido Aguirre (2010) verificou que as escala de medição recomendadas pelos fabricantes não se mostraram adequadas para as espécies avaliadas em seu estudo.

Os resultados distintos do medidor capacitivo (T2) e do resistivo com pinos no martelete (T3) para as madeiras de *E. tereticornis* e *Pinus* spp., pode ser atribuído a características anatômicas, propriedades químicas destas madeiras. Vermaas (1975) citado por Santini e Matos (1995) observou que além das variáveis da madeira como teor de umidade da madeira, concentração de íons, direção da grã, lignina, extrativos, teor de cinzas, densidade, a medição da resistência a corrente contínua da madeira pode ser afetada também por variáveis experimentais.

Com tudo, os resultados obtidos nos testes realizados com os corpos de prova abaixo do PFS foram mais próximos ao método gravimétrico. Segundo Galvão e Jankowsky (1985), os medidores elétricos fazem a leitura correta da umidade da madeira na faixa entre 7 a 25%, pois é apenas nessa amplitude em que a variação da resistência varia linearmente em função do teor de umidade.

4. Conclusões

Os resultados do presente estudo permitem concluir que os medidores elétricos não são eficientes para determinação de teor de umidade acima do ponto de saturação das fibras. E abaixo do ponto de saturação das fibras, para madeira de *E. tereticornis* os medidores apresentaram desempenho satisfatório, não diferindo significativamente do método gravimétrico. Enquanto para madeira de *Pinus* spp. apenas o medidor resistivo com pinos integrado ao equipamento obteve resultados iguais ao método gravimétrico.

Referências Bibliográficas

AGUIRRE, A. L. M. **Avaliação de medidores dielétricos de umidade da madeira utilizados na indústria moveleira**. 78f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Industrial Madeireira) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

CALONEGO, F. W.; BATISTA, W. R.; SEVERO, E. T. D.; SANTOS, J. E. G.; RIBAS, C. Avaliação do teor de umidade da madeira de *Eucalyptus grandis* por medidores elétricos resistivos**. Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 18, p. 71-78, 2006.

DURLO, M. A. **Relação água-madeira.** Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC. In: I Seminário sobre secagem da madeira. 1992. p.35-46.

FRANZOI, L. C. N. **A Secagem da madeira em estufa – secagem artificial**. Bento Gonçalves: SENAI/CETEMO, 1997. 89p.

GALVÃO, A. P. M.; JANJOWSKY, I. P. **Secagem racional da madeira.** São Paulo: Nobel, 1985. 111 p.

PONCE, R. H.; WATAI L. T. **Manual de secagem da madeira.** Brasília: STI: IPT, 1985. 70p.

SANTINI, E. J.; MATOS J. L. M. Relação entre resistência elétrica, temperatura e teor de umidade para madeira de *Pinus elliotii* Engelm submetidas a diferentes temperaturas de secagem: resultados preliminares. **Centro de Ciências Rurais,** Santa Maria, v.5, p.1-16, 1995.

Caracterização reológica e estrutural de amostras de amido de pinhão (*Araucaria angustifolia*) do banco de germoplasma da Embrapa

Rheological and structural characterization of samples of "pinhão" starch (*Araucaria angustifolia*) of the germplasm bank of Embrapa

Marcelo Lazzarotto[2]
Lucas Stiegler Ribeiro[1]
Layse do Prado Cordoba[1]
Rossana Catiê Bueno de Godoy[2]
Egon Schnitzler[1]

[1]Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, Av. General Carlos Cavalcanti, 4748, Uvaranas, CEP 84.030-900 - Ponta Grossa, PR - Brasil. lucas.stiegler@gmail.com, laysecordoba@hotmail.com, egons@uepg.br

[2]Embrapa Florestas - Estrada da Ribeira, KM 111 - P.O. Box 319 - CEP 83.411-000 - Colombo, PR- Brasil. marcelo.lazzarotto@embrapa.br, catie.godoy@embrapa.br

Resumo: A semente da *Araucaria angustifolia*, conhecida como pinhão, pode ser uma boa fonte de amido. Este amido apresenta estrutura diferenciada em relação às fontes convencionais. Apesar da importância comercial e cultural, a *Araucaria angustifolia* encontra-se em risco de extinção. A forma mais segura de garantir a preservação da Araucária é através do uso e exploração econômica de seus produtos não madeiráveis. É um produto originalmente brasileiro com poucos estudos e não apresenta padronização em suas características. Nesse estudo foram caracterizadas 4 amostras de amido de diferentes procedências do banco de germoplasma da EMBRAPA Florestas (Colombo, PR). Realizaram-se análises reológicas (Rápido visco-análise - RVA) e estruturais (Microscopia eletrônica de varredura - MEV). Nas análises dos perfis reológicos demonstraram uma similaridade entre as amostras, diferenciando-as principalmente pela Viscosidade de pico e tendência a retrogradação. Através do MEV confirmou-se a forma característica do granulo de amido de pinhão e calculou-se seu diâmetro médio, que se apresentou entre 12-16µm. Com os resultados destas análises observou-se que os comportamentos foram similares, porém as diferenças genéticas influenciaram nestes resultados. Os resultados do MEV foram similares com a literatura.
Palavras-chave: análise térmica, DSC, RVA, gelatinização.

Abstract: The seed from *Araucaria angustifolia*, known as "pinhão", can be a good source of starch. This starch has different structure compared to conventional sources. Despite the commercial and cultural importance, the *Araucaria angustifolia* is endangered. The safest way to ensure the preservation of Araucaria is through the use and economic exploitation of its non-wood products. It is an originally Brazilian product with few studies and has no standardization in its features. In this study we characterized 4 starch samples from different origins of the germplasm bank of Embrapa Forests (Colombo, PR). The samples were characterized using rheological (Rapid Visco-analysis) and structural (Scanning Electron Microscopy - SEM) analysis. The analysis of the rheological profiles showed a similarity of samples, differing mainly by the peak viscosity and retrogradation. By the SEM it was confirmed the characteristic form of the "pinhão" starch and it was calculated its average diameter, which stayed about 12-16 µm. With the results of these analyzes showed that the behavior was similar, but genetic differences have influenced these results. The SEM results were similar to the literature.
Keywords: thermal analysis, DSC, RVA, gelatinization.

1. Introdução

O pinhão é a semente da *Araucaria angustifolia*, árvore típica do continente Sul-americano. Possui altos teores de carboidratos em sua composição, podendo chegar a 84% em matéria seca. Grande parte polissacarídeos, eles podem ser extraídos de maneira simples das sementes descascadas e trituradas, com a utilização de água, sem a presença de aditivos. Com uma peneira adequada, é possível separar resíduos de proteínas e fibras (Cross et al.

(1985); Pinto et al. (2012)). A composição centesimal envolve a presença de: 7,9% de proteínas, 5,1% de fibras, 1,3% de gorduras e 1,1% de cinzas (Pinto et al. (2012)). Os minerais Cu e Mg estão presentes em maior quantidade nessa semente (Bello-Pérez et al. (2006)).

Apesar da grande importância comercial e cultural, a *Araucaria angustifolia* encontra-se em risco de extinção. Isto devido à exploração desordenada de madeira, derrubadas para expansão de território e limitações na propagação da própria espécie (Spada et al. (2012)). Nesse contexto, visando estudos, conservação e uso sustentável dos recursos genéticos, foram criados bancos de germoplasma, sendo um deles na EMBRAPA Florestas, em Colombo – PR. Neste local estão materiais genéticos de 224 diferentes tipos de pinheiros do Paraná (Costa et al. (2013); Villalobos et al. (1991)).

O amido tem função de reserva energética nas plantas. É caracterizado quimicamente como uma macromolécula composta por monômeros de glicose. Sua aplicação, além da indústria alimentícia, é bem difundida nas indústrias de papel e celulose, têxtil entre outras. Essa versatilidade se deve as suas propriedades de formar géis viscosos e também por agir como estabilizante. O amido é composto por duas cadeias, a amilose e amilopectina. A amilose é linear e possui ligações glicosídicas α 1-4; a amilopectina possui α 1-4 e α 1-6, apresentando ramificações. A porcentagem de cada uma dessas cadeias faz com que as propriedades de amidos de diferentes fontes botânicas variem muito (Bello-Pérez et al. (2006); Costa et al. (2013)).

Este estudo teve como objetivo extrair e caracterizar amostras de amido de pinhão com a utilização das técnicas: Rápido Visco-análisador (RVA) e Microscopia eletrônica de varredura (MEV). A origem do material genético é do banco de germoplasma da EMBRAPA Florestas, Colombo, PR, Brasil.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Obtenção das amostras

No presente estudo, quatro espécies foram selecionadas do banco de germoplasma da EMBRAPA Florestas, Colombo, PR, Brasil. As amostras foram identificadas e numeradas de 1 a 4. As amostras vieram de árvores de 4 materiais genéticos diferentes.

A extração do amido de pinhão foi realizada de acordo com Pinto et al. (2012), com algumas modificações: a casca foi removida, assim como a segunda película (camada mais fina) que está aderida nas sementes. As sementes isoladas foram trituradas e igual volume de água destilada foi adicionado a essa massa. Após as amostras serem agitadas por 5 min foram peneiradas (200 mesh) e a dispersão foi centrifugada (5000 rpm, 4 °C, 10 min). O amido resultante foi seco em estufa com circulação de ar a 35 ºC e mantidas em dessecador com cloreto de cálcio anidro até massa constante.

2.2 Rápido Visco-análise (RVA)

As curvas de propriedade de pasta (RVA) foram obtidas por meio de um viscosímetro RVA-4 (Newport Sci., Austrália). Preparou-se uma suspensão de aproximadamente 3 g de amido para 25 g de água destilada. Durante a análise a amostra é submetida a um aquecimento controlado e ciclo de arrefecimento sob cisalhamento constante. Atinge-se 50 °C nos primeiros 2 min, então a amostra é aquecida de 50 a 95°C a 6 ºC min^{-1}, a temperatura de 95 °C é mantida durante 5 min e então resfria-se até 50°C a 6 ºC min^{-1}, mantendo a 50 °C durante 2 min (Ribeiro et al., 2014).

2.3 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A Microscopia de varredura eletrônica (MEV) foi realizada no equipamento VEGA3 (TESCAN, República Tcheca). A escala de leitura foi de 20 µm, com 20 kV de tensão no feixe de elétrons, filamento de tungstênio e detector de elétrons retro-espelhado. O equipamento se baseia na passagem de elétrons através da amostra, previamente preparada. Inicialmente a amostra é fixada em uma fita adesiva de carbono e passa pelo processo de metalização com plasma de ouro e paládio. A leitura da imagem se dá a partir do detector de elétrons, o microscópio eletrônico, que registra as imagens e as transmite a um software instalado no computador acoplado ao equipamento.

2.4 Análise estatística

A análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey foram utilizados para comparar as amostras a um nível de significa de 95% de confiança ($p<0,05$) utilizando o software SASM-Agri 8.2 - Sistema para Análise e Separação de Médias em Experimentos Agrícolas (Brazil).

3. Resultados e Discussão

Os perfis reológicos das amostras de amido de pinhão estão expostos na Figura 1. Percebe-se que as formas das curvas foram bem semelhantes, havendo diferença significativa em praticamente todos os parâmetros, como por exemplo, viscosidade e tempo de pico, quebra, tendência a retrogradação e viscosidade final, como se pode observar na Tabela 1.

Tabela 1. Valores obtidos na análise de RVA e diâmetros médios obtidos na MEV.
Table 1. Values obtained in RVA analysis and average diameters obtained in the SEM.

	RVA						MEV
Amostra	**Temperatura de Pasta /°C**	**Viscosidade de pico /cP**	**Tempo do Pico /seg**	**Tendência a Retrogradação/ cP**	**Quebra/cP**	**Viscosidade Final/cP**	**d_a/µm**
1	64,88±0,18^{a}	3091,00±1,41^{a}	336,25±0,35^{c}	1308,50±0,71^{c}	1799,00±1,41^{a}	2600,50±0,71^{b}	12,87±3,71^{c}
2	60,85±0,21^{b}	1931,50±0,71^{d}	448,10±0,14^{a}	1343,10±0,14^{b}	810,50±0,71^{d}	2464,10±0,14^{c}	16,10±3,40^{a}
3	62,55±0,35^{bc}	2980,95±0,07^{b}	364,00±5,66^{b}	1372,50±4,95^{a}	1679,95±0,07^{b}	2673,50±4,95^{a}	14,56±3,02^{b}
4	60,23±1,10^{c}	2700,45±0,64^{c}	319,90±0,14^{d}	1190,25±0,35^{d}	1499,45±0,64^{c}	2391,25±0,35^{d}	12,83±2,51^{c}

(*) (cP) centipoises, (seg) segundos, (d_a) diametro médio. O grau de cristalinidade relative foi calculado em porcentagem, os picos foram determinados em 2θ. As médias da mesma coluna que possuem letras semelhantes não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p<0.05$).

Em relação aos valores de Temperatura de pasta/ºC se obteve valores menores aos encontrados por Ribeiro et al. (2014) em seu estudo. Klein et al. (2013) encontrou o mesmo valor de Temperatura de pico para a amostra (1) de pinhão (~64ºC) e Stahl et al. (2007) obteve Temperatura de pasta de 59,6 ºC.

Dentre todas as amostras, a amostra (4), apresentou a menor tendência à retrogradação, sendo uma propriedade reológica de grande interesse para a indústria de alimentos, pois para processos industriais geralmente são buscados amidos com menores valores de retrogradação (Maia et al. (1999)). A amostra (2) apresentou o menor valor de Viscosidade de pico/cP (1931 cP), sendo o maior valor o da amostra (1), 3091 cP. Todas as amostras nesse parâmetro diferiram estatisticamente entre si, considerando Teste de Tukey à 5% de significância.

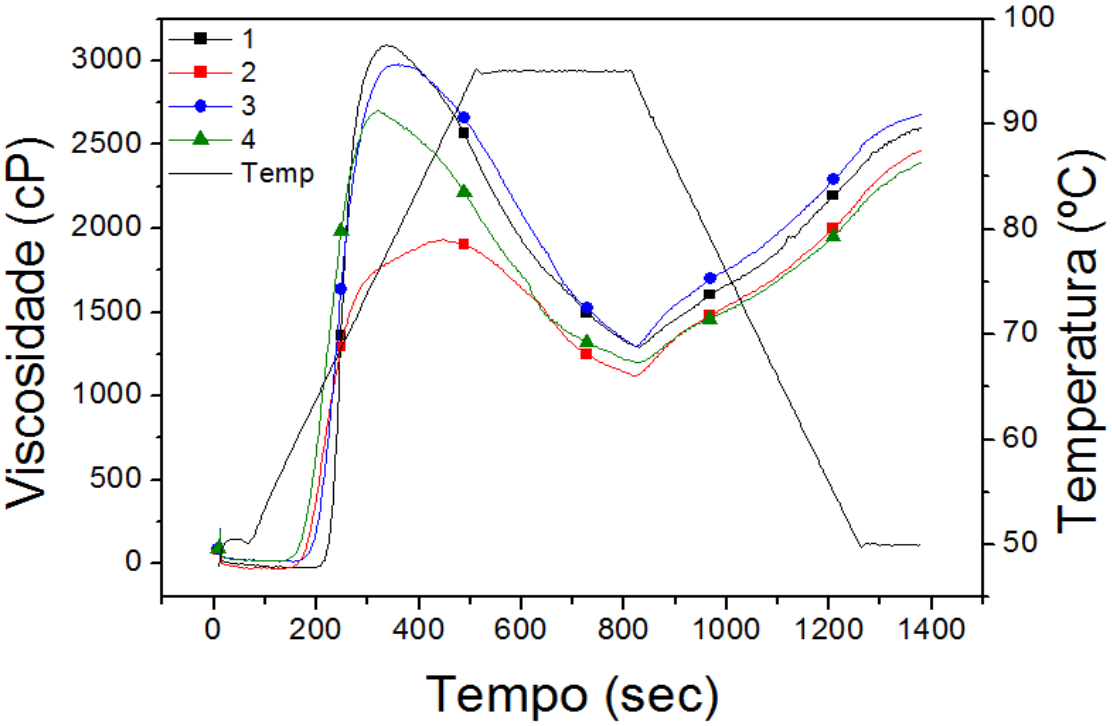


Figura 1. Curvas obtidas para as amostras de amido de pinhão nas propriedades de pasta, RVA.
Figure 1. Curves obtained for "pinhão" starch samples in the pasting properties, RVA.

Oliveira et al. (2014) e Beninca et al. (2013) descrevem um comportamento reológico semelhante para amidos de milho ceroso e de mandioca tratados com ácido, em meio aquoso. Ribeiro et al. (2014) obteve o mesmo comportamento para amostras de amido de pinhão, comprovando a eficácia e confiabilidade da análise de RVA na caracterização do comportamento reológico de pastas amiláceas.

Na Figura 2 observam-se as micro-imagens obtidas no MEV com um aumento de 2000x. Através dela foi possível calcular os diâmetros médios dos grânulos, os quais estão apresentados na Tabela 1. Os valores apresentaram-se muito próximos aos obtidos por Ribeiro et al. (2014) que obteve o diâmetro médio de 14µm para o amido de pinhão analisado, semelhante também ao amido de abacate, obtido por Lacerda et al. (2014).

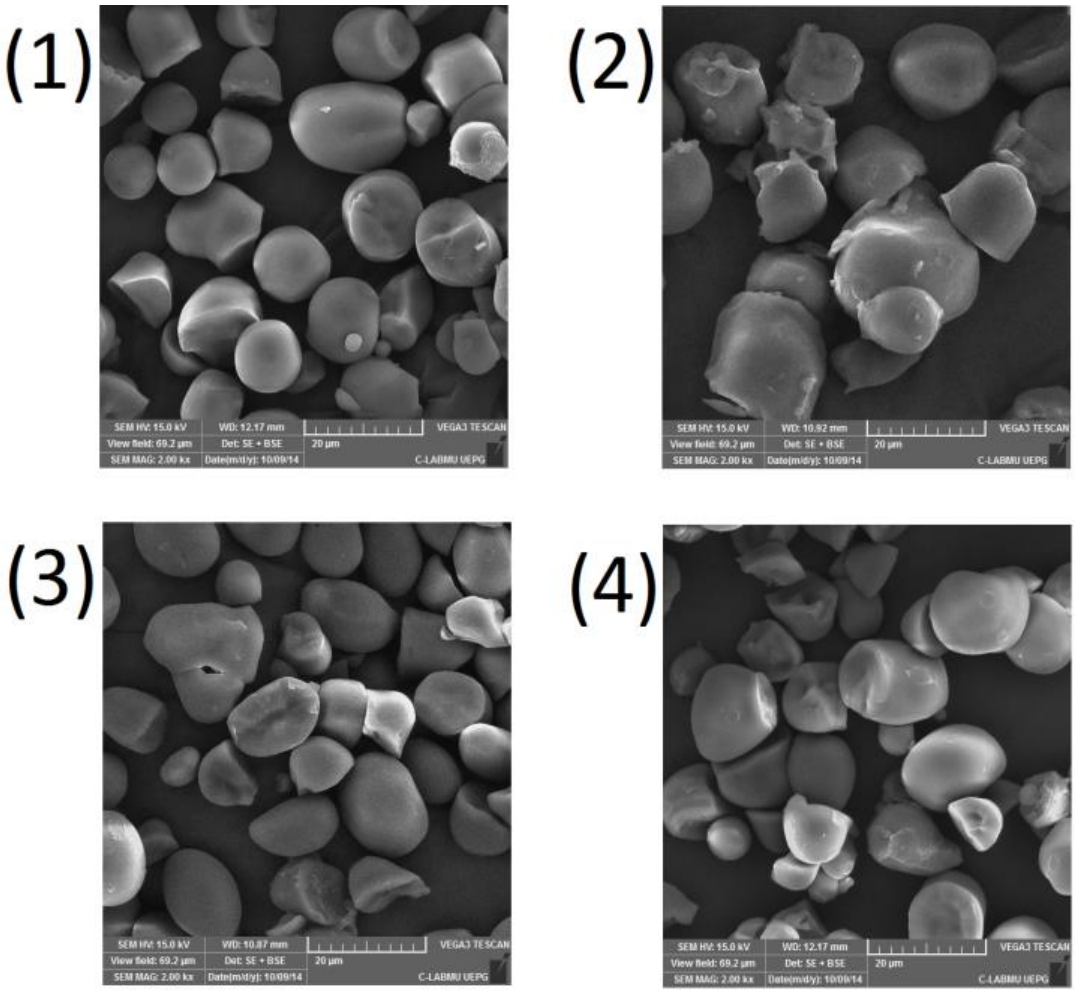


Figura 2. Micro-imagens obtidas no microscópio eletrônico de varredura (MEV) para as amostras de diferentes tipos de amido de pinhão.
Figure 2. Micro-images obtained in a scanning electron microscope (SEM) for samples of different types of "pinhão" starch.

Como descrito por Bello-Pérez et al. (2006) o amido de pinhão é uma mistura de grânulos esféricos e ovais, com tamanho entre 10 e 25 µm, características que podem ser observadas pelas micro-imagens das 4 amostras analisadas.

4. Conclusões

A análise do perfil reológico obtida pelo RVA demonstrou um comportamento similar em todas as amostras, mas com diferentes valores, variando de acordo com a espécie do pinhão. A tendência a retrogradação apresentou valores muito próximos para todas as amostras.

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) auxiliou na interpretação do tamanho do diâmetro médio, formato e estrutura dos grânulos.

Agradecimentos

Os autores agradecem os recursos financeiros disponibilizados pela Fundação Araucária - PR, Coordenação de Pesquisa e Educação Superior (CAPES) e do CNPq, Brasil. Agradecem também a EMBRAPA Florestas pela disponibilização das amostras analisadas.

Referências Bibliográficas

BELLO-PÉREZ, L.A.; GARCÍA-SUÁREZ, F.J.; MÉNDEZ-MONTEALVO, G.; NASCIMENTO, J.R.O.; LAJOLO, F.M.; CORDENUNSI, B.R. Isolation and Characterization of Starch from Seeds of *Araucaria brasiliensis*: A novel Starch for Application in Food Industry. **Starch/Stärke**, v. 58, p. 283-291, 2006.

BENINCA, C.; COLMAN, T.A.D.; LACERDA, L.G.; CARVALHO-FILHO, M.A.S.; BANNACH, G.; SCHNITZLER, E. The thermal, rheological and structural properties of cassava starch granules modified with hydrochloric acid at different temperatures. **Thermochimica Acta**, v. 552, p. 65–69, 2013.

COSTA, F.J.O.G.; LEIVAS, C.L.; WASZCZYNSKYJ, N.; GODOI, R.C.B.; HELM, C.V.; COLMAN, T.A.D.; SCHNITZLER, E. Characterisation of native starches of seeds of *Araucaria angustifolia* from four germplasm collections. **Thermochimica Acta**, v.565, p. 172–177, 2013.

CROSS, H.; PEPPER, T.; KEARSLEY, M.W.; BIRCH, G.G. Mineral Complexing Properties of Food Carbohydrates. **Starch/Stärke**, v.37, p.132–135, 1985.

KLEIN, B.; PINTO, V. Z.; VANIER, N. L.; ROSA ZAVAREZE, E.; COLUSSI, R.; EVANGELHO, J. A.; DIAS, A.R.G. Effect of single and dual heat–moisture treatments on properties of rice, cassava, and pinhao starches. **Carbohydrate polymers**, v. 98, p. 1578-1584, 2013.

LACERDA, L.G.; COLMAN, T.A.D.; BAUAB, T.; CARVALHO-FILHO, M.A.S.; DEMIATE, I.M.; VASCONCELOS, E.C.; SCHNITZLER, E. Thermal, structural and rheological properties of starch from avocado seeds (*Persea Americana*, Miller) modified with standard sodium hypochlorite solutions. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v.115, p.1893-1899, 2014.

MAIA, L.H.; WANG, S.H.; ASCHERI, J.L.; CABRAL, L.C.; FERNANDES, M.S. Pasting viscosity, water absorption and water solubility index of dehydrated rice-soybean porridges. **Food Science and Technology**, v. 19, p. 391-396, 1999.

MAN, Y.B.; GHANI, M.B.; HASHIM, D.B.; RAHMAN, R.A. Study of sago starch (*Metroxylon sagu*) gelatinization by differential scanning calorimetry. **Journal of food processing and preservation**, v. 25, p. 101-121, 2001.

OLIVEIRA, C.S.; ANDRADE, M.M.P.; COLMAN, T.A.D.; COSTA, F.J.O.G.; SCHNITZLER, E. Thermal, structural and rheological behaviour of native and modified waxy corn starch with hydrochloric acid at different temperatures. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v.115, p.13-18, 2014.

PINTO, V.Z.; VANIER, N.L.; KLEIN, B.; ZAVAREZE, E.R.; ELIAS, M.C.; GUTKOSKI, L.C.; HELBIG, E.; DIAS, A.R.G. Physicochemical, crystallinity, pasting and thermal properties of heat-moisture-treated pinhão starch. **Starch/Stärke**, v.64, p. 855–863, 2012.

RIBEIRO, L. S.; CORDOBA, L. P.; COLMAN, T.A.D.; OLIVEIRA, C.S.; ANDRADE, M.M.P.; SCHNITZLER, E. Influence of some sugars on the thermal, rheological and morphological properties of ‘‘pinhão’’ starch. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v.117, p.935-942, 2014.

SPADA, J. C.; NOREÑA, C. P. Z.; MARCZAK, L. D. F.; TESSARO, I. C. Study on the stability of β-carotene microencapsulated with pinhão (*Araucaria angustifolia* seeds) starch. **Carbohydrate Polymers**, v.89, p. 1166–1173, 2012.

STAHL, J.A.; LOBATO, L.P.; BOCHI, V.C.; KUBOTA, E.H.; GUTKOSKI, L.C.; EMANUELLI, T. Physicochemical properties of Pinhão (*Araucaria angustifolia*, Bert, O. Ktze) starch phosphates. **LWT-Food Science and Technology**, v. 40, p. 1206-1214, 2007.

VILLALOBOS, V. M.; FERREIRA, P.; MORA, A. The use of biotechnology in the conservation of tropical germplasm. **Biotechnology Advances**, v. 9, p. 197–215, 1991.

Retratibilidade da madeira de três espécies da floresta estacional decidual

Shrinkage of the wood of three species of deciduous forest

Caroline Cescon Moi[1]
Edivane Francielli Rodrigues[2]
Gerry Rieth[3]
Cleiton Júnior da Silva[4]
Rômulo Trevisan[5]

[1]Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen, Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386, Km 40. carol_moi@yahoo.com.br

[2]Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen, Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386, Km 40. edivanerodriguesfw@hotmail.com

[3]Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen, Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386, Km 40. gerry_rieth@hotmail.com

[4]Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen, Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386, Km 40. florestalcleiton@gmail.com

[5]Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen, Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386, Km 40. romulo_trevisan@ufsm.br

Resumo: Esse trabalho teve como objetivo avaliar a retratibilidade da madeira das espécies de *Cedrela fissilis* (Cedro), *Nectandra megapotamica* (Canela) e *Tetrorchidium rubrivenium* (Embirão), nas direções tangencial, radial e longitudinal. Os corpos-de-prova foram estabilizados em ambiente climatizado para então serem mensurados em dois pontos previamente marcados, utilizando um paquímetro digital e pesados em balança analítica. Realizadas essas aferições, os mesmos foram imersos em água até completa saturação e novamente medidos. Após essa leitura os corpos-de-prova permaneceram em temperatura ambiente até atingir a umidade de equilíbrio, e posteriormente, levados a estufa com temperatura a 103ºC. A partir da estabilização da umidade, as peças foram novamente pesadas e mensuradas nas direções anatômicas para a determinação do inchamento e da contração, utilizando a metodologia sugerida pela ASTM D143-94(1995). Obtidos os dados de contração e inchamento foi possível calcular as médias e o coeficiente anisotrópico, nos quais o Cedro se mostrou mais estável em relação às outras espécies.
Palavra chave: ponto de saturação das fibras, variação dimensional, coeficiente anisotrópico.

Abstract: This study aimed to evaluate the shrinkage of the wood of the species Cedrela fissilis (Cedro), Nectandra megapotamica (Canela-preta) and Tetrorchidium rubrivenium (Embirão) in the tangential, radial and longitudinal directions. The bodies of the test piece were stabilized in air-conditioned environment to then be measured at two points previously marked, using a digital caliper and heavy on analytical balance. Prior these measurements, they were immersed in water until complete saturation and again measured. On the next procedure, the bodies of the test piece remained at room temperature until it reaches the equilibrium moisture content, and subsequently taken to the oven temperature of 103ºC. After the stabilization of humidity, the pieces were again weighed and measured in the anatomical directions for determining the swelling and contraction using the method suggested by ASTM D143-94 (1995). From the swelling and contraction data was used to calculate the mean and the anisotropic coefficient, in which the cedar was more stable in comparison to other species.
Keyword: saturation point of the fibers, dimensional change, anisotropic coefficient.

1. Introdução

A madeira possui variabilidade e complexidade elevada devido à diferença que cada espécie apresenta em relação as suas propriedades físicas e mecânicas. Quando exposta a

altos teores de umidade ou temperatura, ocorre a desorção ou a adsorção de água do ambiente a que está submetida, ou seja, há uma troca contínua de umidade entre o material orgânico e o ambiente. O teor de umidade presente no material está associado ao ganho ou perda de água, sendo que a variação começa a ocorrer abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF).

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT,1985), a retratibilidade é definida como sendo a variação dimensional da madeira quando há alteração no seu teor de umidade, ou seja, está diretamente relacionada à contração e ao inchamento de peças. Todo material higroscópico, como a madeira e vários outros materiais celulósicos, apresenta contração quando o seu teor de umidade é reduzido do ponto de saturação das fibras (PSF) à condição absolutamente seca ou anidra, resultando em um dos mais importantes problemas práticos que ocorrem durante a sua utilização (OLIVEIRA; SILVA, 2003).

As variações dimensionais provocadas pela contração e pelo inchamento da madeira constituem, conjuntamente com a anisotropia, características indesejáveis, pois limita seu uso para os mais diversos fins. Além disso, a determinação do coeficiente anisotrópico possibilita a avaliação da estabilidade dimensional da madeira pela relação entre a retratibilidade tangencial e radial do material. Em geral, a contração na direção tangencial é, aproximadamente, duas vezes maior do que na direção radial (DURLO; MARCHIORI, 1992).

De acordo com Oliveira et al. (2010), as características anatômicas são as principais causas da diferença entre a retratibilidade tangencial em relação à radial, em especial o volume dos raios, que dependendo da altura e largura (número de células) podem restringir a variação dimensional na direção radial da madeira. Oliveira et al. (2005), relataram que as alterações de umidade e densidade no lenho das árvores são as principais causas dos defeitos de secagem, como o empenamento e fendilhamento das peças de madeira. Com isso, o planejamento das etapas a serem seguidas para a condução dos trabalhos em laboratório, deve ser pensado e planejado, pois o aparecimento de fendas e rachaduras pode ser consequência de métodos equivocados de análises como temperaturas muito elevadas ou mesmo pela própria característica e comportamento dos indivíduos.

As espécies selecionadas para o experimento possuem características visuais e anatômicas distintas. O Cedro, como popularmente é conhecido a *Cedrela fissilis*, consiste em uma árvore caducifólia com altura que varia entre 10 e 25 metros, ocorrendo em quase todo o território brasileiro. É adaptado, segundo a classificação de Köppen, ao clima temperado úmido, subtropical úmido, subtropical de altitude e tropical. Essa árvore frondosa produz uma das madeiras mais apreciadas no comércio, tanto brasileiro quanto internacional, por ter coloração semelhante ao mogno e, entre as madeiras leves, é uma das que possibilita o uso mais diversificado, sendo superada apenas pela madeira do pinheiro-do-paraná (CARVALHO, 1994). A madeira do cedro vem sendo utilizada em contraplacados, carpintaria, marcenaria, esquadrias, forros, molduras, caixilhos, construção naval e aeronáutica, caixas de charuto, instrumentos musicais, etc. (RIZZINI, 1978).

A Canela-preta ou *Nectandra megapotamica*, se destaca por desenvolver-se em quaisquer tipos de solo, estando presente no estado do Rio Grande do Sul principalmente na Floresta do Alto Uruguai, em sub-bosques dos pinhais do Planalto, na Floresta da Fralda da Serra Geral, na Floresta Pluvial Atlântica e no Escudo Sul-Rio-Grandense (REITZ, 1983). Possui madeira moderadamente pesada, média durabilidade. E considerada como adequada para a construção civil, esquadrias, tabuados, entre outros. Entretanto, apesar das excelentes características xilotecnológicas, essa madeira tem uso limitado, sendo relegada para segundo plano devido ao odor desagradável, que pode voltar quando exposta a ambientes úmidos (LORENZI, 1998).

Segundo Sobral et al. (2006), a espécie *Tetrorchidium rubrivenium,* o Embirão, possui madeira leve, uniforme, textura grossa, grã direta a irregular com cheiro e gosto imperceptíveis e baixa resistência mecânica, sendo muito visível em trabalhos de recuperação de áreas degradadas. Contudo, a importância em estudar a estabilidade dessas madeiras está relacionada a questões como o estabelecimento de sua utilização para melhor aproveitamento de suas características em estudos futuros. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a retratibilidade da madeira de três espécies oriundas de um fragmento de floresta estacional decidual do Rio Grande do Sul.

2. Metodologia de Trabalho

Os indivíduos utilizados no presente estudo foram selecionados de um fragmento de floresta estacional decidual, em uma área pertencente à Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen, no Estado do Rio Grande do Sul. O clima da região é quente e temperado, sendo classificado por Köppen como Cfb, o que o caracteriza como de ambiente subtropical úmido, com temperatura média anual de 19,1ºC, variando com máxima de 38º e mínima de 0ºC. A pluviosidade média anual é de 1800 milímetros.

Para a determinação da retratibilidade nas direções tangencial, radial e longitudinal, foi amostrada uma árvore para cada espécie com diâmetros de 32 cm (*Cedrela fissilis*), 25 cm (*Tetrorchidium rubrivenium*) e 17 cm (*Nectandra megapotamica*). Após a seleção e abate de cada indivíduo, retirou-se, na primeira porção do tronco, um torete de 80 cm de comprimento que foram transportados até uma serraria onde foram fatiados em pranchas, eliminando a parte externa (casca) e também a medula. A partir dessas pranchas foram confeccionados os corpos-de-prova com dimensões de 2,0 x 2,0 x 5,0 cm (radial, tangencial e longitudinal, respectivamente) totalizando cinquenta amostras para cada espécie.

Os corpos-de-prova foram então estabilizados em ambiente climatizado para então serem mensurados em dois pontos previamente marcados, nas direções tangencial, radial e longitudinal utilizando um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm e pesados em balança analítica com precisão de 0,01g. Realizadas essas aferições, os mesmos foram imersos em água até a completa saturação e novamente medidos. Após essa leitura os corpos-de-prova permaneceram em temperatura ambiente até atingir a umidade de equilíbrio, e posteriormente, levados a estufa com temperatura a 103ºC até obter massa constante na condição anidra. A partir da estabilização da umidade, as peças foram novamente pesadas e mensuradas nas respectivas direções anatômicas para a determinação do inchamento e da contração, conforme as Equações 1 e 2 (DURLO, 1991), utilizando a metodologia sugerida pela ASTM D143-94 (1995).

$$\alpha x = \frac{Du - Do}{Do} \times 100$$

(Eq. 1)

Em que: $\alpha x =$ inchamento tangencial, radial e longitudinal, em %; Do= dimensão na condição seco ao ar, cm; Du= dimensão na condição saturada, cm.

$$\beta x = \frac{Du - Do}{Du} \times 100$$

(Eq. 2)

Em que: βx= contração tangencial, radial e longitudinal, em %; Du= dimensão na condição saturada (acima do PSF), cm; Do= dimensão na condição anidra (seco em estufa), cm.

O coeficiente de anisotropia (CA) foi definido pela relação entre a contração tangencial e a contração radial. Os dados amostrados foram processados com auxílio do pacote estatístico onde a média e o desvio padrão das direções anatômicas de contração e inchamento, bem como o coeficiente de anisotropia, foram calculados.

3. Resultados e Discussões

Os valores médios e o desvio padrão de contração e inchamento nas direções tangencial, radial, longitudinal, bem como para o coeficiente anisotrópico das espécies *Cedrela fissilis* (Cedro), *Nectandra megapotamica* (Canela-preta) e *Tetrorchidium rubrivenium* (Embirão) podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão da retratibilidade e do coeficiente anisotrópico para as espécies *Cedrela fissilis* (Cedro), *Nectandra megapotamica* (Canela-preta) e *Tetrorchidium rubrivenium* (Embirão).

Espécie	Contração (%)			Inchamento (%)			CA
	Tg	Rd	Lg	Tg	Rd	Lg	
Cedrela ficiilis	5,65 (±0,65)	4,63 (±0,90)	0,29 (±0,25)	6,01 (±0,75)	4,96 (±0,99)	0,37 (±0,32)	1,24 (±0,23)
Nectandra megapotamica	6,10 (±1,42)	4,05 (±1,21)	0,29 (±0,22)	6,57 (±1,58)	4,19 (±1,31)	0,33 (±0,21)	1,51 (±0,47)
Tetrorchidium rubrivenium	5,63 (±1,51)	5,93 (±1,54)	0,24 (±0,23)	7,65 (±1,51)	4,95 (±1,03)	0,24 (±0,23)	1,01 (±0,46)

Onde: Tg = tangencial, %; Rd = radial, %; Lg = longitudinal % e CA = coeficiente anisotrópico. Valores entre parênteses são de desvio-padrão (%).

Os resultados apresentados na tabela 1 demonstram a variação da retratibilidade nos diferentes planos anatômicos, decorrente de processos de adsorção e desorção de água. Nota-se que, em relação à contração das peças, as espécies que apresentaram menor variação foram o Embirão no sentido tangencial e longitudinal e a Canela no radial. Bower et al, (2003), relata que a retração é proporcional à quantidade de água removida da parede celular. A contração longitudinal é geralmente desconsiderada, por ser muito pequena, já a contração tangencial costuma ser maior que a radial.

Uma das características indesejáveis da madeira é o inchamento, pois o mesmo limita seu uso em vários fins industriais, sendo necessária a redução desta variável, a fim de aumentar sua estabilidade dimensional (ESTEVES et al., 2008; ANJOS, 2014). Dessa maneira, no processo de inchamento a menor variação foi obtida pelo Cedro no sentido tangencial, Canela no radial e Embirão no longitudinal. A variação encontrada está relacionada à má orientação dos corpos-de-prova durante a confecção, o que acarretou algumas rachaduras no processo de absorção de água, tal episódio foi relatado por Anjos, (2014), o mesmo diz que após a imersão em água algumas amostras apresentaram rachaduras, em função do mau dimensionamento das peças.

Os motivos da diferença entre a contração e inchamento radial e tangencial são atribuídos em parte à presença dos raios, que, devido à sua orientação, exercem influência restritiva para a contração e inchamento neste sentido (TSOUMIS, 1991). Tendo em vista que o plano tangencial apresenta maior variação comparado com os outros planos, foi preciso analisar os resultados entre as médias no sentido tangencial na contração e no inchamento, observa-se que a média desses resultaram em 5,83% na espécie *Cedrela fissilis*, 6,33% para a *Nectandra megapotamica* e para o *Tetrorchidium rubrivenium* 6,64 %, nesse estudo a espécie *Cedrela ficiilis*, apresentou o melhor resultado, em consequência uma menor variação entre as outras espécies, obtendo elevada estabilidade dimensional, o que esta em conformidade com estudos de Rocha (2000).

O coeficiente de anisotropia (CA) é utilizado para determinar a qualidade da madeira, sendo que, quanto maior for esse fator, mais propensa será a madeira a fendilhar e empenar durante as alterações dimensionais provocadas pela variação higroscópica (DURLO; MARCHIORI, 1992). A espécie que apresentou melhor Ca foi *Tetrorchidium rubrivenium* (1,01) seguido por *Cedrela ficiilis* (1,24) e *Nectandra megapotamica* (1,51), que segundo a classificação proposta por Durlo e Marchiori (1992), valores entre 1,2 e 1,5, representam madeiras de excelente qualidade. Em estudos com o cedro, Nock et al. (1975), encontrou o CA abaixo de 1,5 considerada como excelente. Os mesmos autores indicam madeiras dessa qualidade para usos que não permitam empenamentos e torções, como por exemplo, janelas, móveis, e instrumentos musicais.

4. Conclusões

Os resultados obtidos através da analise dos dados de contração e inchamento em diferentes ambientes, que resultaram na retratibilidade das três espécies avaliadas, levaram as seguintes conclusões:

- madeiras que apresentam valores de CA entre 1,2 e 1,5 são procuradas para usos que não permitem empenamentos e torções (janelas, móveis e instrumentos musicais), portanto os resultados obtidos para o coeficiente anisotrópico das três espécies foram considerados excelentes, o que significa que essas madeiras são menos propensas ao surgimento de rachaduras e outras características indesejáveis que podem limitar o uso das peças para fins mais nobres, portanto podem ser utilizadas em trabalhos que permitam pequenos empenamentos;
- a espécie *Cedrela fissilis* apresentou menor variação, quando comparada às outras em relação à contração e ao inchamento das peças no plano tangencial, mesmo não tendo obtido o melhor coeficiente anisotrópico, podendo ser utilizada para fins nobres, como contraplacados, instrumentos musicais e forros;
- o melhor CA foi encontrado na espécie de *Tetrorchidium rubrivenium*.

Referências Bibliográficas

ANJOS, F. P., **Efeitos da Termorretificação nas Propriedades Físicas de Três Espécies Madeireiras da Amazônia**. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais - Manejo de Ecossistemas e Bacias Hidrográficas) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2014.

ASTM. **American Society for Testing and Materials**. Standard methods of testing small clear specimens of timber, D 143 – 94. Philadelphia, PA, 1995.

BOWYER, J.L.; SHMULSKY, R.; HAYGREEN, J.G. **Forest products ande wood science. Na Introduction. Blackwell Publishing**. New York, 2003.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Embrapa. 1994. 640 p.

DURLO, M. A. **Tecnologia da madeira: peso específico**. Santa Maria. 1991. 29 p. (Série Técnica, 8).

DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. **Tecnologia da madeira: retratibilidade**. Santa Maria. 1992. 33p (Série Técnica, 10).

ESTEVES, B. M.; DOMINGOS, I. L.; PEREIRA, H. M. **Pine wood modification by heat treatment in air**. BioResources, Raleigh, v. 3, n. 1, p. 142-154, 2008.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Madeira: o que é e como pode ser processada e utilizada**. São Paulo: 1985. 189p. (Boletim ABPM, 36)

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasi**l. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 368 p.

NOCK, H. P: RICHTER, H. G.; BURGER, L. M. **Tecnologia da madeira**. Curitiba: UFPR, 1975. 216 p.

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, jan./fev. 2005.

OLIVEIRA, J.T.S.; SILVA, J.C.R. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira Eucalyptus saligna Smith. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.3, p.381-385, 2003.

OLIVEIRA, J.T.S.; FILHO, M.T.; FIEDLER, N.C. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v.34, n.5, p.929-936, 2010.

REITZ, R; KLEIN, R. M; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre RS.** Secretaria da Agricultura e de Abastecimento, 1983. 524 p.

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1978. 296 p.

ROCHA, M. P. **Eucalyptus grandis Hill ex Maiden e Eucalyptus dunnii Maiden como fontes de matéria-prima para Serrarias**. 185 f. Tese (Doutorado)–Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

SOBRAL, M.; JARENKOW, J.A.; BRACK, P.; IRGANG, B.; LAROCCA, J. RODRIGUES, R,S. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil. São Carlos, RiMA/Novo Ambiente.** R.S. 2006.

TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: structure, properties, utilization**. New York: Chapman & Hall. 1991. 494p.

8.6 TRABALHOS DE ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

Sazonalidade da serapilheira em um fragmento de floresta nativa na região Central do RS.

Litter production in a fragment of native forest in central of RS.

Marina Rigon Bolzan[1]
Hamilton Luiz Munari Vogel[2]
Fabriciane Pereira Oliveira[3]
Monique Pimentel Lagemann[4]

[1]Universidade Federal do Pampa – Unipampa, Av. Antônio Trilha, 1847 – São Gabriel – RS
maribolzan90@gmail.com

[2] Universidade Federal do Pampa – Unipampa, Av. Antônio Trilha, 1847 – São Gabriel – RS
hamiltonvogel@unipampa.edu.br

[3] Universidade Federal do Pampa – Unipampa, Av. Antônio Trilha, 1847 – São Gabriel – RS
fabricianeoliveira@yahoo.com.br

[4]Universidade Federal do Pampa – Unipampa – Av. Antônia Trilha, 1847 – São Gabriel – RS
moniquepimentel@hotmail.com.br

Resumo: O presente estudo teve como objetivo, quantificar a produção anual de serapilheira e sua sazonalidade em um fragmento de floresta nativa localizado na região da Depressão Central do RS, no município de São Sepé. No interior desta floresta, em um local com condições homogêneas, foram alocadas de forma sistemática cinco parcelas de 20 m x 15 m, com 30 metros de distância entre si, onde foram distribuídos cinco coletores de serapilheira. Estes foram fixados no local a uma altura de um metro a partir do solo. A coleta do material depositado pelas árvores nos coletores foi realizada mensalmente. No laboratório, as amostras foram separadas nas frações folhas, ramos (diâmetro < 1,0 cm) e miscelânea, após, foram secas em estufa e pesadas em balança de precisão. Verificou-se no primeiro ano estudado uma deposição de 6,53 Mg ha^{-1} ano^{-1} de serapilheira, onde as folhas foram responsáveis por 70%, seguido da miscelânea com 18,6% e dos galhos finos com 11,4%; no segundo ano a deposição média foi menor, com 65,5% representado por folhas, seguido de 21% da miscelânea e 14,7% dos galhos finos. A maior deposição foi observada na primavera, principalmente nos meses de outubro a dezembro, com pico de devolução em outubro.
Palavras-chave: ciclagem de nutrientes, matéria orgânica, floresta estacional semidecidual, folhas.

Abstract: The present study aimed to quantify the annual litter fall and seasonality, in a fragment of native forest located in the Central Depression of RS, in São Sepé. The experiment was conducted in a fragment of Seasonal Semideciduous Forest. Inside this forest, in a place with homogeneous conditions were systematically allocated five plots of 20 m x 15 m length, 30 meters away from each other, which were distributed five collectors in each plot, totaling 25 collectors. These were fixed in place to a height of one meter from the ground. The collection of material deposited by the trees in the collectors was performed monthly. In the laboratory, the samples were separated into leaves, small twigs and miscellaneous. It was the first year studied a deposition 6,53 Mg ha-1 litter fall; this total accounted for 70% leaves, followed by miscellaneous with 18,6% and twigs with 11,4%; the second year the average deposition was lower, with 65,5% represented by leaves, followed by 21% of miscellany and 14,7 % of twigs. In the collection period of the study, there was a greater deposition of litter in the spring, especially in the months from October to December, with peak return in October.
Key words: nutrient cycling, organic matter, seasonal semideciduous forest, leaves.

1. Introdução

Estudos vem demonstrando que o acúmulo de serapilheira, formada por folhas, galhos, cascas, flores e outras partes das plantas, que caem sobre o solo, é responsável pela formação de um horizonte orgânico espesso, que pode acumular altas quantidades tanto de macro como de micronutrientes, realizando dinâmica interna na floresta e mantendo o equilíbrio

ecológico. Segundo Caramori Filho e Baggio (1995), esta serapilheira que se acumula sobre o solo também atua como uma barreira física, reduzindo a erosão e a temperatura na superfície do solo, conservando a umidade do mesmo.

São poucos os remanescentes de florestas nativas na região da depressão central do estado do Rio Grande do Sul, devido aos processos de interferência ligados às práticas de exploração madeireira e demais recursos disponibilizados pelas florestas, destinação de áreas naturais para agropecuária, implantação de espécies agrícolas, grande parte das mesmas estão em estágio avançado de modificação de sua forma original, dessa forma reduzindo os maciços florestais a fragmentos de florestas em estágios de desenvolvimento ou de degradação, interferindo na conservação local do total de florestas naturais existentes e na biodiversidade.

Estudar a dinâmica da deposição de serapilheira é de grande importância para adquirir informações quanto à sustentabilidade, desenvolvimento, e recomposição do ambiente no interior de florestas. Em matas nativas através da deposição de serapilheira há uma significativa contribuição da quantidade de nutrientes que é devolvida ao solo sendo disponibilizado para absorção pelas plantas, sendo considerado o primeiro estágio de transferência de nutrientes e energia da vegetação para o solo (CALDEIRA et al., 2008).

Tendo em vista os aspectos analisados, o presente estudo teve como objetivo principal avaliar a sazonalidade anual da deposição de serapilheira em suas diferentes frações (folhas, galhos e miscelâneas), em um fragmento de floresta nativa localizada na região da Depressão Central, no município de São Sepé – RS.

2. Metodologia do Trabalho

O estudo foi desenvolvido no município de São Sepé – RS em uma área rural pertencente a um cooperado da Cooperativa Tritícola Sepense Ltda (Cotrisel), localizado na região da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul.

A área florestal onde foi realizado o estudo é caracterizada como fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, situada nas coordenadas geográficas de 30º13’04”S, 53º42’47”O e altitude média de 175 m, área possui aproximadamente 20 hectares de extensão, em estágio avançado de sucessão, e aproximadamente 65 anos de idade, de acordo com medições de crescimento realizadas.

Conforme o inventário florístico realizado na área, a densidade é de aproximadamente 1000 árvores por ha, sendo as espécies mais importantes *Cordia americana* (L.) Gottshling & J.E.Mill., *Helietta apiculata* (Benth), *Matayba elaeagnoides* Radlk., *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Sorocea bonplandii* (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer, *Trichilia catiguá* A. Juss e *Trichilia claussenii* C. DC. (SILVEIRA, 2014).

Conforme classificação de Köppen (1948), o clima na região é do tipo Cfa subtropical úmido. A temperatura média anual é de 19,3 ºC com temperatura média do mês mais quente superior a 24 °C no verão e -3 °C no inverno. A precipitação média anual é relativamente alta com valores da ordem de 1500 mm, distribuídas regularmente ao longo do ano.

O solo, segundo Scheffer-Basso et al. (2008), caracteriza-se por possuir textura superficial franco-arenosa no horizonte A e baixo teor de matéria orgânica. O relevo do local é considerado suavemente ondulado.

No interior do fragmento florestal, foram demarcadas cinco parcelas de 20 m x 15 m cada, alocadas de forma sistemática com 30 metros de distância entre elas, em cada parcela foram distribuídos cinco coletores identificados com numeração, totalizando assim 25 coletores (Figura 1).

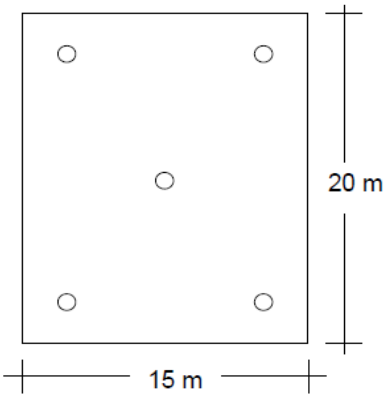


Figura 1: Tamanho das parcelas e disposição dos coletores de serapilheira no fragmento florestal na Região da Depressão Central, São Sepé, RS.
Figure 1: Plot size and arrangement of litter collectors in the forest fragment in the Central Depression Region, São Sepé, Brazil.

Os coletores foram constituídos por uma moldura de ferro de forma circular, com 50 cm de diâmetro, e envoltos por tela de sombrite (2 mm malha), estes foram fixados nas parcelas, com uma altura de um metro partindo do solo para diminuir interferências dos fatores incidentes no meio que podem ocasionar contaminação do material e supostas perdas.

As coletas foram realizadas mensalmente durante o período de aproximadamente dois anos, com início no mês de abril de 2013 a janeiro de 2015, sendo que em cada coleta foi feita a retirada de todo o material vegetal depositado pelas árvores nos coletores, e colocado em sacos plásticos identificados. O material foi transportado até o laboratório de solos e ecologia florestal da UNIPAMPA, onde foi feita a separação das amostras individualmente, nas frações folhas, ramos finos (diâmetro < 1 cm) e miscelânea (cascas, sementes, flores e detritos não identificáveis), as quais foram acondicionadas em sacos de papel. Posteriormente essas amostras foram colocadas em estufa de circulação e renovação de ar a 60°C até atingir peso constante por um período de 72 horas. Após a secagem o material foi pesado em balança de 0,01 g, para obtenção do peso seco. Mediante a quantidade média de serapilheira encontrada nos coletores, foi estimada a biomassa devolvida mensal e anualmente, em kg $ha^{-1}ano^{-1}$, para o piso florestal. Para extrapolação para kg por hectare foi utilizada a expressão (Eq.01):

$$PS = \frac{PMS \times 1000}{AC} \qquad \text{(Eq.01)}$$

Onde: PS: Peso seco (kg ha-1); PMS: Peso matéria seca (kg ha-1); AC: Área do coletor (m²)

3. Resultados e Discussão

A produção anual de serapilheira do remanescente florestal no período de abril de 2013 a março de 2014 foi estimada em 6,53 Mg ha^{-1}, onde a fração folhas representa a maior parte da serapilheira produzida, variando ao longo do ano de observações. Em média, as folhas contribuíram com 70% do total da serapilheira produzida. Este percentual está dentro do intervalo citado por Bray e Gorham (1964), os quais relataram que as folhas, em geral, representam entre 60 a 80% da serapilheira. Os galhos contribuíram com 11,43% do total da serapilheira e a fração miscelâneas representou 18,57%.

No segundo ano de coleta referente aos meses de abril de 2014 a janeiro de 2015, os valores foram um pouco menores em relação ao do primeiro ano de coleta, com média de 66% de folhas, 15% de galhos e 21% da fração miscelâneas. Os valores um pouco menores para o segundo ano de coleta, podem estar relacionados com as maiores precipitações mensais neste período, que podem ter influenciado uma deposição menor, pois as árvores depositam menos folhas quando tem boas condições hídricas no solo, ocorrendo o inverso, quando tem pouca água disponível no solo, as árvores tendem a depositar mais folhas para diminuir a evapotranspiração.

Tabela 1: Produção mensal e total, em kg ha^{-1} de serapilheira e suas frações na Floresta Estacional Semidecidual, RS, no período de abril de 2013 a janeiro de 2015.
Table 1: Monthly and Total production in kg ha^{-1} of litter and its fractions in semideciduous forest, RS, from April 2013 to January 2015.

Mês	Folhas	Galhos	Resíduos	Total
Abril/13	179,26	18,38	23,92	221,56
Maio	179,09	34,8	19,05	232,95
Junho	167,01	21,47	22,24	210,72
Julho	298,28	76,76	10,41	385,45
Agosto	414,43	44,83	11,88	471,14
Setembro	707,36	43,49	60,62	811,47
Outubro	852,72	28,43	159	1040,15
Novembro	611,06	95,84	256,79	963,69
Dezembro	474,93	115,31	327,85	918,08
Janeiro/14	209,7	77,66	113,7	401,06
Fevereiro	324,16	159,94	171,9	656
Março	154,19	29,86	35,61	219,66
Abril	161,69	22,505	34,623	218,778
Maio	99,409	21,141	19,43	142,485
Junho	222,79	128,452	27,23	388,574
Julho	246,782	63,096	29,898	347,617
Agosto	584,277	51,365	61,813	726,151
Setembro	478,9	54,114	72,933	634,908
Outubro	605,238	108,89	221,1629	852,082
Novembro	352,491	75,112	165,703	606,157
Dezembro	286,802	137,8	293,065	661,538
Janeiro/15	150,407	52,281	92,739	289,91

Tem-se em vista que diferentes ecossistemas florestais depositam diferentes quantidades de serapilheira que também podem apresentar diferentes proporções de frações constituintes, são citados a seguir alguns estudos de produção de serapilheira. De acordo com Haag (1985), essas diferenças advêm do ciclo biológico, das condições climáticas, entre outros fatores.

Custódio Filho et al. (1996), estudando a produção de serapilheira e retorno de nutrientes em uma floresta pluvial atlântica (Floresta Ombrófila Densa), registraram uma produção anual de 6.054,10 kg ha^{-1} de serapilheira, sendo que a fração folhas contribuiu com 72,73% do total, os ramos com 16,09% e outros componentes com 11,29%.

Delitti (1984) em um estudo na mata ciliar sazonal semidecídua localizado em Mogi Guaçu (SP), obteve o resultado de produção anual de 7.513 kg ha^{-1}, essa produção de serapilheira teve predomínio de folhas seguindo ritmo sazonal, onde a maior quantidade depositada ocorreu no período menos chuvoso.

Brun et al. (1999) estudaram três fases sucessionais denominadas de capoeirão (27 anos), floresta secundária (50 anos) e floresta madura (+ de 100 anos), de uma Floresta Estacional Decidual em Santa Tereza-RS, relatando uma produção de serapilheira de 6,5, 7,4 e 9,7 Mg ha^{-1} ano^{-1}, respectivamente.

Britez et al. (l992) estudaram a deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista, no município de São Mateus do Sul, estado do Paraná, reportando que a produção total de serapilheira foi de 6.526,7 Mg ha^{-1} ano^{-1}.

König et al. (2002), avaliando a sazonalidade da produção de serapilheira numa floresta estacional decidual no município de Santa Maria - RS, encontraram que a produção de serapilheira durante o ano de estudo foi de 9,2 Mg ha^{-1} ano^{-1}, sendo formada por 67,8% de folhas, 19,3% por galhos finos (< 1 cm de diâmetro) e 12,9% de miscelânea (flores, frutos, sementes, outros materiais vegetais).

A deposição de serapilheira, no primeiro ano, alcançou valores máximos nos meses de setembro a dezembro de 2013 e fevereiro de 2014, os meses de menor deposição foram de abril a junho de 2013. No segundo ano os meses de maior deposição de serapilheira foram agosto, outubro e dezembro de 2014, os meses de menor deposição foram maio e junho de 2014 e janeiro de 2015, demonstrando características sazonais da deposição anual da serapilheira, como representa a Figura 2.

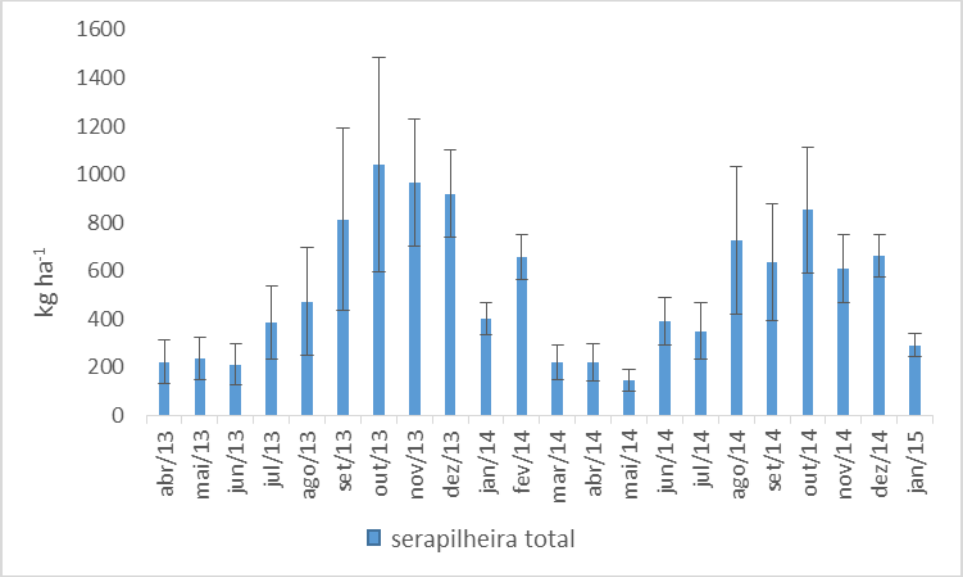


Figura 2: Serapilheira total depositada na Floresta Estacional Semidecidual, RS, no período de abril de 2013 a janeiro de 2015.
Figure 2: Total litter deposited in semideciduous forest, RS, from April 2013 to January 2015.

Em relação à sazonalidade da serapilheira, nota-se que a partir de setembro até dezembro nos dois anos, houve um aumento significativo da deposição da serapilheira com pico de deposição em outubro nos dois anos. Este comportamento reflete a retomada do crescimento das árvores que renovam suas copas e depositam consequentemente grandes quantidades de folhas senescentes neste período, típico de florestas Estacionais Subtropicais. Já as menores

taxas de deposição ocorreram em abril/13, maio/13 e junho/13 e março/14, abril/14 e maio/14.

Santos (1997) analisando estudos de deposição de serapilheira no sul de Santa Catarina em dois fragmentos florestais observou-se que para o fragmento de floresta primária existe bem demarcado maior deposição nos meses de outubro e novembro (primavera) enquanto que no fragmento em estádio avançado de regeneração natural, embora a maior deposição também ocorra no mês de outubro, perceberam-se picos de deposição ao longo do ano (abril e junho).

Os resultados encontrados neste estudo estão próximos aos dos outros trabalhos realizados também em Florestas Estacionais, pode-se dizer que são valores que variam de média a alta produção.

4. Conclusões

Os resultados obtidos demonstraram uma produção elevada de serapilheira no fragmento de Floresta Fstacional Semidecidual, sendo que as folhas tiveram uma quantidade maior de deposição em relação aos resíduos e estes sobre os galhos. A mata nativa apresentou um comportamento sazonal de queda de serapilheira, com a maior taxa de deposição em outubro, período da primavera, devido à retomada do crescimento das espécies, com renovação das copas, estratégia típica da Floresta Estacional Semidecidual.

Verificou-se para o primeiro ano estudado uma deposição média anual de 6,53 Mg ha^{-1} ano^{-1} de serapilheira; deste total as folhas foram responsáveis por 70%, seguido da miscelânea com 18,6% e dos galhos finos com 11,4%. No segundo ano a deposição média de serapilheira foi menor, com 65,5% representado por folhas, seguido de 21% da miscelânea e 14,7% dos galhos finos.

Para o período estudado, houve maior deposição de serapilheira na primavera, principalmente nos meses de outubro a dezembro, com pico de devolução em outubro nos dois anos, indicando uma sazonalidade de deposição, com grande aporte de material orgânico para o ecossistema.

Referências Bibliográficas

BRAY, R. J.; GORHAM, E. **Litter production in forest of the world. Advances in ecological research**, London, v.2, p.101-157, 1964.

BRITEZ, R. M.; REISSMANN, C.B.; SILVA, S. M.; SANTOS FILHO, A. Deposição Estacional de serapilheira e macronutrientes em uma floresta de Araucária, São Mateus do Sul, Paraná. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 766 -772, 1992.

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 DE FERTILIZAÇÃO E NUTRIÇÃO FLORESTAL, 1., 1999, Piracicaba. Anais... Piracicaba: ESALQ, 1999. p. 348-364.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. Semina, Ciências Agrárias, Londrina, v. 29, n. 1, p 53-68, 2008.

CARAMORI, P. H.; FILHO, A. A.; BAGGIO, A. J. Arborização do cafezal com Grevillea robusta no norte do estado do Paraná. Arquivos de Biologia e Tecnologia, v.38, p.1031-1037, 1995.

CUSTÓDIO FILHO, A; FRANCO, G. A. D.C; POGGIANI, F.; DIAS, A.C. Produção de serapilheira e o retorno de macronutrientes em floresta pluvial atlântica – Estação Biológica de Boracéia (São Paulo – Brasil). Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 1-16, 1996.

DELITTI, W. B. C. Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de Pinus elliottii Englem. var. elliottii (Mogi-Guaçu, SP.). 1984. 299 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

HAAG, H. P. Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 144p.

KÖNIG, F. G. et al., Devolução de nutrientes via serapilheira em um fragmento de Floresta Estacional Decidual no município de Santa Maria- RS. Brasil Florestal, v.74, p.45-52, 2002.

SANTOS, R. Produção de serapilheira e decomposição foliar em um remanescente de Mata Atlântica, Orleans, SC. 1997. 78 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; ELLWANGER, M. F.; SCHERER, C. V.; FONTANELI, R. S. Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: cultivar Tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, MG, v. 37, n. 11, p. 1940-1946, novembro, 2008.

SILVEIRA, B. D. Da**, Fitossociologia, crescimento e competição de três espécies nativas da floresta estacional semidecidual da região central do Rio Grande do Sul**. 2014, 106 f. Tese (Doutorado em engenharia florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

Curva de retenção e água disponível em solos de várzea e de coxilha sob diferentes usos

Retention curve and available water in lowland and upland soils under different uses

Letiéri da Rosa Freitas[1]
Mirla Andrade Weber[2]
Frederico Costa Beber Vieira[3]
Jéssica Silveira França[4]
Michael Mazurana[5]

[1] Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Av. Antônio Trilha, 1847 São Gabriel/ RS. letierifreitas@hotmail.com

[2] Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Av. Antônio Trilha, 1847 São Gabriel/ RS. mirlaweber@unipampa.edu.br

[3] Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Av. Antônio Trilha, 1847 São Gabriel/ RS. fredericovieira@unipampa.edu.br

[4] Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Laboratório de Física do Solo, Departamento de Solos da UFSM, Avenida Roraima, 1000. Santa Maria/RS. jessica09sf@gmail.com

[5]Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Departamento de Solos. michael.mazurana@gmail.com

Resumo: Devido à busca pela produtividade e sustentabilidade nos processos de produção, busca-seentender a qualidade do solo e como as práticas de manejo interferem nesta. Por isto, este trabalho teve como objetivo avaliar a curva de retenção de água e quantificar o armazenamento máximo de água disponível às plantas em solos de área de coxilha e de várzea em uma propriedade rural de São Gabriel/RS sob diferentes usos. As áreas avaliadas foram Coxilha Mata Nativa (CXMN), Coxilha Campo Nativo (CXCN), Coxilha cultivada em plantio direto com Soja (CXS), Várzea Mata Nativa (VZMN) e Várzea cultivada em preparo convencional com rotação arroz/soja (VZAS). Para o estudo foram avaliadas a granulometria, o teor de carbono orgânico, a curva de retenção de água e o armazenamento de água disponível no solo nas camadas de 0-30 cm de profundidade. Os tratamentos CX MN, CX CN e VZ MN exibiram maior retenção de água nas primeiras camadas. Os maiores valores de AD foram encontrados nos tratamentos CX MN, CX CN e VZ MN. A curva de retenção de água no solo mostra-se importante em estudos de qualidade dos solos para analisar seus efeitos no ambiente ao longo do tempo.
Palavras-Chave: qualidade do solo, teor de carbono orgânico, granulometria, degradação do solo.

Abstract: Due to the pursuit of productivity and sustainability in production processes, we seek to understand the soil quality and how management practices affect this. Therefore, this study aimed to evaluate the water retention curve and quantify the maximum storage of water available to plants in soils of upland and lowland areas of a farm in São Gabriel/RS under different uses. The areas evaluated were upland under forest (CXMN), upland under native grassland (CXCN), upland cultivated with soybeans under no-till (CXS), lowland under forest (VZMN) and lowland cultivated in conventional tillage with rotation rice / soybean (VZAS). For the study were evaluated particle size, organic carbon content, water retention curve and available water storage (AD)_ in the soil layers 0-30 cm depth. The treatments MN CX, CX CN and MN VZ showed higher water retention in the first layers. The highest values of AD were found in MN CX, CX VZ CN and MN. The water retention curve becomes important in studies of soil qualityto analyze its effects on the environment over time.
Keywords: soil quality, organic carbon content, particle size, soil degradation.

1. Introdução

O solo é um recurso essencial na produtividade agropecuária e florestal. Entretanto, extensas áreas de solo têm sido degradadas devido à utilização de práticas de manejo inadequadas. Essa degradação pode afetar propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. A degradação física, causada, principalmente, pela compactação do, afeta a dinâmica do ar e da água. Essa dinâmica é alterada devido a modificações na quantidade e qualidade dos poros do solo.Diante disso, torna-senecessário entender quais os manejos mais adequados, que não levem a degradação deste recurso.

Pela importância da água no solo, tanto para o desenvolvimento das culturas, como para a estabilidade dos ecossistemas, torna-se importante a avaliação de parâmetros relacionados a esta variável no solo. A curva de retenção de água no solo tem sido utilizada para quantificar o armazenamento de água, bem como a água disponível às plantas. Ela representa a relação entre o conteúdo de água e a tensão da água no solo,sendo que este conteúdo de água em determinado potencial vai depender da estrutura, distribuição e tamanho dos poros (BEUTLER et al., 2002), que podem ser afetados pelo uso e manejo do solo (TORMENA & ROLOFF, 1996; BEUTLER et al., 2001; STONE et al., 2002; STEPNIEWSKI et al., 2002; BEUTLER et al., 2006).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a curva de retenção de água e quantificar o armazenamento máximo de água disponível às plantas em solos de área de coxilha e de várzea de uma propriedade rural da metade Sul do Rio Grande do Sul sob diferentes usos. Além disso, conhecer as principais características do solo que afetam estas propriedades.

2. Metodologia de Trabalho

O estudo foi realizado em uma propriedade rural no município de São Gabriel/RS, localizado na região fisiográfica da Campanha Gaúcha. Foram avaliadas as áreas: coxilha commata nativa (CXMN), coxilhacom campo nativo pastejado (CXCN), coxilha cultivada em sistema de plantio direto com soja (CXS), várzea com mata nativa (VZ N) e várzea cultivada em preparo convencional com rotação soja/arroz (VZAS).

Para este estudo foram avaliados a granulometria, o teor de carbono orgânico (CO), a curva de retenção de água e o armazenamento de água disponível no solo nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm e 20-30 cm de profundidade. A coleta das amostras foi realizada em novembro de 2012 nas áreas de mata nativa e campo nativo na coxilha. Nas demais áreas a amostragem foi realizada em fevereiro de 2013. Para a coleta das amostras foi aberta uma trincheira de 35 cm de profundidade em cada local de estudo. Para a granulometria e teor de CO foram coletadas amostras deformadas em cada camada, sendo uma repetição de campo por camada. As mesmas foram armazenadas em sacos plásticos e levadas ao Laboratório de Solos no campus São Gabriel da Universidade Federal do Pampa. Para a curva de retenção de águano solo foram coletadas amostras indeformadas com auxílio de anéis volumétricos de 4 cm de altura e 5,7 de diâmetro em número de três repetições por camada e local. As amostras indeformadas foram embaladas em papel filme, acondicionadas e levadas ao Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A análise granulométrica foi realizada seguindo o Método da Pipeta (EMBRAPA, 1997) com algumas modificações. O teor de CO foi determinado segundo a metodologia Walkley-Black (NELSON & SOMMERS, 1996) com determinação colorimétrica.

Para a determinação da curva de retenção de água no solo as amostras indeformadas foram submetidas a diferentes tensões (10, 33, 100, 500 e 1100 kPa). Antes da aplicação das tensões, cada amostra dentro de seu respectivo anel, foi saturada com água em uma bandeja e pesada. Posteriormente as amostras foram colocadas na mesa de tensão para a aplicação da tensão de 10 kPa, sendo pesadas após a estabilização das mesmas naquela tensão. Em

sequência as amostras foram transferidas para as Câmaras de Richards onde foram aplicadas as demais tensões, sendo que após a estabilização a cada tensão as amostras foram pesadas. Após a pesagem na tensão de 1100 kPa as amostras foram colocadas em estufa 105°C.

O armazenamento de água disponível no solo de cada área foi calculado na camada de 0 a 30 cm de profundidade a partir da soma das 5 camadas avaliadas. O armazenamento de água disponível (AD) foi calculado pela diferença entre o armazenamento no potencial de 10kPa,considerado como o armazenamento na capacidade de campo (CC); e o armazenamento no potencial 1100 kPa, considerado o do ponto de murcha permanente (PMP), conforme a seguinte fórmula: AD = CC – PMP. O armazenamento de água em cm em cada tensão (10 e 1100 kPa) foi obtido pela multiplicação da umidade volumétrica em cm^3 cm^{-3}(Uv) da amostra pela espessura da camada avaliada, conforme fórmula: A = Uv x Camada.

A análise estatística dos dados foi realizada em parcelas subdivididas, sendo 5 tratamentos, 5 profundidades e 3 repetições para as umidades em cada tensão da curva de retenção de água. Nesta etapa foi utilizado o Teste Tukey ($P<0,05$) para comparação entre médias. Para a análise estatística da água disponível foi utilizada a ANOVA com o Teste Tukey ($P<0,05$) para comparação das médias. Para estas etapas foi utilizado o software Assistat (Versão 7.7 beta).

3. Resultados e Discussão

3.1. Curva de retenção de água

A curva de retenção de água diferenciou-se para os tratamentos e para as camadas amostradas, mostrando interação significativa entre eles, sendo diferente para sistemas de uso e manejo do solo. Isto indica que diferentes atributos do solo influenciaram o conteúdo de água retido em diferentes tensões (Figura 1).

No tratamento CX MN foi encontrado o maior conteúdo de água volumétrica na camada de 0-5 cm de profundidade, sendo que para todos os tratamentos houve diminuição do conteúdo de água retida com o aumento da tensão aplicada. A maior retenção de água na mata nativa na área de coxilha se deve ao maior teor de MOS (Figura 2).

No tratamento CX CN, a retenção de água foi inferior ao da CX MN, mas também apresentou elevados valores na camada superficial (0-5cm). Nas demais camadas amostradas, os valores são muitos próximos, fazendo com que as curvas se sobreponham. O fato da área de campo nativo apresentar um valor inferior ao da área cultivada com soja nas tensões 100, 500 e 1100 kPa e nas camadas 5-10- 10-15, 15-20, 20-30, pode estar relacionado com o superpastejo do gado, ocasionando compactação das camadas superficiais, interferindo na porosidade total.

Já o tratamento com cultivo de soja apresentou sua maior retenção de água nas camadas mais profundas, 15-20 e 20-30 cm. Contudo, esta área cultivada com soja apresentou o menor conteúdo de água retido nas primeiras camadas, 0-5 e 5-10 cm. Este fato pode ter acontecido devido a estado mais compactado do solo, pois nestas áreas é implantada a cultura da soja em sistema de plantio direto. Com o adensamento do solo na superfície, por não haver revolvimento, ocasiona diminuição do volume de poros, especialmente os macroporos, que implica no aumento da resistência a penetração de raízes (BERTOL et al., 2001) e provavelmente também na estabilidade de agregados e na infiltração de água no solo, podendo acarretar em maior escoamento superficial, e assim degradação do solo.

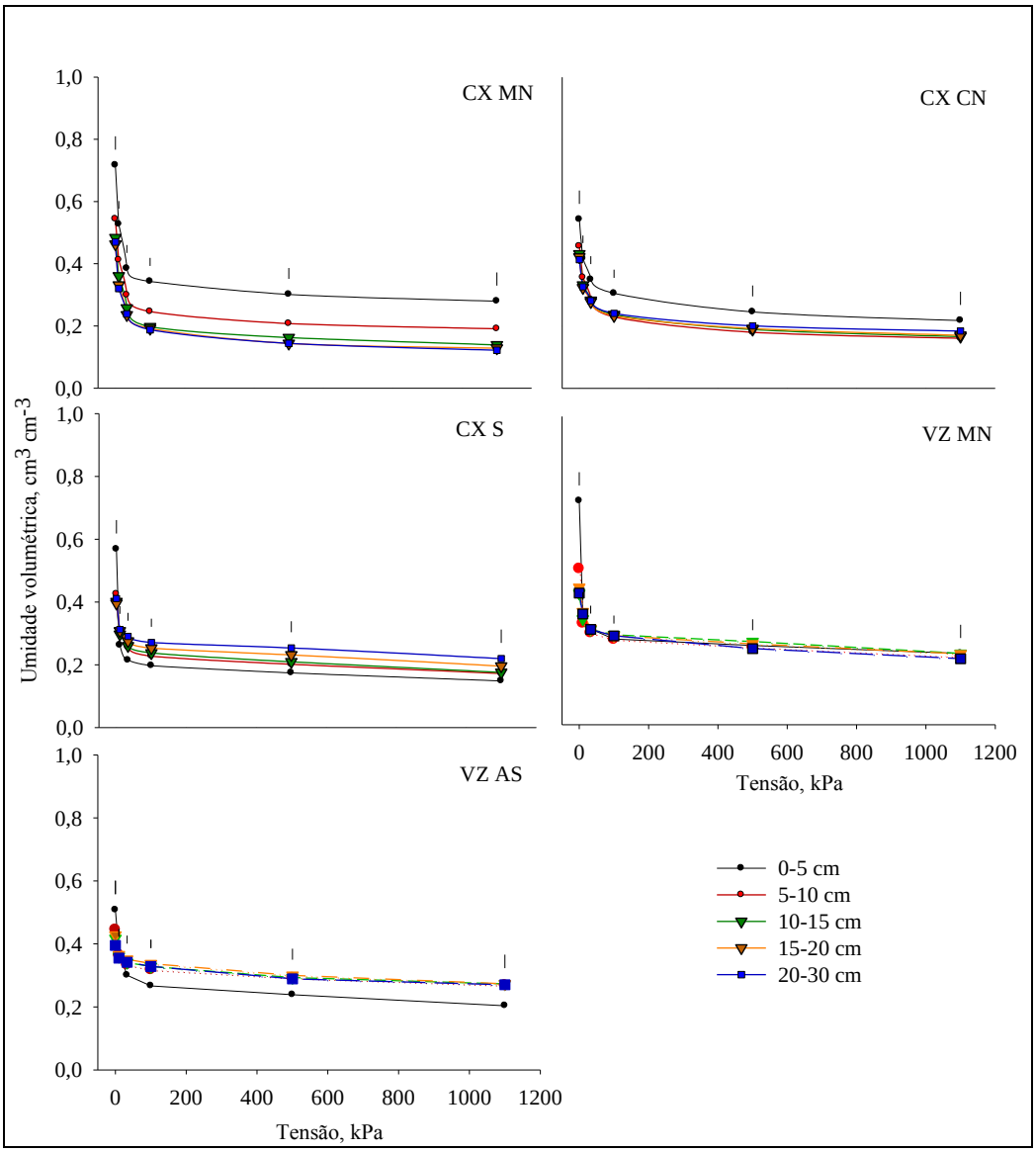


Figura 1. Curva de retenção de água no solo nos tratamentos CX MN: Coxilha com mata nativa, CX CN: Coxilha com campo nativo, CX S: Coxilha com soja, VZ MN: Várzea com mata nativa, e VX AS: Várzeacom rotação arroz/soja nas camadas de 0-5, 5- 10, 10-15, 15-20, 20-30 cm de profundidade. Barras verticais indicam a diferença mínima significativa pelo teste Tukey (P<0,05).

Os tratamentos na área de várzea apresentaram nas camadas mais profundas valores altos de retenção de água em relação às áreas de coxilha. Estes dois tratamentos também foram os que apresentaram os maiores valores de silte e argila (Figura 3).

Na VZ MN houve um alto valor de saturação (tensão de 0 kPa) encontrado na primeira camada, decrescendo gradualmente com a profundidade até os valores começarem a ficar muito próximos entre si. Nota-se que mesmo aplicando mais pressão no solo, o conteúdo de água retido estabiliza-se, ficando as demais camadas com comportamento semelhante. O alto valor encontrado na camada superficial da VZ MN em comparação as camadas mais profundas pode estar relacionado à menor densidade, maior teor de matéria orgânica (Figura 2) e maior macroporosidade, que se faz importante na infiltração de água e aeração do solo.

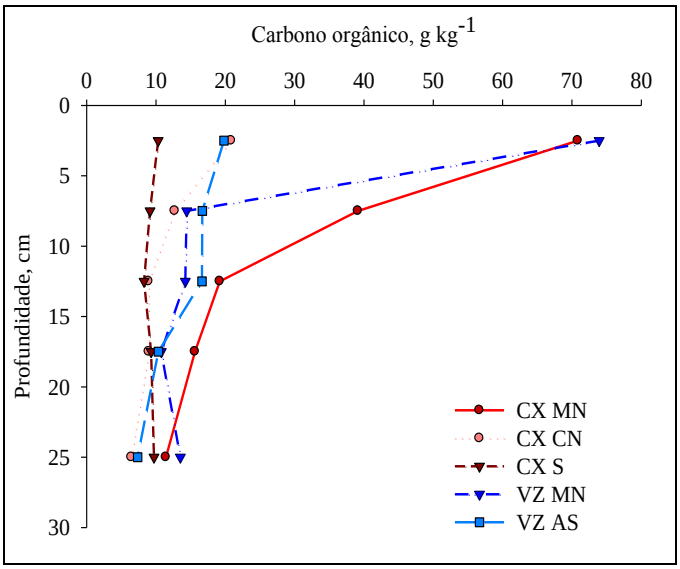


Figura 2 - Teor de carbono orgânico com o aumento da profundidade (cm), nos tratamentos CX MN: Coxilha com mata nativa, CX CN: Coxilha com campo nativo, CX S: Coxilha com soja, VZ MN: Várzea com mata nativa, e VX AS: Várzea com rotação arroz/soja.

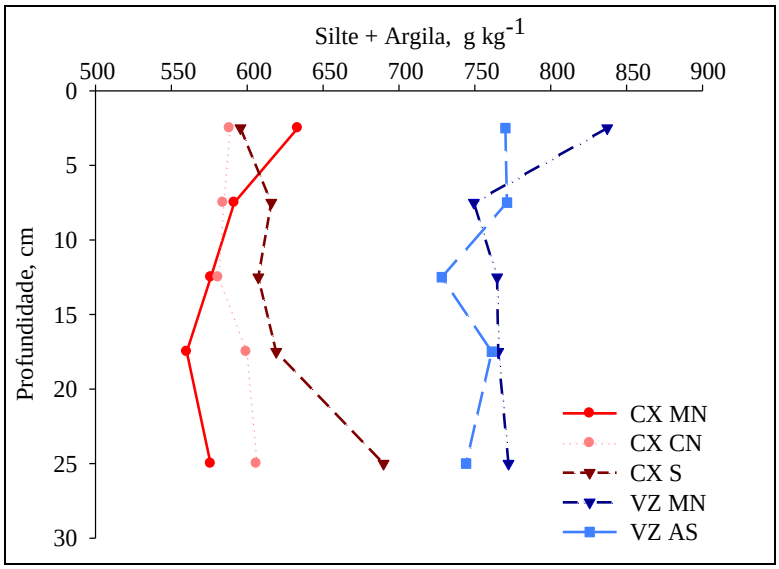


Figura 3 - Teor de silte+argila nos tratamentos CX MN: Coxilha com mata nativa, CX CN: Coxilha com campo nativo, CX S: Coxilha com soja, VZ MN: Várzea com mata nativa, e VX AS: Várzea com rotação arroz/soja em diferentes profundidades.

Para a VZ AS, o sistema de manejo do solo alterou a curva de retenção de água. Nesta área é feito a rotação de culturas com arroz e soja, sendo que quando é finalizada a colheita de arroz, o solo é revolvido para implantação da nova cultura. Este tratamento foi o que apresentou a maior retenção de água nas tensões de 33, 100, 500 e 1100 kPa, diferindo-se dos demais tratamentos (CX MN, CX CN, CX S e VZ MN).

Devido ao solo da área da várzea apresentar maior teor de argila e silte que o solo da coxilha, estes foram os que apresentaram o maior teor de umidade no PMP, ou seja, quanto maior a tensão aplicada (1100 kPa), mais água a VZ MN e VZ AS conseguiram reter. Neste sentido, Reichardt (1987) afirma que a textura é o principal determinante da retenção de água, por atuar diretamente na área de contato entre as partículas sólidas e a água.

A umidade do solo na CC (10 kPa) não correlacionou-se com os teores de silte e argila. No PMP o teor de silte+agila se correlacionou com a retenção de água no solo (r=0,72), demonstrando que com o aumento do teor de argila e silte há um aumento de retenção de água.

3.2. Água disponível

Os maiores conteúdos de água disponível foram encontrados no tratamento CX MN. Verificou-se diferença estatística entre os tratamentos. As duas áreas cultivadas CX S e VZ AS não diferiram estatisticamente (Figura 4).

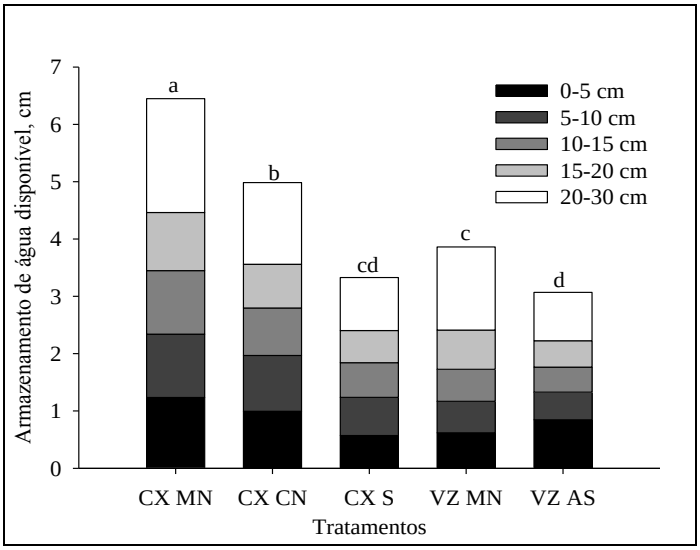


Figura 4. Armazenamento de água disponível (cm), CX MN: Coxilha com mata nativa, CX CN: Coxilha com campo nativo, CX S: Coxilha com soja, VZ MN: Várzea com mata nativa, e VX AS: Várzea com rotação arroz/soja, nas camadas de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-30 cm de profundidade. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores encontrados de água disponível variaram de 0,08 a 0,25 $m^3\ m^{-3}$. Segundo Reynolds et al. (2002) os valores ideais de umidade disponível encontra-se entre 0,15 e 0,20 $m^3\ m^{-3}$. Os tratamentos VZ MN, VZ AS e CX S foram os que apresentaram valores bem inferiores aos ideais, abaixo de 0,15 $m^3\ m^{-3}$. Já a CX MN e CX CN apresentaram valores entre 0,11 e 0,25 $m^3\ m^{-3}$.

Como as áreas da várzea possuem textura mais fina que as áreas da coxilha (Figura 3), a várzeapossui também maior quantidade de microporos para reter a água no solo, além de maior área superficial específica para adsorver as moléculas de água. Porém, a água que se encontra retidano solo nestas áreas, não está em toda a sua proporção disponível para que as plantas absorverem. Isto acontece devido aos poros de menor diâmetro conseguirem reter a água em tensões superiores à extração das plantas.

Os tratamentos que apresentaram maior retenção de água nas últimas camadas, VZ MN e VZ AS (Figura 1), não foram eficientes em disponibilizá-la às plantas. Já a área CX MN, que apresentou maior retenção apenas nas camadas mais superficiais, mostrou-se mais eficiente quanto a este fenômeno de disponibilização de água, possivelmente pelosolomais estruturado e com maior teor de MOS.

Devido à compactação do solo, causada pelo tráfego de máquinas, o armazenamento de água disponível às plantas em áreas adensadas tende a ser mais baixo (DEXTER, 1991) e a

força com que esta água encontra-se retida tende a ser maior (REICHARDT & TIMM, 2004). Isto pode explicar os menores valores de AD nas áreas cultivadas (CX S e VZ AS), mesmo estando a CX S em sistema plantio direto.

Devido a fatores que interferem na disponibilidade de água à planta e por ser a água um fator limitante à produtividade das culturas torna-se importante a realização de estudos que possam avaliar esta propriedade,além de mostrar como o uso do solo pode interferir e modificar o conteúdo de água disponível. Diante disto, comparando os tratamentos CX MN, CX CN e VZ MN, os quaissão áreas mais preservadas, ou seja, com menor intervenção,com os tratamentos CX S e VZ AS, os primeirosapresentaram-se melhores que as áreas que passam pelo cultivo, mostrando que este pode causar modificações nas propriedades físicas do solo, como na estrutura, interferindo na retenção de água no solo e disponibilidade de água as plantas.

4. Conclusões

Entre os tratamentos avaliados, observou-se que a CX MN apresentou a maior retenção de água no solo nas primeiras camadas. Já as áreas de várzea apresentaram maior retenção de água com o aumento da profundidade.

No PMP as áreas de várzea apresentaram maior retenção de água do que as áreas de coxilha, o que pode ser explicado pelo maior teor de silte e argila nas primeiras. Entretanto as áreas de CX MN e CX CN apresentaram os maiores valores de AD.

Com relação ao uso do solo, o cultivo afetou a retenção de água principalmentena primeira camada para as áreas cultivadas CX S e VZ AS e comprometeu a disponibilidade de água destes tratamentos, comparado às áreas que não são cultivadas.

Agradecimentos

Ao Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela realização de algumas análises físicas.

Referências Bibliográficas

BERTOL, l et al. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo manejo do solo. **ScientiaAgricola**, v.58, n.3, p.555-560, jul./set. 2001.

BEUTLER, A. N et al. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho Distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 167-177, 2001.

BEUTLER, A. N et al. Retenção de água em dois tipos de Latossolos sob diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26 p. 829-834, 2002.

BEUTLER, A. N et al. Intervalo hídrico ótimo e produtividade de cultivares de soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p.639-45, 2006.

DEXTER, A. R. Amelioration of soil by natural processes. Amsterdan: **Soil and Tillage Research**, v. 20, n. 1, p. 87-100, 1991.

EMBRAPA.Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA,1997. 212p. Centro Nacional de Pesquisa de Solos.

NELSON, D.W.; SOMMERS, C.E. **Total C, organic C and organic matter**.In ‘Methods of Soil Analysis (chemical). Ed. AL Page. pp 539-579. Soil Science Society of America: Madison, 1996.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas.** Barueri, SP: Manole, 1987. 188p.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera:** conceitos, processos e aplicações. Barueri, SP: Manole, 2004. 478p.

REYNOLDS, W. D. et al. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. **Geoderma**, v.110, p.131- 146, 2002.

STEPNIEWSKI, W.; HORN, R.; MARTYNIUK, S. Managing soil biophysical properties for environmental protection.**Agriculture, EcosystemsandEnvironment**, p.175-181, 2002.

STONE , L. F.; GUIMARÃES , C. M.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro. I: efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.2, p.207-212, 2002.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.20 p.333-339, 1996.

Grau de herbivoria em *Gymnanthes concolor* (Spreng.) Mull. Arg. em Floresta Estacional Decidual

Herbivory degree in *Gymnanthes concolor* (Spreng.) Müll. Arg. in Deciduous Forest

Aline Paula Gobbi [1]
Maria Tereza Portz [1]
Régis André Uebel [1]
Márcia d'Avila [2]

[1] Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, CESNORS, BR 386 km 40, Linha Sete de Setembro, s/n, Cep 98400-000, Frederico Westphalen, RS. alininhagobbi@hotmail.com; maria_portz@hotmail.com; uebel.engenhariaflorestal@gmail.com;

[2] Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, CESNORS, BR 386 km 40, Linha Sete de Setembro, s/n, Cep 98400-000, Frederico Westphalen, RS. davilamar@hotmail.com

Resumo: Este presente trabalho teve como o objetivo avaliar a relação entre a Área Foliar Consumida (AFC) e herbivoria no sub-bosque, borda de clareira e clareira na Floresta Decidual de indivíduos de *Gymnanthes concolor*, no campus da UFSM em Frederico Westphalen, RS. As avaliações foram feitas no segundo semestre de 2014. A coleta de dados foi de realizada de forma aleatória ao longo do fragmento, onde foi feito a medida das alturas, o nível de herbivoria e onde ela se encontrava, sendo no sub bosque, borda de clareira ou clareira. Constatou-se diferença significativa em relação ao número de indivíduos encontrados nos locais avaliados, sendo o sub bosque o local preferencial, pois apresentou maior abundância da espécie. Verificou-se que um maior percentual das plantas que apresentam herbivoria estão localizadas na clareira, após as da borda de clareira e por fim, as do sub bosque, que apresentam um menor percentual de plantas herbivoradas.
Palavras-chave: área foliar consumida, clareira, sub-bosque, borda.

Abstract: The present work aimed at evaluating the relations between the consumed leaf area CLA and herbivory in the understory clearing edge and clearing in decidual forest of Gymnanthes concolor individuals at the campus of UFSM in Frederico Westphalen, RS. The evaluations were carried out in the second semester of 2014. The data collection was carried out at randon over the fragment where one measured the heights, the level of herbivory and where it was located at the understory, clearing edge or celearing. One found out significant differences in regard to the number of individuals found in the measured places, being the understory the preffered site once it showed more abundance of species. One verified that a larger number of plants which presented herbivory are located at the clearing, after the clearing edge ones and at last, the understory ones which presented a lower percentage of herbivored plants.
Key words: Consumed leaf area, clearing, understory, edge.

1. Introduçã

A espécie *Gymnanthes concolor*, de acordo com APG II (2003), com sinonímia botânica *Actinostemon concolor*, pertence à família Euphorbiaceae, localizado em sua grande parte na Floresta Estacional Decidual, desde o Ceará até o Rio Grande do Sul. Segundo Carvalho et al. (2000) é uma arvoreta que ocupa o sub dossel de florestas, se desenvolvendo preferencialmente em plena sombra. Conforme Smith et al. (1988), pode atingir de 2 a 10 m de altura e 18 a 35 cm de circunferência a altura do peito (CAP). E a mesma é conhecida popularmente como laranjeira-do-mato.

De acordo com o mesmo autor, possui flores solitárias de coloração clara, suas folhas são classificadas como simples, alternas ou agrupadas no ápice dos ramos com período de floração entre os meses de setembro a novembro onde sua frutificação ocorre entre os meses

de dezembro a março, possuem címulas bissexuadas ou unissexuadas, brácteas bi glandulares, sépalas estaminadas e pistiladas reduzidas ou ausentes os frutos do tipo cápsulas globosas de 5 a 8 mm de diâmetro. São secos e deiscentes, sendo que, as sementes são dispersas de forma autocórica, ou seja, são desprendidas da planta-mãe através da abertura espontânea do fruto e queda por ação da gravidade, não atingindo grandes distâncias, com isso, as plântulas ficam concentradas no local de origem, com menores chances de sobrevivência.

Conforme Puig (2008) as plantas que vivem no sub-bosque apresentam adaptações a esse meio, como a utilização ótima das pequenas quantidades de luz que, nesse meio, são frequentemente inferiores a 1% da energia incidente no topo do dossel.

De acordo com Uhl et al. (1988), a dinâmica de clareiras tem sido descrita como um dos fatores mais importantes para se entender a regeneração natural de espécies nos trópicos. O resultado da abertura periódica de clareiras em diferentes pontos da floresta resulta em uma sucessão de mosaicos de vegetação com diferentes idades e condições ambientais (Martinez-Ramos et al., 1989). A importância da formação de clareiras está associada à sua influência sobre a regeneração por originar micro-habitats diferenciados, cujas características mais notáveis são o aumento da disponibilidade de luz, espaço e nutrientes (Whitmore, 1978; Denslow, 1987).

Em clareiras existe mais luz, nutrientes e carbono, que são consideradas como condições propícias para o crescimento. Assim, as plantas persistentes podem apenas crescer vagarosamente devido à competição no dossel, e, portanto devem ser mais fortemente defendidas. O menor valor de herbivoria sobre plantas persistentes correlaciona-se com o conteúdo de fenóis, taninos, fibras, celulose e baixo conteúdo de água. Os autores chegaram então à conclusão de que isso não é devido à aparência, mas sim à disponibilidade de recursos (Angelo; Dalmolin, 2007).

Já as bordas de clareira são fatores importantes para a regeneração da área florestal, uma vez que se localiza em um ponto onde a luminosidade é razoável, são compostas principalmente por árvores arbustivas ou plantas pioneiras em desenvolvimento (Ribeiro, 1999).

O sub bosque pode ser definido como a vegetação sub arbustiva ou rasteira, que se encontra no interior das florestas tropicais, principalmente a atlântica que forma o nicho ecológico de vital importância no ecossistema florestal que pertence. Em termos botânicos podemos dizer que o sub-bosque, além de fazer parte do equilíbrio dinâmico da floresta, propicia a manutenção da umidade no solo da floresta e a sua fertilização; proteção do solo contra as enxurradas; a proteção das novas plantas superiores etc.

O termo herbivoria representa o consumo de tecidos vegetais por animais, destacando-se os insetos como os principais herbívoros (Herrera; Pellmyr, 2002). A herbivoria tem um papel importante na manutenção da diversidade vegetal pelo fato de exercer forte pressão seletiva sobre as plantas, promovendo a coexistência de um maior número de espécies vegetais nas comunidades (Ricklefs, 2003).

De acordo com Pianka (2000), as adaptações foliares são influenciadas por muitos fatores que incluem a luz, a disponibilidade de água e a ação dos herbívoros. A destruição destes tecidos geralmente resulta em redução no crescimento ou reprodução das plantas atacadas. Em decorrência dessas reduções, o equilíbrio competitivo pode ser alterado, afetando até mesmo a estrutura de comunidades vegetais (Dirzo, 1980; Coley, 1983; Marquis, 1984). Na natureza encontram-se os mais diversos tipos de herbivoria, podendo ser de alimentação externa ou interna. O tipo desfolhador é considerado o mais comum encontrado na natureza, sendo os insetos desfolhadores reconhecidos como os principais consumidores de tecidos foliares (Hochuli, 2001).

Segundo Correia et al. (2008), a herbivoria é considerada uma interação negativa para as plantas, pois pode provocar prejuízo para o crescimento, podendo até mantê-las em baixa densidades populacionais, além de, de acordo com Sargers e Coley (1995), consequentemente diminuir sua longevidade. Segundo Edwards e Wratten (1980), a queda na produção de biomassa numa planta é consequência da perda progressiva do tecido fotossintético causado pelo herbívoro, ou da redução da área total da folha, visto que isto reduz a capacidade fotossintética da planta.

As plantas desenvolveram um leque de componentes de defesa para escapar dessas fortes pressões seletivas que reduzem as perdas de aptidão causadas pela herbivoria (Coley; Bryant; Chapin, 1985; Karban; Baldwin, 1997). Esses componentes são divididos em defesas físicas, defesas químicas e defesas bióticas. Para Lima et al. (2008), algumas características, como presença de pêlos epidérmicos, esclerênquima, espessura foliar da epiderme e posição das folhas no caule, podem atuar como uma barreira física contra o ataque de potenciais herbívoros.

A estrutura da comunidade vegetal, que abrange tanto a diversidade quanto à composição florística e complexidade estrutural, é um fator de grande relevância na predição de taxa de ataque de herbívoros (Muddoch et al., 1972; Southwood et al., 1979; Sanderson, 1992).

O nível de herbivoria é influenciado pelos processos de investimento das plantas em defesa química, preferência alimentar dos herbívoros, disponibilidade de recursos para as plantas e as condições ambientais locais.

Dessa forma, os efeitos da alimentação dos herbívoros sobre as plantas são severos tanto a curto como em longo prazo, pois controlam o desenvolvimento das plantas, destruindo suas estruturas fotossintetizantes, órgãos de reserva e estruturas reprodutoras (Raven; Evert; Eichhorn, 1996). Portanto, o nível de herbivoria torna-se uma estimativa ecológica importante das interações inseto-planta (Coley; Aide, 1991).

Com o intuito de aumentar o conhecimento sobre *Gymnanthes concolor*, espécie muito frequente na região, esta pesquisa teve como objetivo avaliar e comparar a herbivoria em indivíduos localizados no sub-bosque, borda de clareira e clareira em Floresta Estacional Decidual.

2. Metodologia de Trabalho

A área utilizada para o desenvolvimento do trabalho localiza-se na região do Alto Uruguai nas dependências da Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul, no município de Frederico Westphalen, RS (27º21'S e 53º23'W) em um fragmento de 15,2 ha de Floresta Estacional Decidual.

A coleta de dados foi realizada de forma aleatória ao longo de todo o fragmento, enumerando cada indíviduo de *G. concolor* encontrado, onde foi feito a medida de altura (m), o nível de herbivoria, e onde ela se encontrava na floresta, considerando assim, o sub bosque, borda de clareira ou clareira.

Para medir a altura (m) dos indivíduos utilizou-se o aparelho Vertex, que é um instrumento eletrônico para medições de pequenas distâncias, inclinações e alturas.

Para quantificação da intensidade de herbivoria utilizou-se no segundo galho o segundo par de folhas para estimar visualmente a área foliar consumida, e através do método proposto por Dirzo e Domingues (1995), classificou-se as folhas pela área foliar consumida (AFC) em seis níveis: 0 (0% de AFC); 1 (1-6%); 2 (6,1-12%); 3 (12,1-25%); 4 (25,1-50%); 5 (50,1-100%).

A determinação das categorias de sub bosque, borda de clareira ou clareira foi realizada através de análises visuais. O local onde os indivíduos de *G. concolor* se encontravam eram

classficados como sub bosque aqueles com pouca luz solar, borda de clareira quando estavam em áreas adjantes à clareira, com luz intermediária, e para a clareira quando os indivíduos estavam expostos à luz solar na floresta.

3. Resultados e Discussão

Do total de 272 indivíduos de *G. concolor* coletados, 79,0% encontram-se distribuídos nas duas primeiras classes de altura, ou seja, até 4 m de altura, demostrando que essa população apresenta-se jovem, podendo ser, em função, deste fragmento já ter sofrido várias intervenções e com isso boa parte dele está em processo de restauração (Tabela 1).

Tabela 1. Classes de distribuição de altura dos indivíduos de *Gymnanthes concolor* em Floresta Estacional Decidual, Frederico Westphalen, RS.
Table 1. Height distribution classes of *Gymnanthes concolor* individuals in Deciduous Forest, Frederico Wesphalen, RS.

Classes	Limites (m)	n
1	0 - 2	112
2	2 - 4	103
3	4 - 6	37
4	6 - 8	10
5	8 - 10	7
6	10 - 12	3
	Total	272

Analisando-se os indivíduos de *G. concolor* quanto aos locais que estavam, observa-se maior abundância dos indivíduos no sub bosque com 167 indivíduos, o que representa 61,4%, em seguida na borda da clareira com 70 (25,7%), e 35 (12,9%) indivíduos em clareira (Figura 1), dados estes que concordam com a classificação da espécie na literatura, onde diz que esta espécie se desenvolve no sub bosque e, preferencialmente, na sombra.

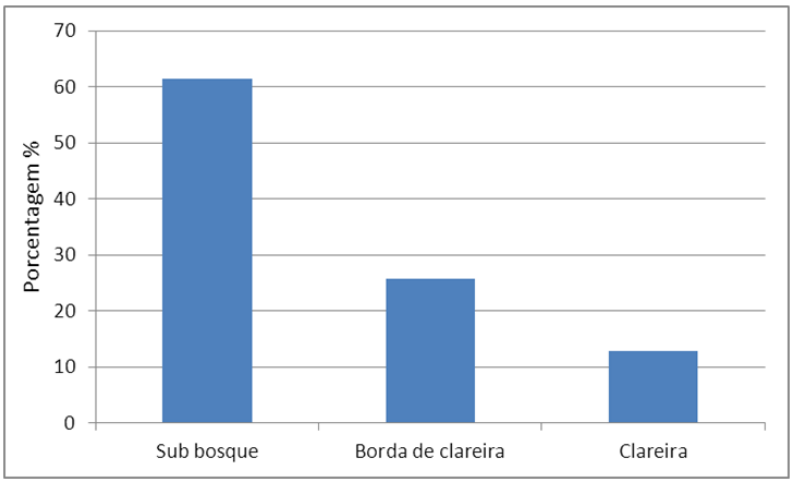


Figura 1. Porcentagem de indivíduos de *G. concolor* encontrados em sub bosque , borda de clareira e clareira em Floresta Estacional Decidual, Frederico Westphalen, RS.
Figure 1. Percentage of *G. concolor* individuals found in understoy, clearing edge and clearing Deciduous Forest Frederico Wesphalen, RS.

Constatou-se também uma diferença significativa em relação as alturas nos respectivos locais analisados, tendo no local clareira os indivíduos com a maior média de altura, seguido pela borda de clareira e sub bosque, sendo este resultado o inverso quando compara-se a abundância de indivíduos nos locais, ou seja, o local com menos plantas e mais luz obtiveram maior altura, provavelmente, devido haver uma menor competição interespecífica e maior abertura no dossel (Figura 2).

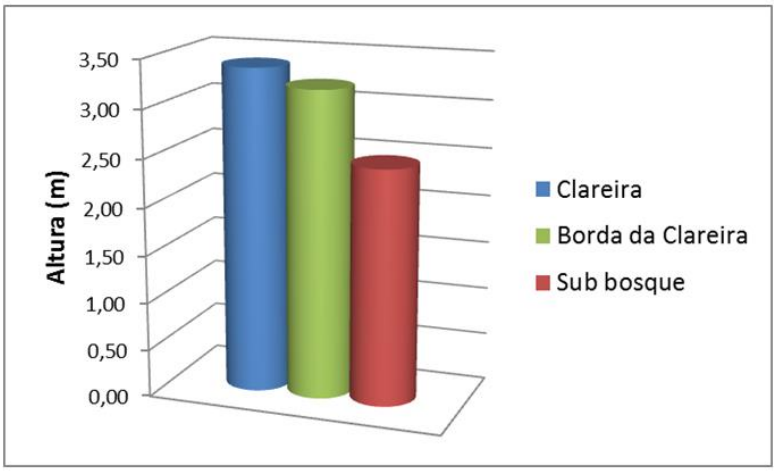


Figura 2. Altura média dos indivíduos de *G. concolor* encontrados nos diferentes locais da Floresta Estacional Decidual, Frederico Westphalen, RS.
Figure 2. Average height of *G. concolor* individuals found in different sites of the Seasonal Deciduous Forest Frederico Westphalen, RS.

Na figura 3, observa-se que uma maior porcentagem dos indivíduos encontram-se com níveis de herbivoria 2, 3, 1 e 4, em ordem decrescente, independente do local onde encontravam-se os mesmos, demonstrando que a maioria dos indivíduos (91,5%) sofreram herbivoria em um nível intermediário, com até 50% da sua área foliar consumida.

Quando compara-se os níveis de herbivoria 2, 3, 1 e 4, faixa onde a maioria dos indivíduos localizam-se, observamos o resultado de 89,8%, 92,8% e 97,2% dos indivíduos, respectivamente, no sub bosque, borda de clareira e clareira, demonstrando que os locais com menor sombreamento tiveram menor percentual de indivíduos com herbivoria de até 50% da área foliar.

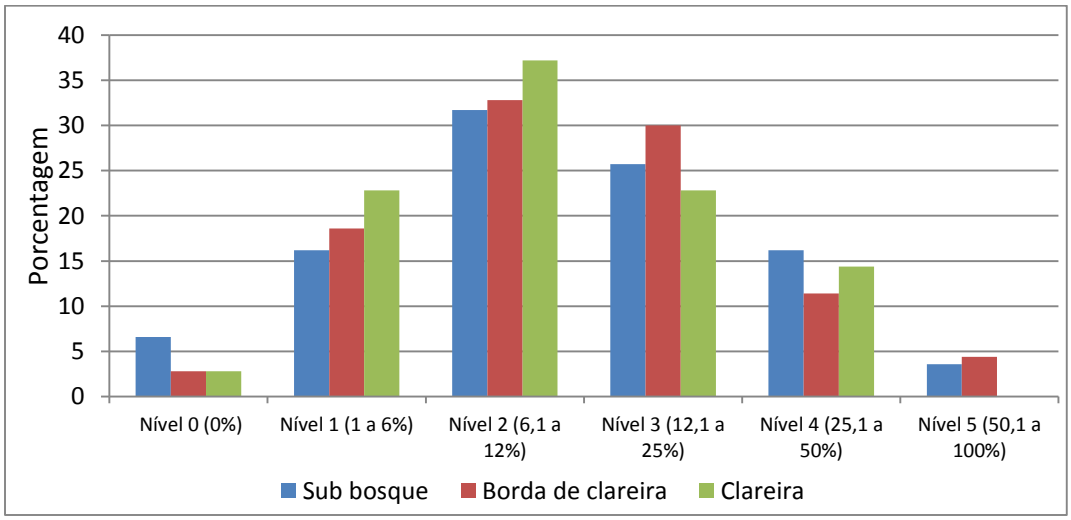


Figura 3. Porcentagem dos indivíduos de *G. concolor* classificados nos níveis de herbivoria nos diferentes locais avaliados em Floresta Estacional Decidual, Frederico Westphalen, RS.
Figure 3. Percentage of *G. concolor* individuals classified in levels of herbivory in the sites evaluated in Deciduous Forest, Frederico Westphalen, RS.

Segundo Rosado et al. (2004), plantas podem responder à herbivoria através de defesas químicas, físicas, biológicas ou até mesmo ser tolerantes a herbivoria.

Os resultados corroboram com a hipótese do estresse, onde em ambientes com menos recursos a planta irá investir menos em defesa, ficando mais vulnerável a herbivoria. Como na área de clareira o recurso sombreamento é baixo e essa espécie prefere locais sombreados, observou-se na área de clareira um maior percentual de indivíduos herbivorados. De acordo com Price (1991) este fato, provavelmente, é um função das plantas estressadas terem uma redução da síntese proteica e, portanto, possuem mais aminoácidos nos tecidos, o que torna as folhas mais nutritivas e combinadas a baixa defesa tornam-se mais vulneráveis à herbivoria.

Na Figura 4, têm-se a relação dos níveis de herbivoria com a altura dos indivíduos mensurados, nos mostrando que os maiores níveis de herbivoria apresentaram-se nas plantas com menores alturas independente do local, portanto as mais jovens são as mais suscetíveis ao ataque dos herbívoros.

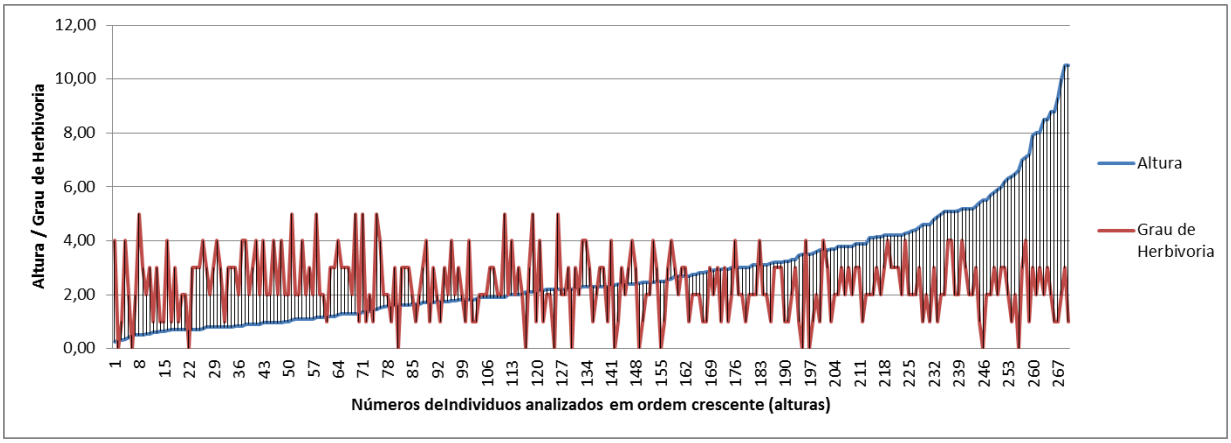


Figura 4. Relação das alturas (ordem crescente) com o grau de herbívoria, em Floresta Estacional Decidual, Frederico Westphalen, RS.
Figure 4. Relationship Heights (ascending order) with the degree of herbivory in Seasonal Deciduous forest, Frederico Wesphalen, RS.

4. Conclusões

Os indivíduos de *Gymnanthes concolor* foram encontrados com maior freqüência no sub bosque, mostrando preferir os locais mais sombreados, sendo as classes de altura menores as mais herbivoradas. Quanto aos locais, observou-se que uma porcentagem maior de indivíduos da espécie sofreram herbivoria nas clareiras.

Além das respostas particulares da planta à herbivoria, há mais processos que podem estar envolvidos no padrão de herbivoria encontrado. A abundância de herbívoros também pode variar entre os locais estudados. É esperado que no ambiente com maior abundância de herbívoros, a herbivoria seja maior. Assim, estudos adicionais são necessários para confirmar quais fatores explicam o padrão de herbivoria encontrado.

Referências Bibliográficas

ANGELO, A. C.; DALMOLIN, A. Interações Herbívoro-Planta e suas Implicações para o Controle Biológico: Que tipos de inimigos naturais procurar? In: PEDROSA-MACEDO, J. H.; DALMOLIN, A.; SMITH, C. W. (orgs.). **O Araçazeiro**: ecologia e controle biológico. FUPEF, Curitiba, 2007. p. 71-91.

APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orden and families of flowering plants: APG II. **Linnaean Society. Botanical Journal**, London, n. 141, p. 399-436, 2003.

BRYANT, J. P.; CHAPIN, F. S.; KLEIN, D. R. Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. **Oikos**, v. 40, p. 357- 368, 1983.

CARVALHO, L.M.T.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Tree species distribution in canopy gaps and mature forest in an area of cloud forest of Ibitipoca range, south-eastern Brazil. **Plant Ecology.** 149:9-22. 2000.

COLEY, P. D.; AIDE, T. M. Comparison of herbivory and plant defense in temperate and tropical broad-leaved forests. In: PRICE, P. W.; LEWINSOHN, T. M.; FERNANDES, G. W.; BENSON, W. W. (Ed.). **Plant-Animal Interactions**: evolutionary ecology in tropical and temperate regions. New York: Wiley, 1991. p. 25-49.

COLEY, P. D.; BRYANT, J. P.; CHAPIN, F. S. Resource availability and plant antiherbivore defense. **Science**, v. 230, p. 895-899, 1985.

CORREIA, P. G. et. al. 2008: **Herbívoria e Anatomia Foliar em Plantas Tropicais Brasileiras;** Revista Ciências e Cultura: São Paulo.

DIRZO, R. & C. A. DOMINGUÉZ. 1995. Plant- herbovore interantions in a Mesoamericantropical dry forest. In: Seasonally DryTropical Forest. Bullock, S. H., Mooney,A.

EDWARDS, P. J.; WRATTEN, S. D. **Ecologia das interações entre insetos e plantas**. São Paulo: EPU, 1980. 71p.

FEENY, P. Plant apparency and chemical defense. In: WALLACE, J.; MANSELL, R. L. (Ed.). **Biochemical Interactions Between Plants and Insects**: Recent Advances in Phytochemistry. New York: Plenum, 1976.
HERRERA, C. M.; PELLMYR, O. **Plant-animal interactions**: an evolutionary approach. Oxford: Blackwell Publishing, 2002. 313p.

HOCHULI, D. F. Insect herbivory and ontogeny: How do growth and development influence feeding behavior, morphology and host use? **Austral Ecology**, v. 26, p. 563-570, 2001.

LIMA, DANIELLE GOMES PEREIRA. 2008: **Herbívoria, Defesas Físicas e Fatores Abióticos em uma Área de Caatinga de Pernambuco.**

MUDDOCH, W. W.; EVANS, F. C.; PETERSON, C. H. Diversity and pattern in plants and insects. **Ecology**, v. 53, p. 819-829, 1972.

PIANKA, E. R. **Evolutionary Ecology**. 6. ed. New York: Benjamim-Cummings, 2000.

PRICE, P. W. The plant vigor hypothesis and herbivore attack. **Oikos**, v. 62, p. 244-251, 1991.

RAVEN, P; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal.** 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 728 p.

RIBEIRO S.A. Sub-Bosque: Importancia e Proteção Jurídica. Disponivel em: < http://www.aultimaarcadenoe.com.br/sub-bosque/> . Acesso em: 19/03/2015.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 503p.

SARGERS, C. L.; COLEY, P. D. Benefits and costs of plant defense in a neotropical shrub. **Ecology**, v. 76, p. 1835-1843, 1995.

SMITH, L.B., DOWNS, R.J. & REITZ, R. **Euforbiáceas**. In Flora ilustrada catarinense. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. 1988.

STRECK, E. V.; *et al*. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre. 2° ed. Ed. EMATER/RS. 2008. p 37- 121.

UHL, C.K.; DEZZEO, N.; MAQUIRINO, P. 1988. Vegetation dynamics in Amazonian tree fall gaps. Ecology, 69:751-763.

WHITMORE, T.C. 1978. Gaps in the forest canopy. In: P.B. Tomlinson & M.H. Zimmerman (eds.), Tropical trees as living systems. Cambridge University Press, New York.

Avaliação da Resiliência de uma Área Degradada no Planalto Serrano Catarinense a partir da Regeneração Natural

Resilience Assessment of a Degraded Area in Santa Catarina Plateau Santa Catarina from the Natural Regeneration

Rafael Angelo Bonatto [1]
Ana Carla Lanzarini [2]
Daiane Alves de Vargas [3]
Júlia Floriano da Silva [4]
Morgana Rosing[5]
Francielle Vieira [6]
Maria Raquel Kanieski [7]

[1] Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages/SC, Brasil, raphael.bonatto@hotmail.com

[2] Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages/SC, Brasil, anacarlalanzarini@gmail.com

[3]Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages/SC, Brasil, dai.avargas_@outlook.com

[4]Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages/SC, Brasil, juliaflorianoo@hotmail.com

[5]Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages/SC, Brasil, morganarosing@yahoo.com.br

[6]Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages/SC, Brasil, franviieira@hotmail.com

[7]Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages/SC, Brasil, raquel.kanieski@udesc.br

Resumo. Objetiva-se com esse estudo avaliar a resiliência em uma Área de Preservação Permanente alterada em Lages, Santa Catarina, por meio da regeneração natural. A vegetação está inserida na área de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Bioma Mata Atlântica. Para identificação e quantificação dos indivíduos, foi estabelecida uma parcela de 15x30m. Estes foram identificados em campoe com o auxílio de literatura especializada. As espécies foram classificadas de acordo com seu grupo ecológico em pioneira, secundária inicial, secundária tardia ou climácica. Foram avaliados os índices de diversidade de Margalef, Shannon e Pielou. Foram encontradas 19 espécies, distribuídas em 13 famílias, totalizando 103 indivíduos. As famílias mais representativas foram Anacardiaceae e Asteraceae, e as espécies com maior número de indivíduos foram *Schinus terebinthifolius* e *Baccharis cf. microdonta.*As espécies encontradas mostram que a área está em um processo inicial de sucessão secundária. A área possui elevada diversidade de espécies, principalmente por se tratar de uma área alterada, sem a dominância expressiva de uma ou mais espécies. Apesar de sofrer com a ação antrópica, a área possui elevada resiliência e ótimo potencial de recuperação com o aproveitamento da regeneração natural.
Palavras-chave: restauração florestal, sucessão secundária, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Aluvial

Abstract. The objective of this study is to assess the resilience in a Permanent Preservation Area Altered in Lages, Santa Catarina, through of the natural regeneration. The vegetation is inserted into the AlluvialMixed Ombrophilous Forest area, Atlantic Forest biome. For identification and quantification of individuals, a sampleof 15x30m was established. The individuals were identified in the field and with the aid of specialized

literature. The species were classified according their ecological group to pioneer, early secondary, late secondary or climax. Were evaluated the diversity index of Margalef, Shannon and Pielou. Were found 19 species belonging to 13 families, totaling 103 individuals. The most representative families were Asteraceae and Anacardiaceae, and the species with the highest number of individuals were *Schinus terebinthifolius* and *Baccharis cf. microdonta*. The species found show that the area is at an early process of secondary succession. The area has a high diversity of species, mainly because it is an altered area without the significant dominance of one or more species. Despite suffering with human action, the area has high resilience and great potential for recovery with the use of natural regeneration.
Key words: Forest restoration, secondary succession, Mixed Ombrophilous Forest, Alluvial Forest

1. Introdução

A fragmentação florestal pode ser entendida como a interrupção de uma grande área de vegetação natural, ocasionada por meios naturais (criação de clareias, lagos) ou por meios antrópicos (estradas, hidrelétricas, pastagens, etc.) (Viana; Pinheiro, 1998). Dentre os efeitos da fragmentação, pode-se citar a perda de espécies raras e ameaçadas de extinção (Oliveira-Filhoet al., 2004), a invasão de espécies exóticas, as alterações nos processos ecológicos, como a polinização e dispersão de propágulos (Rantaet al., 1998) e a diminuição do tamanho populacional de várias espécies.

O estado de Santa Catarina tem todo seu território inserido no bioma Mata Atlântica, composto pelas formações de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual, além das formações pioneiras litorâneas (IBGE, 1992). O Planalto Catarinense pertence à tipologia Floresta Ombrófila Mista ou como também é chamada, Mata ou Floresta com Araucária. Apesar do bioma Mata Atlântica encontrar-se protegido pela Lei da Mata Atlântica, que regulamenta o uso e a exploração de seus remanescentes florestais e recursos naturais (Brasil, 2006), atualmente existem menos de 25% da área original da Floresta com Araucária (Vibranset al., 2013).

Nesse contexto, nas últimas décadas, muitos estudos têm buscado compreender os efeitos da ação antrópica sobre os ecossistemas degradados e sobre os seus processos (Roberts; Gilliam, 1995). A compreensão destes processos e seus principais fatores condicionantes são um pré-requisito para se desenvolver iniciativas voltadas para a conservação, manejo ou a restauração dos ecossistemas (Ashton et al., 2001; Dobsonet al., 1997). Estudos realizados em comunidades secundárias de origem antrópica têm contribuído para elucidar os principais fatores bióticos e abióticos que influenciam os padrões seguidos pela sucessão secundária em florestas tropicais (Guariguata; Ostertag, 2001).

Estudos sobre a regeneração natural são importantes para o conhecimento da estrutura, da composição florística e da dinâmica da vegetação de florestas, que por sua vez, são fundamentais para o desenvolvimento de programas de conservação da biodiversidade e elaboração de planos de manejo em áreas naturais (Barreira et al.,2002, Rodrigues e Gandolfi, 2000).

Resiliência é a capacidade de um ambiente absorver distúrbios sem que mude a qualitativamente seu comportamento, enquanto a condição do equilíbrio é modificada (ACIESP, 1997). Estudos tem demostrado que o grau de resiliência de uma área depende das características de casa espécies, portanto, em função, não do desenvolvimento da qualidade em si, mas das espécies em particular (Halpern, 1988). Assim, a resiliência de um ecossistema é avaliada pelo tempo que ele levará para retornar a condição inicial, ou próxima a este (ACIESP, 1997).A presença de regeneração natural, banco de sementes do solo e banco de plântulas são ótimos indicativos do potencial de resiliência de determinado lugar, pois permite informar a forma como aquele ambiente está conseguindo reagir e se desenvolver após a ocorrência de um distúrbio, como a retirada da vegetação original, por exemplo. A presença desses fatores no ambiente indica que ainda há meios de regeneração

biótica no local. Conhecer esse potencial é fundamental para a determinação dos métodos de restauração na área.

De acordo com Rodrigues et al. (2009), o aproveitamento da regeneração natural, por meio do controle de competidores e condução dos regenerantes, pode ser o método mais efetivo de restauração, sem plantio inicial de mudas, em locais cujo diagnóstico apontou elevado potencial de auto-recuperação do local. Esse potencial ocorre em função do uso histórico da área, que não eliminou os regenerantes naturais e/ou das características do entorno daquela unidade da paisagem, que permitiu a chegada continuada de propágulos de espécies nativas na área a ser restaurada. Já em outras situações, em função do elevado grau de degradação local e/ou regional (uso agrícola intenso, recorrência de queimadas, processos erosivos, descaracterização do substrato, etc.), o único método possível de restauração será a introdução de espécies nativas regionais através do plantio (de mudas ou da semeadura direta).

Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de resiliência em uma Área de Preservação Permanente Alterada, no município de Lages, Santa Catarina, por meio da avaliação da regeneração ocorrente na área.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Área de Estudo

O trabalho foi desenvolvido em uma Área de Preservação Permanente, no entorno de uma nascente localizada no Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina em Lages, SC (Figura 1). O clima na região é classificado por Köeppen como Cfb, ou seja, clima temperado constantemente úmido, com verão ameno onde as temperaturas médias do mês mais quente são inferiores a 22ºC e com temperatura média anual entre 13,8 a 15,8ºC (EPAGRI, 1998). A vegetação local está inserida na área de Floresta Ombrófila Mista Montana, integrante do Bioma Mata Atlântica (Brasil, 1993).

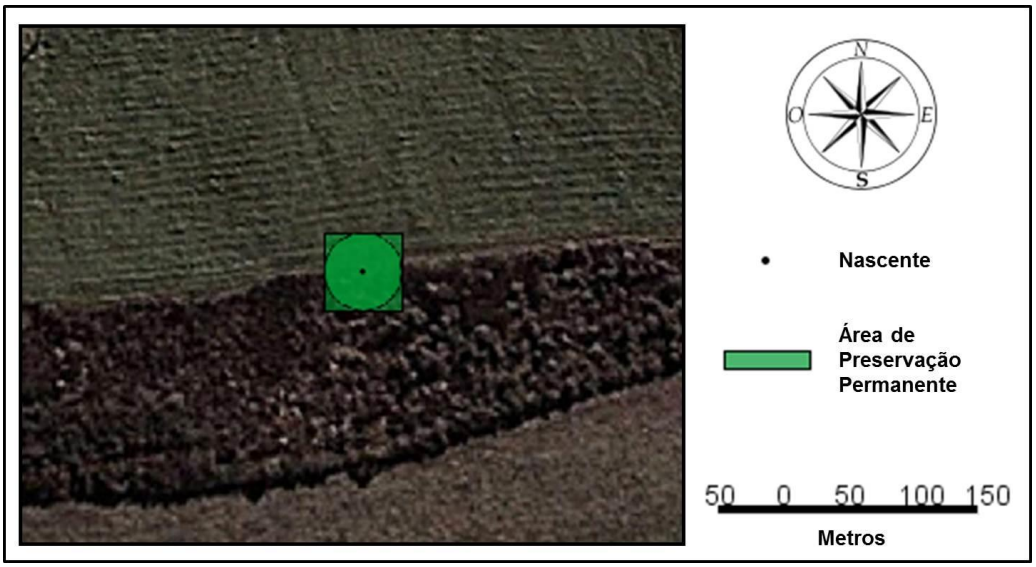


Figura 1. Localização da área de estudo no campus do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC.
Figure 1.Location of the study area in the campus of Agroveterinárias Sciences Center at the Santa Catarina State University, Lages, SC.

2.2. Identificação, quantificação e classificação das Espécies Regenerantes

Para identificação e quantificação dos indivíduos, foi estabelecida uma parcela de 15x30m. Os indivíduos amostrados foram identificados em campo, quando possívele, aqueles não identificados *in loco*,foram coletados, herborizados e identificados com o auxílio de literatura especializada, sendo os nomes científicos baseados na Flora do Brasil (Forzzaet al., 2010) e na Flora Digital do Rio Grande do Sul (FDRS, 2011). Foi quantificado o número de indivíduos por espécie. Para algumas espécies não foi possível essa identificação devido ao hábito da espécie.

As espécies foram classificadas de acordo com seu grupo ecológico em pioneira, secundária inicial, secundária tardia ou climácica.

2.3 Índices de diversidade

Foram avaliados osíndices de diversidade de Margalef (Riqueza – Equação 1), Shannon (Informação – Equação 3) e Pielou (Equidade – Equação 4).

$$R_1 = \frac{(S-1)}{\ln n} \qquad \text{(Equação 1)}$$

$$H' = -\sum_{i=1}^{S}(p_i)(\ln p_i) \qquad \text{(Equação 2)}$$

$$J' = \frac{H'}{H'_{máx}} \qquad \text{(Equação 3)}$$

Em que: R_1: Índice de Margalef; S: número total de espécies; n: número total de indivíduos; H': Índice de Shannon; pi: proporção de espécies numa comunidade; J': índice dePielou; $H'_{máx}$: ln(S).

3. Resultados e Discussão

3.1 Quantificação e Classificação das Espécies Regenerantes

Foram encontradas 19 espécies, pertencentes a 13 famílias, totalizando 103 indivíduos na área amostrada (Tabela 1).

As famílias mais representativas, considerando o número de indivíduos, foram Anacardiaceae, com 26 indivíduos, sendo que a espécie *Schinus terebinthifolius* é a com o maior número de indivíduos (19), e Asteraceae com 25 indivíduos, sendo a espécie *Baccharis cf. microdonta* é a segunda espécie com o maior número de indivíduos (13).

Schinus terebinthifolius se desenvolve em solos pouco férteis e em beiras de rios, córregos e em várzeas úmidas (Carvalho, 2003). No Rio Grande do Sul, as espécies do gênero *Schinus* sp. são pioneiras importantes no processo de recuperação e expansão das áreas florestais, bem como na sucessão vegetacional. Mesmo sendo espécies nativas no Brasil, o cultivo, estimulado devido ao uso como plantas ornamentais e medicinais podem provocar uma introdução acidental dessas espécies em novos ecossistemas e gerar um impacto ambiental considerável (Pawlowski, 2007).

O grande número de espécies de *Baccharis* sp. deve-se, provavelmente, às suas características colonizadoras, e ocorrência natural em solos onde houve degradação (Gomes,2002, citado por Silveira, 2014).

Cerca de 50% das espécies encontradas são espécies pioneiras. Segundo Rauber(2014) espécies pioneiras apresentam características como a resistência à exposição solar intensa, e aparecem nas primeiras fases de sucessão ecológica. Além disso, são normalmente, espécies

bastante rústicas, que toleram condições ambientais extremas, reiniciando o processo de colonização de uma área.

Algumas espécies encontradas possuem a característica de tolerar a umidade, fator marcante no ambiente avaliado. Como é o caso de *Allophylus edulis*, *Eryngium pandanifolium*, *Schinus terebinthifolius*, *Sorocea bonplandii*, *Ulex europaeus latebracteatus*, que são recomendadas para restauração de áreas de preservação permanente, inclusive em locais de inundação e encharcamento (Carvalho, 2008).

Tabela 1. Espécies inventariadas em Área de Preservação Permanente localizada no Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC. P: pioneira;S; secundária e CL: Climácicas.
Table 1. Species inventoried in Permanent Preservation Area located in Agroveterinárias Sciences Center, Santa CatarinaState University, Lages, SC. P: Pioneer; S; secondary; and CL: climax.

Família	**Nome Científico**	**Grupo Ecológico**	**Nº indivíduos**	**Origem**
Anacardiaceae	*Lithraea brasiliensis* Marchand	P	4	América do Sul
Anacardiaceae	*Schinus terebinthifolius* Raddi	P	19	América do Sul
Anacardiaceae	*Schinus polygamus* (Cav.) Cabrera	P	3	América do Sul
Apiaceae	*Eryngium pandanifolium* Cham. &Schltdl.	P	-	América do Sul
Asteraceae	*Baccharis microdonta*DC.	P	13	América do Sul
Asteraceae	*Baccharis dracuncucifolia*DC.	P	9	América do Sul
Asteraceae	*Baccharis sp.*	P	3	América do Sul
Berberidaceae	*Berberis laurina* Thunb.	P	5	América do Sul
Fabaceae	*Ulex europaeus latebracteatus* (Mariz) Rothm	P	-	Europa
Lauraceae	*Ocotea puberula* (Rich.) Nees	S	5	América do Sul
Moraceae	*Soroceabonplandii* (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw& Boer	S	2	América do Sul
Oleaceae	*Ligustrum luciduum*Hemsl.	S	6	Ásia
Primulaceae	*Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br.	S	4	América do Sul
Rutaceae	*Zanthoxylum rhoifolium* Lam.	S	4	América do Sul
Sapindaceae	*Allophylus edulis* (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	S	2	América Latina
Sapindaceae	*Casearia decandra* Jacq.	S	12	América do Sul
Solanaceae	*Solanumcompressum*L.B. Sm. &Downs	S	1	América do Sul
Verbenaceae	*Lantana camara*L.	S	11	Américas Central e Sul, e África Ocidental

* espécies não quantificadas devido ao hábito da espécie

Outras espécies encontradas, como as espécies do gênero *Baccharis*, *Lithraea brasiliensis*, *Ocotea puberula e Zanthoxylum rhoifolium* se desenvolvem em solos de baixa fertilidade química, justificando sua ocorrência em áreas alteradas (Carvalho, 2014).

Eryngium pandanifolium, *Ligustrum lucidum* e *Ulex europaeus latebracteatus* são consideradas invasoras, pois quando se estabelecem não deixam demais espécies se

desenvolver e há dificuldade em eliminá-las. Porém, toleram encharcamento e são utilizadas em recuperação de matas ciliares (Siminiskiet al, 2014). Em áreas em recuperação estas são importantes, pois melhoram as condições para as espécies que irão ocupar a área futuramente, porém seu desenvolvimento deve ser monitorado para que não haja interferência sobre o crescimento de outras espécies nativas da área em recuperação e futuramente estas devem ser retiradas propriciando o desenvolvimento das espécies regionais.

3.2 Índices de diversidade

Os resultados obtidos para os índices de diversidade estão relacionados na Tabela 2. Para o cálculo dos índices foram desconsideradas as espécies em que não foi possível mensurar o número de indivíduos.

Tabela 2.Índices de diversidade para Área de Preservação Permanente localizada no Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC.
Table 2.Diversity indexfor Permanent Preservation Area located in Agroveterinárias Sciences Center, Santa CatarinaState University, Lages, SC.

Índices de Diversidade		
Riqueza	Margalef	3,24
Informação	Shannon	2,52
Equidade	Pielou	0,91

O Índice de Margalef demonstra a riqueza específica e refere-se ao número total de indivíduos. É utilizado para estimar a diversidade com base na distribuição numérica dos indivíduos das diferentes espécies. Quanto maior o valor do índice, maior é a diversidade da comunidade amostrada (Kanieskiet al., 2010).

Kanieski et al. (2012) aoquantificar a diversidade da regeneração natural em uma área de Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, no Rio Grande do Sul, encontrou o valor de 3,81 de riqueza representado pelo índice de Margalef, avaliando uma área de 1ha.O valor encontrado neste trabalho é próximo do encontrado no trabalho citado, mesmo sendo uma área alterada, o que mostra que a área possui elevada riqueza de espécies não obstante as condições ambientais extremas.

O índice de Shannon valoriza as espécies raras, assumindo um valor de zero quando há apenas uma espécie, e o logaritmo do número de espécies, quando todas as espécies estão representadas pelo mesmo número de indivíduos. Para o índice de Shannon, a área pode ser considerada com alta diversidade devido ao valor encontrado, que foi 2,52. No estudo de Kanieski et al. (2012) esse índice atingiu o valor de 2,13, que denota de média a alta diversidade, pois conforme Durigan (1999), os valores deste índice em geral situam-se entre 1,50 e 3,50 para Floresta Ombrófila Mista. Valores semelhantes foram encontrados por Narvaeset al.(2005), na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, com um valor pelo índice de Shannon de 2,22.

Já o índice de Pieloupossui variação entre 0 e 1, sendo que mais próximo de 1, maior é a uniformidade do local. No presente trabalho, o resultado encontrado foi 0,91, indicando que a área possui alta uniformidade da composição florística, ou seja, não há dominância expressiva por uma ou mais espécies.Kanieskiet al. (2012) também encontrou alta uniformidade, com o índice de Pielou de 0,76.

Os índices encontrados, semelhantes ao de uma área de regeneração natural de Floresta Ombrófila Mista pouco alterada, podem estar sendo influenciados por não ter sido possível

a determinação do número de indivíduos de algumas espécies. Estudos futuros devem ser realizados na área considerando a representação e dominância desses indivíduos.

4. Conclusões

As espécies encontradas mostram que a área está em um processo inicial de sucessão secundária. Essas espécies são extremamente importantes para a colonização futura da área por indivíduos de sucessão tardia, pois estão melhorando as condições ambientais para o desenvolvimento destes.

A área possui elevada diversidade de espécies, principalmente por se tratar de uma área alterada, em processo de sucessão secundária em estágio inicial, sem a dominância expressiva de uma ou mais espécies.

Apesar de sofrer com a ação antrópica, a área possui elevada resiliência, e ótimo potencial de recuperação com o aproveitamento da regeneração natural.

Estudos futuros são necessários para uma melhor avaliação da regeneração natural, além do acompanhamento e monitoramento do desenvolvimento da vegetação.

Referências Bibliográficas

ACIESP – ACADEMIA DE CIÊNCIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Glossário de Ecologia**. São Paulo: ACIESP, 2º Ed., 1997. 352p.

ASHTON, A.; MURRAY, A. B.; ARNOULT,, O. Formation of coastline features by large-scale instabilities induced by high-angle waves. **Nature**, v. 414, p. 296-300, 2001.

BARREIRA, S.; SCOLFORO, J. R. S.; BOTELHO, S. A.; MELLO, J. M. Estudo da estrutura da regeneração natural e da vegetação adulta de um cerrado sensu stricto para fins de manejo florestal. **Scientia Forestalis**, n. 61, p. 64-78, 2002.

BRASIL. Decreto nº 750, de 10 de fevereiro de 1993. **Dispõe sobre o corte, exploração e supressão de vegetação de Mata Atlântica e entre outras providências relaciona as formações florestais e ecossistemas associados inseridos no domínio Mata Atlântica**. Brasília, 10 de fevereiro de 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 05/06/2014.

BRASIL. Lei 11.428 de 22 de dezembro de 2006. **Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.**Brasília, 22 de dezembro de 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Acesso em: 18-03-2015.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras.** Brasília: Embrapa, v. 1, 2003. 1035p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras.** Brasília: Embrapa, v. 3, 2008. 593p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras.** Brasília: Embrapa, v. 5, 2014. 634p.

DOBSON, A. P., Monitoring global rates of biodiversity change: challenges that arise in meeting the 2010 goals. **PhilosophicalTransactions of the Royal Society of London** B 360:229–244. 1997.

DURIGAN, M. E. **Florística, dinâmica e análise proteica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo - PR.** 125f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, 1999.

EPAGRI - **Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 1998.

FLORA DIGITAL DO RIO GRANDE DO SUL – FDRS. Porto Alegre; 2011. [cited 2011 maio 16]. Available from: http://www6.ufrgs.br/fitoecologia/florars.

FORZZA, R.C., STEHMANN, J.R., NADRUZ, M., FILARD,F.L.R,. COSTA A., CARVALHO JUNIOR A.A.,et al. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2010.

GUARIGUATA, M. R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and funcional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v. 148, p. 185-206, 2001.

GOMES, V; FERNANDEA, G.W; Germinação de Aquênios de *Baccharis dracunculifolia* D. C. (Asteraceae); 2002. **Acta Botanica Brasilica.** vol.16 no.4 São Paulo Oct./Dec.

HALPERN, C.B**.** Early sucessional pathways and the resiste and resilience of Forest communites. **Ecology**, v. 69, p. 1703-1715,1988.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais**; 1992.

KANIESKI, M. R.; ARAUJO, A. C. B; LONGHI, S. J. Quantificação da diversidade em Floresta Ombrófila Mista por meio de diferentes Índices Alfa. **ScientiaForestalis**, v. 38, n. 88, p. 567-577, 2010.

KANIESKI, M. R., LONGHI, S. J.; NARVAES, I. DA S., SOARES, P. R. C.; LONGHI-SANTOS, T., CALLEGARO, R. M. Diversidade e padrões de distribuição espacial de espécies no estágio de regeneração natural em São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Floresta**, v. 42, n. 3, p. 509 - 518, 2012.

NARVAES, I. da S.; BRENA, D. A.; LONGHI, S. J. Estrutura da regeneração natural em Floresta Ombrófila na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 15, n. 4, p. 331 - 342, 2005.

OLIVEIRA-FILHO, A. T., CARVALHO, D. A.; FONTES, M. A. L.; BERG, V. D.; CURI, N.; CARVALHO, W. A. C. Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma floresta semidecídua alto-montana na chapada das Perdizes, Carrancas, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 2, p. 291-309, 2004.

PAWLOWSKI, A, Soares, G. L. G.. Fitotoxidez de extrato aquoso de Schinus L. Anacardiaceae. **III Jornada de Iniciação Científica Meio Ambiente**,2007 p.28.

RANTA, P.; BLON, T.; NIEMELÃ, J.; JOENSUU, E., SIITONEN, M. (1998). **The fragmented Atlantic rain Forest of Brazil**: size, shape and distribution of Forest fragments. Biodiversity and Conservation v.7, p.385-403, 1998.

ROBERTS, M. R.; GILLIAM, F. S. Patterns and mechanisms of plant diversity in forested ecosystems: implications for forest management. **EcologyApplied**, n.5, p. 969-977.1995.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. **Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares**. In: RODRIGUES, R.R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.) Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: Editora da USP. p. 235-247, 2000.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISENRNHAGEN, I. Org. **Pacto pela restauração da mata atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. 264p.

RAUBER, A. C., CORDEIRO, J.: Espécies lenhosas em uma área de contato entre a floresta ombrófila mista e a floresta estacional semidecidual no município de Cantagalo – PR, **Cadernos Agroecologia**Vol 9, No. 1, p. 4 - 2014

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.

VIBRANS, A. C. et al. **Floresta Ombrófila Densa.** Blumenau: Edifurb, 2013. (Inventário florístico florestal de Santa Catarina; v.4).

SIMINKSKI, A. et al. Projeto tecnologias sociais para gestão da agua – FASE I,. Florianópolis – Santa Catarina 2 0 1 4.

Uso de poleiros artificiais para restauração de área degradada por atividade de mineração

Use of artificial perches for area restore degraded by mining activity

Marcela Peuckert Kamphorst[1]
Ana Paula Moreira Rovedder[2]
Paulo Henrique Jung[3]
Betina Camargo[4]
Aline Peccatti[5]
Roselene Marostega Felker[6]

[1] Universidade Federal de Santa Maria UFSM, Av. Roraima n° 1000, prédio 44, sala 5258
marcelapkl@gmail.com.br

[2] Universidade Federal de Santa Maria UFSM, Av. Roraima n° 1000, prédio 44, sala 5258
anarovedder@gmail.com

[3] Universidade Federal de Santa Maria UFSM, Av. Roraima n° 1000, prédio 44, sala 5258
paulinhohenriquej@bol.com.br

[4] Universidade Federal de Santa Maria UFSM, Av. Roraima n° 1000, prédio 44, sala 5258
be.tina_camargo@hotmail.com

[5] Universidade Federal de Santa Maria UFSM, Av. Roraima n° 1000, prédio 44, sala 5258
aline.peccatti@gmail.com

[6] Universidade Federal de Santa Maria UFSM, Av. Roraima n° 1000, prédio 44, sala 5258
rosifelker@yahoo.com.br

Resumo: Atualmente, as práticas de restauração ecológica têm sido difundidas como alternativa para áreas degradadas pela atividade de mineração. Uma alternativa viável para a restauração florestal é a utilização de poleiros para a atração de dispersores, em conjunto com outras estratégias. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do uso de poleiros artificiais a partir da análise da chuva de sementes. O estudo foi desenvolvido em área de mineração para extração de argila onde foram instalados quatro poleiros artificiais com coletores e quatro coletores testemunhas. A amostragem foi realizada mensalmente, durante o período de dezembro de 2014 a fevereiro de 2015. As sementes foram quantificadas e classificadas de acordo com a sua síndrome de dispersão. Foram encontradas 23 morfoespécies, totalizando 1261 sementes, sendo que 1.153 sementes foram amostradas na presença de poleiros, enquanto 108 sementes nos coletores testemunhas. Das 23 morfoespécies, 15 foram identificadas com síndrome de dispersão zoocórica, cinco com síndrome de dispersão anemocórica e 3 não foram identificadas. A utilização de poleiros artificiais teve grande importância no aporte de propágulos vegetais na área quando comparada com a chuva de sementes natural, tornando-se uma ótima estratégia para restauração ecológica na área de estudo.
*Palavras-chave:*dispersão de sementes, nucleação, propágulos vegetais, recuperação

Abstract: Currently, the ecological restoration practices have been widely used in areas degraded by mining activity. A viable alternative for forest restoration is the use of perches to attract dispersers. The objective of this study was to evaluate the effect of using artificial perches, sort morphospecies in the seeds and identify their dispersal syndromes. The study was conducted in Eldorado do Sul, RS, which were installed four artificial perches with collectors and collectors four witnesses at random. Sampling was conducted monthly during the period December 2014 to February 2015. The seeds were quantified and classified according to their dispersion syndrome. Were found 23 morphospecies, totaling 1261 seeds, and 1.153 seeds were sampled in the presence of perches, while 108 seeds in testumunha collectors. Of the 23 morphospecies, 15 have been identified with zoochoric syndrome, five had anemochoric syndrome and 3 were identified. The use of artificial perches prominently in the incorporation of plant seedlings in the study area, when compared to natural seed rain, and becoming a great strategy for ecological restoration.
Key words: seed dispersal, nucleation, vegetable seedlings, recovery

1. Introdução

A restauração de ecossistemas degradados é uma prática muito antiga, sendo possível encontrar exemplos de sua existência na história de diferentes povos, épocas e regiões (RODRIGUES e GANDOLFI, 2004).

Nas últimas décadas houve grande avanço nos estudos relacionados à ecologia da restauração, tendo visto a grande necessidade de soluções para o aumento da degradação de ecossistemas e pela perda de biodiversidade, além da crescente discussão em relação ao novo Código Florestal Brasileiro, principalmente quando refere-se da recomposição de áreas de preservação permanente (ROVEDDER et al., 2014).

O termo restauração ecológica, de acordo com a Society for Ecological Restoration International (SER, 2004), é definido como "ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e no funcionamento dos processos ecológicos, considerando seus valores econômicos, sociais e ecológicos".

Atualmente, as práticas de restauração ecológica tem sido muito utilizadas em áreas degradadas pela atividade de mineração, visando promover o retorno das funções e da estrutura escossistêmica destas áreas. Segundo Martins (2013) a atividade de mineração está diretamente associada à formação de áreas degradadas, devido à necessidade de alteração drástica do solo, como remoção da camada fértil superficial, mistura de horizontes, compactação e erosão. O processo envolve a movimentação de grandes volumes de materiais, expondo o solo a processos erosivos que provocam sérias alterações ambientais e profundas modificações no equilíbrio ambiental dos ecossistemas (PILLON, 2010).

Para que a restauração ecológica de áreas degradadas pela atividade de mineração seja efetiva, torna-se necessário o avanço em pesquisas, especialmente em florestas tropicais e subtropicais onde há uma elevada diversidade de espécies e cujos remanescentes estão inseridos em paisagens muito degradadas e fragmentadas. Dessa forma, para que o restabelecimento da biodiversidade e dos processos ecológicos possam ocorrer, é necessária a aplicação de um conjunto de intervenções eficientes, e não apenas a aplicação de técnicas silviculturais (BRANCALION et al., 2010).

Quando se dispõe de pouco recurso financeiro para restaurar uma área degradada, ou decorrente de sua grande extensão, pode-se optar pela restauração, através da nucleação. Uma alternativa viável para a nucleação florestal em áreas degradadas é a utilização de poleiros para a atração de dispersores, como aves e morcegos. Os poleiros podem ser classificados como: 1) Poleiros naturais: quando há o plantio de espécies arbóreas com rápido crescimento ou com a conservação de indivíduos remanescentes, favorecendo o pouso dos dispersores. 2) Poleiros artificiais: quando são confeccionados com material seco, como bambus e madeira (MARTINS, 2013).

O poleiro artificial do tipo seco pode ser feito de bambus, com suas ramificações laterais enterradas perpendicularmente ao solo, imitando galhos secos de árvores para a utilização por aves como locais de descanso e forrageamento, onde possam defecar ou regurgitar sementes, incrementando o banco de sementes e plântulas local (REIS et al., 2003).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do uso de poleiros artificiais no aporte de sementes, em área degradada pela atividade de mineração, no município de Eldorado do Sul-RS. Além disso, buscou-se quantificar e classificar em morfoespécies as sementes depositadas nos coletores, bem como identificar suas síndromes de dispersão.

2. Metodologia de Trabalho

O presente trabalho foi desenvolvido em um horto florestal da Empresa Celulose Riograndense (CMPC), localizado no município de Eldorado do Sul-RS, em área anteriormente utilizada para extração de argila, apresentando aspectos de cava abandonada com exposição de saprólito. O local está em estágio de abandono há cerca de sete anos. Esta região apresenta elementos da Floresta Estacional Decidual (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2012) em área de intersecção do Bioma Pampa, com o rebordo do planalto ao norte, a planície litorânea ao leste e a Campanha Gaúcha ao sul. Segundo Streck et al. (2008) os solos predominantes da região são do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico.

Os poleiros artificiais, do tipo seco, foram constituídos por quatro varas de bambu, enterradas e amarradas entre si, sendo deixadas às ramificações laterais superiores livres para o pouso das aves. Ao total foram instalados quatro poleiros, dispostos aleatoriamente no decorrer da área de estudo, com altura média de 3,5 metros.

Na base dos poleiros foram instalados coletores permanentes de sementes, os quais foram confeccionados com madeira (dimensão 1 x 1 m), sendo alocados a um metro de altura do solo e com fundo constituído de sombrite para drenagem de água.

Além dos poleiros, foram dispostos também, aleatoriamente, quatro coletores testemunhas para a análise da chuva de sementes.

A amostragem foi realizada mensalmente, durante o período de dezembro de 2014 a fevereiro de 2015, onde as sementes foram coletadas com auxílio de pinças e alocadas em sacos plásticos para posterior análise. A triagem das sementes foi realizada no Núcleo de Estudos e Pesquisas em Recuperação de Áreas Degradadas-NEPRADE, da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM. As sementes foram separadas em morfoespécies e classificadas quanto a sua síndrome de dispersão (PIJL, 1972).

3. Resultados e Discussão

Durante o período de amostragem foram encontradas 23 morfoespécies de sementes nos poleiros artificiais e nos quatro coletores testemunhas, totalizando 1261 sementes. Do número absoluto de sementes encontradas, 1.153 (91,44%) foram amostradas na presença de poleiros, enquanto 108 (8,56%) nos coletores testemunha.

A amostragem das sementes ao decorrer do período de avaliação está detalhadamente apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Número de sementes encontrados nos poleiros artificiais e nos coletores testemunhas durante o período de dezembro de 2014 a fevereiro de 2015, município de Eldorado do Sul, RS.
Table 1: Number of seeds found in artificial perches and collecting testemunha during the period December 2014 to February 2015, the city of Eldorado do Sul, RS

	Dezembro	**Janeiro**	**Fevereiro**	**TOTAL**
Poleiros	23	727	403	1153
Testemunha	10	25	73	108
Total	33	752	476	1261

Dentre as 23 morfoespécies encontradas, 15 (65,22%) morfoespécies foram identificadas com síndrome de dispersão zoocórica, cinco (21,74%) com síndrome de dispersão anemocórica e três (13,04%) morfoespécies não foram identificadas. De acordo

com a Tabela 2, pode ser observado o número absoluto de sementes distribuídas na presença de poleiros e nos coletores testemunhas, bem como a sua síndrome de dispersão.

Tabela 2: Síndrome de dispersão das sementes encontradas nos poleiros artificiais e nos coletores testemunha durante o período de dezembro de 2014 a fevereiro de 2015, município de Eldorado do Sul (RS).
Table 2: Dispersion syndrome seeds found in artificial perches and collecting testemunha during the period December 2014 to February 2015, Eldorado do Sul (RS).

	Zoocórica	**Anemocórica**	**Não Identificada**	**TOTAL**
Poleiros	23	727	403	1153
Testemunha	10	25	73	108
Total	33	752	476	1261

A utilização de poleiros artificiais teve grande importância na chegada de propágulos na área de estudo, quando comparada com a chuva natural de sementes. O uso de poleiros artificiais se torna uma estratégia efetiva em relação à chegada de novos propágulos de espécies vegetais, incrementando a chuva de sementes natural, exercendo uma função nucleadora, facilitando a expressão do processo restaurativo (TOMAZZI et al., 2007).

No trabalho de Dias et al. (2014) os resultados encontrados são semelhantes ao do presente trabalho, quando analisado o número de sementes encontradas na presença ou na ausência de poleiros artificiais. Os autores obtiveram como resultado 305 sementes nos coletores dos poleiros artificiais e apenas 70 sementes nos coletores testemunha. Desta forma, os autores concluíram que o uso de poleiros artificiais tem suma importância para o incremento do aporte de sementes quando instalados próximos à fonte de sementes.

Diante disto, esta técnica se torna uma estratégia potencial para a restauração ecológica de área degradada pela atividade de mineração, podendo ser implantada juntamente com outras técnicas nucleadoras, tais como o plantio de mudas e a transposição do banco de sementes.

Recomenda-se um posterior estudo para avaliar se as sementes advindas dos poleiros artificais conseguem germinar e incrementar o processo de regeneração natural, tendo em vista a grande degradação física e química do solo na presente área de estudo, o qual pode comprometer a germinação e o desenvolvimento dos propágulos. Concluindo, desta forma, que não basta apenas o aporte de sementes, mas também o seu desenvolvimento no local.

4. Conclusões

A utilização de poleiros artificiais teve grande importância no aporte de propágulos vegetais na área de estudo, quando comparada com a chuva de sementes natural.

O número de sementes e morfoespécies encontradas no presente trabalho indica a importância da técnica instalada na área degradada pela atividade de mineração, onde a restauração ecológica pode ser realizada em conjuto com outras técnicas nucleadoras.

De acordo com a síndrome de dispersão, pode-se concluir que dentro do número absoluto de morfoespécies encontradas destaca-se a dispersão zoocórica, justificando o uso de poleiros como uma estratégia para a chegada de propágulos na área, visando a sua restauração ecológica.

Agradecimentos:

Os autores agradecem à Celulose Riograndense (CMPC) e ao Engenheiro Florestal Elias Frank pelo apoio no desenvolvimento do Projeto de Pesquisa desenvolvido.

Referências Bibliográficas

BRANCALION, P. H. et al. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 455-470, maio/jun. 2010.

DIAS, C, R.; UMETSU, F.; BREIER, T. B. Contribuição dos poleiros artificiais na dispersão de sementes e sua aplicação na restauração florestal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 501-507, abr.-jun., 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manuais Técnicos em Geociências**: Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2 ed. Rio de Janeiro, n. 1, 2012.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas**: Ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração / 3. ed. Viçosa, MG: AprendaFácil, 264p. 2013.

PIJL, L. van der. **Principles of dispersal in higher plants**.Berlin: Springer. 161 p, 1972.

PILLON, C. N.; MIURA, A. K.; ALBA, J. M. F. Agricultura no contexto da recuperação de áreas mineradas. In: ALBA, J.M.F. (Ed.). **Recuperação de áreas mineradas**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, p. 31-46, 2010.

REIS, A, et al. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**. v 1. n° 1. p**.** 28-36, abril 2003.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L. E.; MELLO. J. W. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; SOBRADE, p.203-215, 1998.

ROVEDDER, A. P. M. et al. Perspectivas da restauração ecológica de ecossistemas para o Rio Grande do Sul. In: DORR, A. C. et al. **Práticas e saberes em meio ambiente**. Curitiba: Appris, 2014.

SER – Society for Ecological Restoration International. 2004. **Princípios da SER Internacional sobre a restauração ecológica**. Disponível em: <www.ser.org>. Acesso em 12 abril, 2015.

STRECK, E.V. et al **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: EMATER/RS - 2. Ed, 222p, 2008.

TOMAZI, A. L. et al. Poleiros secos como estratégia de nucleação na restauração de áreas ciliares. In: Congresso de Ecologia do Brasil. Anais do **VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG..

Relação solo-vegetação em fragmentos de Floresta Estacional Decidual no bioma Pampa, RS

Relationship soil-vegetation in fragments of Deciduous Forest in the bioma Pampa, RS

Cristina Gouvêa Redin[1],
Daiane Deckmann Andriollo[2],
José Miguel Reichert[3],
Elias Frank de Araujo[4],
Luisa Bernardi de Carvalho [5]

[1] Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), e-mail: cristina_redin@yahoo.com.br , Avenida Roraima, 1000, Departamento de Solos da UFSM, Laboratório de Física e Hidrologia do Solo, Santa Maria, RS.

[2] Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), e-mail: daiane.dec11@gmail.com, Avenida Roraima, 1000, Departamento de Solos da UFSM, Laboratório de Física e Hidrologia do Solo, Santa Maria, RS.

[3] Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), e-mail: reichert@ufsm.br, Avenida Roraima, 1000, Departamento de Solos da UFSM, Laboratório de Física e Hidrologia do Solo, Santa Maria, RS.

[4] Celulose Riograndense (CMPC), e-mail: elias.araujo@cmpc.com.br, Rua São Geraldo, 1680, Guaíba, RS.

[5] Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), e-mail: dudibernardi@hotmail.com, Avenida Roraima, 1000, Departamento de Solos da UFSM, Laboratório de Física e Hidrologia do Solo, Santa Maria, RS.

Resumo: O estudo foi realizado em dois fragmentos florestais no bioma Pampa, com o objetivo de investigar possíveis relações entre a flora, variáveis edáficas e topografia. O inventário foi realizado em 40 e 20 unidades amostrais de 100 m² instaladas em FEM e FEI, respectivamente para caracterização florística. De todos os indivíduos arbóreos com CAP ≥ 15,7 cm foram coletados dados de altura total e CAP. As amostras com estruturas preservadas e não preservadas de solo para análises de propriedades químicas e físicas, foram coletadas em 9 trincheiras dispostas em locais onde constatou-se mudança pedológica. Os dados foram submetidos à análise multivariada PCoA. Conforme os resultados obtidos, os fragmentos apresentam média diversidade florística e 3 diferentes classes de solo, Neossolo e Vertissolo (FEI) e Gleissolo (FEM). Constatou-se que as variáveis edáficas: densidade, microporosidade, teores de P, H, K, Na, Mg, Ca, S, carbono orgânico e relação C/N, conciliadas com posicionamento no relevo, interferem na distribuição das espécies nas área de estudo. Espécies pioneiras como *Allophylus edulis* e *Gochnatia polymorpha*, ocorrem correlacionadas à maiores teores de H em solo de baixada plana, enquanto que em gradiente de relevo estão *Zanthoxylum rhoifolium, Zanthoxylum fagara* e *Maytenus* sp., associadas a Neossolo e Vertissolo.
Palavras-chave: análise multivariada, diversidade, solo, vegetação florestal.

Abstract: The study was conducted in two forest fragments in bioma Pampa, in order to investigate possible relationships between vegetation, soil characteristics and topography. The survey was conducted on 40 and 20 sampling unitsof 100 m² installed in FEM and FEI, respectively for floristic characterization. All of trees with CAP ≥ 15.7 cm were collected data from total height and CAP. Samples preserved and non-preserved structures soil for chemical analyzes and physical properties were collected in 9 trenches disposed in areas where it was found pedological change. The data were subjected to multivariate analysis PCoA. According to the results, the fragments have an average floristic diversity and 3 different soil types, Neossolo and Vertissolo (FEI) and Gleissolo (FEM). It was found that the soil variables: density, microporosity, levels of P, H,K, Na, Mg, C a, S, organic carbon and relationship C/N, reconciled with positioning relief, interfere in the distribution of species in the study area. Pionner species like *Allophylus edulis* and *Gochnatia polymorpha* occur correlated with higher levels of H in flat lowland soil, while they are in prominent gradient occur *Zanthoxylum rhoifolium, Zanthoxylum fagara* e *Maytenus* sp. with Neossolo and Vertissolo.
Keywords: multivariate analysis , diversity , soil, forest vegetation.

1. Introdução

O Rio Grande do Sul possui extensas áreas de campo intercaladas com florestas, sendo essa última principalmente encontrada ao longo dos rios e ambientes mais declivosos e úmidos. Entremeados na composição de um mosaico vegetacional único, onde contracenam campos e florestas, é possível identificar a influência de distintas províncias fitogeográficas (Chaquena, Amazônica e Andino-Patagônico), as quais possuem na flora gaúcha, representantes como testemunhas (REDIN, 2013).

Esta paisagem já chamava atenção dos primeiros naturalistas que visitaram a região Sul do Brasil (BAUERMANN et al., 2008). Pode-se citar neste contexto, Lindman (1906), Rambo (1956) e Klein (1975). Por meio de evidências fitogeográficas, estes autores afirmam que os campos formam o tipo de vegetação mais antigo e que a expansão florestal seria um processo recente, devido às mudanças climáticas para condições mais úmidas (Dos SANTOS, 2012).

É no bioma Pampa que se encontram as maiores extensões de campo natural contínuo (Dos SANTOS, 2012). Estes campos constituem a matriz da vegetação do bioma, apresentando-se entremeados por florestas ao longo dos cursos dos rios (BOLDRINI et al., 2010). O componente florestal está presente em afloramentos rochosos, margens de mananciais hídricos e encostas declivosas (ROVEDDER, 2013). Conforme a mesma autora, formações florestais se desenvolvem naturalmente em locais que não favorecem a tipologia campestre, tais como em afloramentos rochosos e enclaves em meio ao campo nativo. Os pequenos núcleos florestais comuns em paisagens do sul do Brasil iniciam em locais rochosos (PILLAR, 2003).

A vegetação reflete o efeito de atributos, como: textura, profundidade, disponibilidade de nutrientes e outros (TOLEDO et al., 2009). Relações típicas de solo-vegetação ocorrem de acordo com gradientes de recursos, entre os quais se destaca o grau de fertilidade, hidromorfia e profundidade do solo (ROVEDDER, 2013). Reforçando esse embasamento, Duarte (2007) afirma que características edáficas e hidrológicas não só se relacionam com a distribuição dos complexos vegetacionais de uma determinada região, como também dentro de uma mesma formação e são frequentemente correlacionados com a distribuição espacial das espécies. No tocante ao cenário florístico e edáfico avaliado no presente estudo, a área encontra-se em uma região de transição entre a Serra do Sudeste e a Depressão Central, as quais possuem grande heterogeneidade de formações geológicas, interferindo diretamente na pedologia da região, o que, por conseguinte, reflete na florística.

As investigações que tratam sobre padrões complexos da relação vegetação – ambiente, conforme Felfili (2007) utilizam procedimentos estatísticos por meio da Análise Multivariada. Nesse caso aplica-se técnica de ordenação a fim de explorar a relação existente entre variáveis edáficas e vegetação natural. Estas técnicas permitem uma análise exploratória das relações entre diversos fatores, o que tem demonstrado potencial no estudo de ambientes altamente heterogêneos (FELFILI, 2007).

Valendo-se do cenário florístico atual, onde dividem espaço formações campestres e florestais, a proposição do presente estudo pretende examinar possíveis relações existentes entre flora e variáveis do solo em dois fragmentos florestais presentes em área pertencente ao bioma Pampa.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi realizado em área pertencente ao município de São Gabriel, no estado do Rio Grande do Sul, a área em questão é um horto florestal destinado ao cultivo de

Eucalyptus sp, pertencem à empresa Celulose Riograndense (CMPC). A área de estudo está inserida na região fisiográfica da Serra do Sudeste, região esta que apresenta relevo com grandes diferenças topográficas e ambientes fisionomicamente distintos (CAPORAL; BOLDRINI, 2007).

O clima segundo a classificação de Köeppen, pertence à variedade Cfa, tendo suas condições climáticas determinadas pela latitude e continentalidade. As áreas estão dentro dos domínios da região fitoecológica da Estepe Estacional, a qual estende-se na porção sul do estado, incluindo os pampas ondulados, a depressão central gaúcha e grande parte da campanha e do escudo (LEITE, 2002). Destacam-se nas paisagens as matas de galeria, pertencentes aos domínios da Floresta Estacional Decidual, margeando afluentes hídricos e pequenos fragmentos florestais em meio ao campo, compostos geralmente por espécies arbóreas pioneiras.

2.2 Procedimento amostral

Foram instaladas ao todo 40 unidades amostrais em fragmento florestal em estágio médio de regeneração natural (FEM) e 20 unidades amostrais em fragmento florestal em estágio inicial de regeneração natural (FEI), todas com área igual a 100 m² (10 x 10 m), para coleta de dados referentes à vegetação arbórea. De todos os indivíduos arbóreos com medida de circunferência à altura do peito (CAP) ≥ 15,7 cm, foram coletados dados referentes ao CAP medido com fita métrica e à Altura total, medida visualmente tendo como base uma vara graduada de 10 m de comprimento. Todas as espécies, pertencentes ao estrato arbóreo, foram identificadas em *locu* por especialistas na área de dendrologia florestal, seguindo a classificação do APG III (2009).

As coletas de amostras com estruturas preservadas e não preservadas de solo para posteriores análises de propriedades químicas e físicas, foram realizadas em 9 trincheiras de aproximadamente 1,5 m dispostas em locais onde constatou-se mudança pedológica. As coletas foram realizadas após a descrição e classificação dos perfis por pedólogo.

2.3 Análises de vegetação e de solo

Após identificação dos espécimes arbóreos inclusos nas unidades amostrais, foram realizados cálculos referentes à área basal total de cada espécie e determinação da diversidade específica (índice de Shannon) e equabilidade (índice de Pielou) para cada fragmento avaliado.

As análises de propriedades químicas do solo foram realizadas de acordo com a metodologia da EMBRAPA (1997). Os teores de Ca2+ e Mg2+ foram determinados por espectroscopia de absorção atômica após extração com KCl 1,0 mol L-1 . O K+ e o Na+ trocável foram extraídos com solução de HCl 0,05 mol L-1 e seu teor determinado por fotometria de chama. A acidez potencial foi determinada em extrato de Ca (OAc)2 1,0 mol L- 1 a pH 7,0 e titulado com NaOH 0,0606 mol L-1. O Al3+ trocável foi extraído com solução de KCl 1,0 mol L-1 e titulado com NaOH 0,025 mol L-1. O pH foi determinado em extrato de H2O destilada e KCl na proporção 1:2,5. A determinação do carbono orgânico se deu pelo método Walkley-Black modificado (EMBRAPA, 1997). A partir dos dados analíticos foi possível calcular a capacidade de troca de cátions (CTC) a pH 7,0, a saturação por alumínio e a saturação por bases e a relação silte/argila.

Foram determinadas as seguintes propriedades físicas do solo a partir de amostras com estruturas preservadas, postas em coluna de areia nas tensões de 1, 6 e 10 Kpa: Macroporosidade, microporosidade (6 Kpa), porosidade total do solo e densidade do solo. À partir de amostras com estruturas não preservadas determinou-se a granulometria do solo (areia, silte e argila), por meio do Método da Pipeta utilizando solução de NaOH 0,1N como

dispersante químico e agitação mecânica em aparato de baixa rotação por 12 h, seguindo o método proposto pela EMBRAPA (1997).

Os dados referentes às 9 unidades amostrais foram submetidos à análise exploratória de ordenação por coordenadas principais (PCoA), efetuada no software MULTIV (Pillar 1997). Com fins de padronização das variáveis utilizou-se transformação vetorial para as matrizes contendo dados da vegetação florestal e campestre. A matriz de similaridade foi calculada usando a medida de semelhança de Distância de Corda. Para análise de ordenação foram selecionadas espécies e variáveis ambientais com valores de correlação maiores que 0,5 com pelo menos um dos eixos de ordenação. As variáveis testadas foram: propriedades químicas básicas do solo, densidade do solo, macroporosidade, microporosidade, porosidade total e granulometria; Posições no relevo: baixada, meia encosta, topo e baixada plana.

3. Resultados e Discussão

Considerando o componente arbóreo em área de FEI, foram encontrados 211 indivíduos, 23 espécies e 17 famílias botânicas em 20 unidades amostrais. Em área de FEM, foram encontrados 634 indivíduos, 27 espécies, distribuídas em 20 famílias botânicas nas 40 unidades amostrais. Em estudo realizado por Jurinitz e Jarenkow (2003) em fragmento de Floresta Estacional da Serra do Sudeste, foram encontradas em 1 ha inventariado 69 espécies pertencentes à 34 famílias botânicas; dentre estas Myrtaceae e Lauraceae apresentaram o maior número de espécies.

Os resultados expressos pelo índice de Diversidade de Shannon indicam média diversidade para FEI (2,40 nat. por indivíduo) e FEM (2,41 nat.por indivíduo). Não há entre as áreas diferenças significativas para diversidade de espécies; contudo, diferenças existem na composição florística, evidenciada por meio de espécies exclusivas. São 6 espécies que ocorrem em FEI e não ocorrem em FEM, enquanto que 10 espécies ocorrem em FEM e não em FEI. A equabilidade de indivíduos estimada pelo índice de Pielou apresentou resultados iguais a 0,76 e 0,73 para FEI e FEM, respectivamente. Os resultados indicam relativa dominância ecológica de poucas espécies sobre as demais no componente arbóreo das formações vegetais.

As classes de solo encontradas foram: Gleissolo Háplico Ta Eutrófico típico em FEM, e Neossolo Regolítico Eutrófico típico e Vertissolo Ebânico Órtico chernossólico em FEI, apresentaram respectivamente as seguintes classes texturais: Média-siltosa, Média-arenosa e Média-siltosa. Quanto aos valores de microporosidade, macroporosidade e porosidade total foram encontradas médias de 0,26 g cm^{-3}, 0,24 g cm^{-3}, e 0,50 g cm^{-3}, para Neossolo e 0,39 g cm^{-3}, 0,05 g cm^{-3}, e 0,44 g cm^{-3}, para Vertissolo, ambos em FEI. Para Gleissolo em FEM os valores médio foram de 0,32 g cm^{-3}, 0,11 g cm^{-3} e 0,43 g cm^{-3}.

Pode-se observar que os maiores valores para porosidade total são de Neossolo, Gleissolo e Vertissolo apresentaram valores semelhantes para esta variável. Pode-se destacar ainda o baixo resultado de macroporosidade para Vertissolo, solo composto principalmente por argilominerais diminutos que influem positivamente sobre a microporosidade e negativamente sobre a macroporosidade do solo.

Os valores de densidade para as três classes de solo aumentam com a profundidade no perfil, demonstrando que em condições naturais, a densidade do solo tende a apresentar este comportamento. Atribuídos a este aumento está a diminuição do teor da matéria orgânica e o adensamento natural proporcionado pelas camadas sobrejacentes (KIEHL, 1979; CAVENAGE et al., 1999; BRUN, 2008; MORALES et al., 2010). Em FEM o valor médio de densidade do solo para Gleissolo foi de 1,51 g cm^{-3}, para Vertissolo e Neossolo em FEI os valores médios foram de respectivamente, 1,42 g cm^{-3} e 1,43 g cm^{-3}.

Os dados atribuídos às propriedades químicas do solo representam a condição natural do solo, posto que não foram feitas adubações nas áreas avaliadas. O valor médio de pH (em água) é de 5,4 na classe de solo encontrada em FEM e de 5,0 e 6,8 respectivamente para as duas classes de solo, Neossolo e Vertissolo, encontradas em FEI, sendo portanto considerados respectivamente, fortemente ácido, extremamente ácido e neutro. No Rio Grande do Sul, em um levantamento realizado em cerca de 60.000 amostras de solos, 70% delas apresentaram pH em água inferior a 5,5 (DRESCHER et al. 1995). Vinculados aos altos valores de pH estão altos valores de alumínio trocável no solo, em FEM.

Os maiores valores de CTC a pH 7,0 foram encontrados em FEI na classe de Vertissolo, com média igual à 19,5, devido principalmente à textura mais argilosa e rica em argilominerais "jovens" de natureza 2:1. Os menores valores de CTC estão na classe de Neossolo, também em FEI (média igual à 8,2). A classe de Gleissolo encontrada em FEM apresentou valor médio para esta variável igual à 11,4. Outros fatores, além da matéria orgânica do solo, que influem na CTC são tipo e quantidade de argilominerais, pH da solução do solo e adsorção específica de íons (MEURER et al., 2012).

O diagrama de ordenação (Figura 1) feito para a vegetação florestal mostra que a variável H (hidrogênio) não ocorre associada a condições de solo com maiores teores de CTC e nutrientes do solo. Esta variável indica condições de solo com maiores teores de acidez potencial.

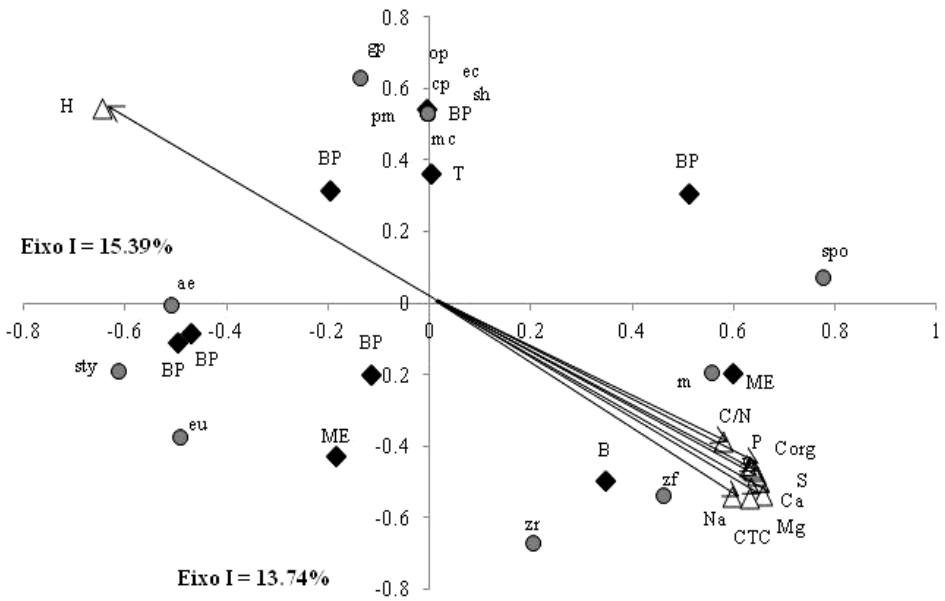


Figura1 - Diagrama de ordenação com base em 10 unidades amostrais com respectivas posições no relevo, espécies arbóreas presentes na vegetação florestal do Horto Santa Olga e variáveis de solo.

Em que: Posições no relevo: T – topo, ME – meia encosta, B- baixada; Espécies arbóreas: ae – *Allophylis edulis*, cp – *Citronella paniculata*, ec – *Erythrina cristagalli*, eu – *Eugenia uniflora*, GP – *Gochnatia polymorpha*, m – *Maytenus* sp., mc – *Myrsine coriacea*, op – *Ocotea pulchella*, PM – *Prunus myrtifolia*, sh – *Sapium haematospermum*, spo – *Schinus polygamus*, sty – *Styrax leprosus*, zf – *Zanthoxylum faraga*, Zr – *Zanthoxylum rhoifolium*. Variáveis de solo: si – silte (%) s/a – relação silte e argila arg – argila (%), Ds – densidade do solo, Mic – microporosidade do solo, P – fósforo, K – potássio, H – hidrogênio, Na – sódio, Mg – magnésio, Ca – cálcio, S – enxofre, Corg – carbono orgânico, C/N – relação carbono/nitrogênio.

Figure 1 - Diagram of ordering based on 10 sample units with their positions in the landscape, tree species present in the forest vegetation of the Horto St. Olga and soil variables.

Where: Positions in the landscape: T – top, ME – hillside, B – lowland; Tree species: ae – *Allophylis edulis*, cp – *Citronella paniculata*, ec – *Erythrina cristagalli*, eu – *Eugenia uniflora*, GP – *Gochnatia polymorpha*, m – *Maytenus* sp., mc – *Myrsine coriacea*, op – *Ocotea pulchella*, PM – *Prunus myrtifolia*, sh – *Sapium haematospermum*, spo – *Schinus polygamus*, sty – *Styrax leprosus*, zf – *Zanthoxylum faraga*, Zr – *Zanthoxylum rhoifolium*. Soil variables: si – silt (%) s/a – relationship silt and clay, arg – clay (%), Ds – density of soil, Mic – Microporosity of soil, P – phosphorus, K – potassium, H – hydrogen, Na – sodium, Mg – magnesium, Ca – calcium, S – sulfur, Corg – organic carbon, C/N – relationship carbon/nitrogen .

Associadas aos maiores teores de H+ estão espécies como *Gochnatia polymorpha* e *Allophylus edulis*. Ambas as espécies apresentam hábito pioneiro, sendo capazes de colonizar solos pobres e ambientes extremamente heliófilos. Em contrapartida, espécies como *Zanthoxylum rhoifolium, Zanthoxylum fagara* e *Maytenus* sp. correlacionam-se com condições de maior CTC e nutrientes no solo.

Quanto às posições no relevo, observa-se que em áreas de terraço fluvial ou baixada plana (FEM), ocorrem preferencialmente *Stirax leprosus, Eugenia uniflora* e *Allophylus edulis*, associadas ao eixo I. Espécies ocorrentes em baixada plana e associadas ao eixo II são: *Ocotea pulchella, Erythrina crista-galli*, *Sapium haematospermum, Citronella paniculata, Prunus myrtifolia* e *Myrsine coriacea*. Foi constatado que 15,39% das variações existentes estão explicadas no primeiro eixo de ordenação, enquanto que 13,74% estão explicadas no segundo eixo de variação, possuem respectivamente autovalores de 1,28 e 1,15.

4. Conclusões

Conclui-se portanto que as variáveis edáficas: densidade do solo, microporosidade, teores de P, H, K, Na, Mg, Ca, S, carbono orgânico e relação carbono/nitrogênio, conciliadas com posicionamento no relevo, interferem na distribuição das espécies vegetais nas área de estudo. Ocorrem preferencialmente em baixada plana (FEM) em Gleissolo, espécies pioneiras como *Allophylus edulis* e *Gochnatia polymorpha*. Em gradiente de relevo (FEI), estão espécies como *Zanthoxylum fagara* e *Zanthoxylum rhoifolium* associadas à Neossolo e Vertissolo.

Agradecimentos

Agradecemos à Empresa Celulose Riograndense pela ajuda financeira para realização das análises e pela concessão das áreas para o estudo.

Referências Bibliográficas

APG. ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. 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.

BAUERMANN, S.G., et al. Dinâmicas vegetacionais, climáticas e do fogo com base em palinologia e análise multivariada no Quaternário tardio do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 87-96, 2008.

BOLDRINI, I. I. et al. **Bioma Pampa – diversidade florística e fisionômica**. Porto Alegre, Ed.: Palloti, 2010. 64 p.

BRUN, E. J. **Matéria orgânica do solo em plantios de P*inus taeda* e P. *elliottii* em duas regiões do Rio Grande do Sul**. 118 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

CAPORAL, F.; BOLDRINI, I. I. 2007. Florística e fitossociologia de um campo manejado na Serra do Sudeste, Rio Grande do sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, n. 2-3, p. 37-44.

CAVENAGE, A. et al. Alterações nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-escuro sob diferentes culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 997-1003, 1999.

DRESCHER, M. et al. **Avaliação da fertilidade dos solos do Estado do Rio Grande do Sul e necessidade de adubos e corretivos.** Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 35p.

DUARTE, T.G. **Florística, fitossociologia e relações solo-vegetação em floresta estacional em Barão de Melgaço, Pantanal de Mato-Grosso**. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

FELFILI, J.M. et al. **Análise multivariada em estudos de vegetação**. Brasília: Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2007. 60 p.

KLEIN, R.M., **Southern Brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper Quaternary climatic changes in the floristic distribution**. Boletim Paranaense Geociências, v. 33, p. 67–88. 1975.

LEITE, P.F. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. **Revista Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 1, n.1, p. 51-74, 2002.
LINDMAN, C.A.M. **A vegetação no Rio Grande do Sul.** EDUSP/Itatiaia, São Paulo/ Belo Horizonte, Brasil, 1906. 377 p.

JURINITZ, C.F.; JARENKOW, J.A. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica [da] Sociedade Botânica de São Paulo**. v.26, n.4, p.475-487, 2003.

MEURER, E. J. **Fundamentos de Química do Solo.** 5ª Ed. Porto Alegre: Gênesis, 2012.

MORALES, C. A. S. et al. Qualidade do solo e produtividade de *Pinus taeda* no planalto catarinense. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 629-640, 2010.

PILLAR, V.D**.** Dinâmica de expansão florestal em mosaicos de floresta e Campos no sul do Brasil. In: Claudino-Sales, V.(ed.) **Ecossistemas Brasileiros: Manejo e Conservação**. Expressão Gráfica, Fortaleza, BR, 2003. p. 209-216.

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul.** 2ed. Editora Selbach, Porto Alegre, RS, 1956, 471 p.

REDIN, C.G. **Efeitos do pastoreio sobre a vegetação natural em fragmento de Savana Estépica Parque, RS, Brasil**. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

ROVEDDER, A.P.M. Bioma Pampa: Relacões solo-vegetação e experiências de restauração. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 64°, 2013, Belo Horizonte, **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Botânica do Brasil, 2013, p. 46-53.

SANTOS, A.B Dos. **Morfogênese de gramíneas nativas do Rio Grande do Sul (Brasil) submetidas a pastoreio rotativo**. 106 f. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

TOLEDO, L. O.; et al. Análise multivariada de atributos pedológicos e fitossociológicos aplicada na caracterização de ambientes de cerrado no norte de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 33, n. 5, p. 957-968, 2009.

Panorama do conhecimento empírico sobre a importância da mata ciliar na conservação das águas no município de Dois Vizinhos – PR

Outlook of local knowledge about the importance of riparian forest in conservation of the waters at DoisVizinhos – PR

Henrique Moura Dias[1]
Douglas Anry Porrua[2]
Thalyson Adolfo Storl[3]
Maria Carolina Nico Pinheiro da Veiga[4]

[1] Graduando do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Câmpus Dois Vizinhos. Bolsista do Programa de Monitoria na disciplina de Química Analitica – UTFPR. E-mail: henrique.mouradias@gmail.com

[2] Graduando do curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos-PR.Bolsista do Programa de Educação Tutorial – PET Engenharia Florestal.E-mail: douglas_porrua@hotmail.com

[3] Graduando do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Câmpus Dois Vizinhos. Voluntáriodo Programa de Monitoria na disciplina de Botânica Sistematica – UTFPR. E-mail: thalymandio@gmail.com

[4] Química Industrial pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC/PR, Mestranda em Desenvolvimento Territorial Sustentável pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná - UFPR/Setor Litoral. e-mail: carolinanico@hotmail.com

Resumo: A presente pesquisa propõe um estudo in loco por meio da abordagem metodológica multidisciplinar, pelos Graduandos em Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, a fim de mensurar o conhecimento empírico dos atores locais quanto ao significado e importância da mata ciliar, visto que a mesma é um elemento de extrema relevância tanto para o nosso ecossistema, nossa sobrevivência, assim como nossa subsistência, porém, atualmente as atividades humanas para o desenvolvimento no tocante à urbanização quanto à agricultura, vem gerando imensuráveis danos. Especificamente na região de Dois Vizinhos, Paraná, é possível notar que apesar das legislações vigentes os esforços de recuperação dessa vegetação são irrisórios. Nesse contexto, nosso trabalho tem como objetivo verificar se os atores ambientais tem compreensão da importância da mata ciliar na conservação das águas, e analisar os dados coletados a fim de possibilitar algumas pistas para o levantamento e investigação da ótica socioambiental.
Palavras-chave: Mata ciliar, Ecossistema, Recuperação, Conscientização

Abstract: This research proposes a study on the spot by multidisciplinary methodological approach, by undergraduates in Forestry from the Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos in order to measure the expertise of local actors on the meaning and importance of riparian vegetation, since it is an extremely important element for both our ecosystem, our survival, as well as our livelihood, but now human activities for development with regard to urbanization on agriculture, has generated immeasurable damage. Specifically in the area of Dois Vizinhos, Paraná you can see that despite the legislation in force recovery efforts of this vegetation are very small. In this context, our work aims to determine whether environmental actors have understanding of the importance of the riparian forest in the conservation of water, and analyze the data collected in order to provide some clues to the survey and research of social and environmental perspective.
Key words: Riparian Forest, Ecosystem, Recovery, Awareness

1. Introdução

Segundo Kageyama et al. (2002), a vegetação ciliar é comumente definida como aquela característica de margens ou áreas próximas a corpos d'água, sejam esses rios, lagos, represas, córregos ou várzeas. Que em sua composição apresentam espécies adaptadas e tolerantes a encharcamentos ou excesso de água no solo. Essa vegetação pode receber diferentes denominações, como mata ciliar, mata de galeria, mata de várzea, entre outras.

De acordo com o Instituto Socioambiental (ISA) (2008), no período que contempla o final da década de 80 e 2007, foi desmatada uma área correspondente a 744 hectares de Mata Atlântica. Sendo que, uma parcela significativa dessa área deu lugar a grandes cidades em torno dos principais rios que hoje se encontram ocupadas por uso urbano de alta densidade demográfica e atividades socioeconômicas existentes nessas regiões, como agricultura, mineração e silvicultura.

Tundisi et al. (2008) destacam que, no contexto social, econômico e ambiental do século XXI, os principais problemas e processos causadores da "crise de água" estão intimamente relacionados a intensa urbanização que contribui para o aumento da demanda por água e descarga de recursos hídricos contaminados em rios.

Apesar de toda atividade humana depender essencialmente dos fluxos de água, essas atividades vem degradando rios em todo o mundo, gerando danos imensuráveis, que chegam a levar espécies à extinção, estressando a capacidade da água de desempenhar funções ecossistêmicas (Agência Nacional de Águas – ANA, 2011).

Embora seja crescente a conscientização a respeito da necessidade de proteger e conservar os recursos naturais, dos quais a legislação vigente instrui e obriga o reflorestamento de matas degradadas em torno de rios, estudos de recuperação de matas ciliares no município de Dois Vizinhos, ainda hoje são escassos.

Por esse motivo, e pela consciência ecológica que deve ser naturalizada pelos atores de uma região, é que os Graduandos do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal Tecnológica do Paraná – UTFPR/DV foram verificar se os indivíduos pesquisados tem compreensão da importância da mata ciliar na conservação das águas.

Para isso, fez-se necessário um levantamento acerca da temática proposta para subsidiar esse diálogo entre o conhecimento científico e o empírico.

O Código Florestal é aplicado em propriedades particulares agrícolas, em que as mesmasdevem conservar preservadas as áreas de preservação permanente (APP) e as reservas legais (RL). As APPs são uma preservação exclusiva, pois nelas não é permitido realizar qualquer tipo de atividades que geram ou não renda. Sem esquecer que elas preservam as beiras de rios, lagos e nascentes, quando o interesse é prioritário para proteção e conservação dos recursos hídricos. Já as reservas legais são mantidas para que haja uma vegetação natural nas propriedades rurais com intenção de preservar a flora, porém, é permito o uso de baixo impacto, mas sem a total retirada da cobertura vegetal, ainda é proibido que estas áreas sejam usadas para atividades agrícolas mecanizadas.

2. Metodologia

2.1. Área de estudo

Dois Vizinhos é um município brasileiro do estado do Paraná, localizado no terceiro planalto paranaense. No qual o relevo é basicamente constituído por planaltos com altitudes médias de 500 metros. Em função da sua geomorfologia pode-se observar encostas íngremes, com declividades superiores a 20%. Os rios que ocorrem no município fazem parte da bacia hidrográfica do rio Iguaçu (Figura 1). Sendo que, no perímetro urbano destacam-se dois rios, dos quais podemos citar o rio Jirau Alto, sendo este de grande importância para a comunidade Duozinhense, pois é responsável pela captação de água para

o abastecimento da cidade e o rio que dá nome ao município, rio Dois Vizinhos (DOIS VIZINHOS, Prefeitura Municipal, 2015). Sua população estimada em 2014 era de 38.768 habitantes, para uma área de 418,648 Km² chegando a uma densidade demográfica de 86,42 habitantes/Km² (IBGE, 2014). Sendo que desta área, 32.48 km² de área são propriedades rurais, caracterizada por pequenas propriedades, baseando-se essencialmente na economia familiar (IBGE, 2014).

Figura 01 – Hidrográfia do Rio Iguaçu. Fonte: SUDERHSA, 2006; CEMA; 2004; CRH-MMA, Projeto Guarani. Elaboração: ATIG/SUDERHSA, 2007

2.2. Método de análise

Os indivíduos pesquisados foram escolhidos de forma aleatória, totalizando um universo de 100 pessoas. O conjunto dos procedimentos para a execução da pesquisa foi articulado numa sequência lógica, a fim de permitir chegar aos objetivos preestabelecidos no projeto inicial. Desta forma, a presente pesquisa foi desenvolvida durante os meses de janeiro e fevereiro de 2015, pelos Graduandos do 2º semestre de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/DV, por meio de uma ferramenta metodológica muito aplicada entre pesquisadores, que é o questionário.

Nos últimos vinte anos o Município teve um crescimento significativo no IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) (Gráfico 01), o que é pertinente para a execução da pesquisa, pois sempre que há um aumento do IDH numa região haverá, consequentemente, um aumento dos riscos e impactos ambientais que esse desenvolvimento pode acarretar no local.

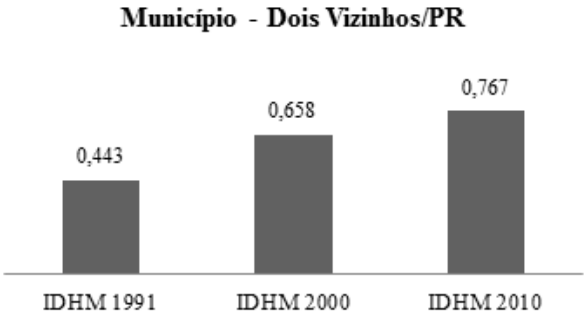


Gráfico 01 – Comparação do IDHM do Município de Dois Vizinhos/PR. Fonte: IBGE, 2014 / Acesso em: 18 de setembro.

É importante salientar que os dados foram coletados de forma qualitativae tratados de quantitativamente de forma binária. As variáveis também foram categorizadas a fim de se obter resultados de fácil compreensão.

3. Resultados e discussão

3.1. Resultados

A pesquisa atingiu um montante de 0,26% da população total do município escolhido para a aplicação. Mesmo sabendo que a porcentagem dos atores entrevistados é modesta, a percepção que a pesquisa trouxe aos Graduandos de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR/DV, proporcionou uma visão diferente, pautada na prática vivenciada.

A ferramenta metodológica (questionário) atingiu 55% do sexo feminino, 38% do sexo masculino e 7% não informaram.

De acordo com a pirâmide etária (IBGE, 2014), constatou-se que, dentre os entrevistados, 33% encontra-se na faixa etária dos jovens e 67% na faixa etária adulta.

Desses 55% (sexo feminino), 42% encontra-se na faixa etária jovem, enquanto que 58% é adulto. Em contrapartida, dos 38% (sexo masculino), 21% está na faixa etária jovem, enquanto 79% é adulto (Gráfico 02).

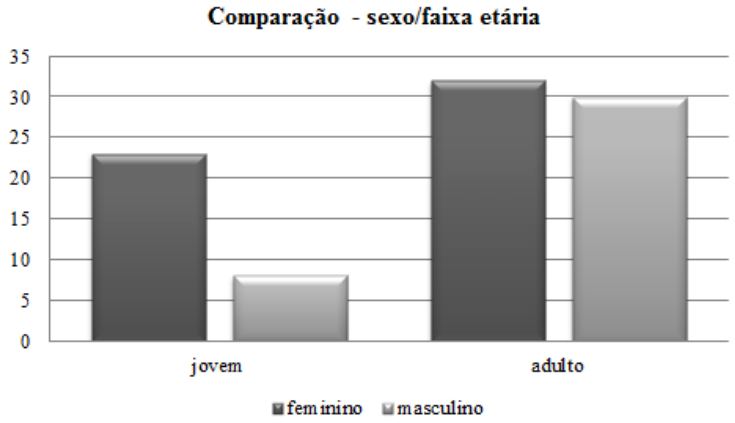


Gráfico 02 – Comparação das variáveis sexo e faixa etária

As ocupações declaradas pelos entrevistados foram 28 profissões: agente operacional, agricultor, atendente, balconista, bibliotecário, bordadeira, caixa, chaveiro, consultor, costureira, dona de casa, empresário, engenheiro, engenheiro agrônomo, engenheiro florestal, estudante, farmacêutico, garçom, gerente, marceneiro, mecânico, operador de caixa, pedreiro, professor, secretária, seladora, técnico em sistemas e vendedor.

Já os bairros onde residem a maioria dos entrevistados não é tão abrangente (Gráfico 03).

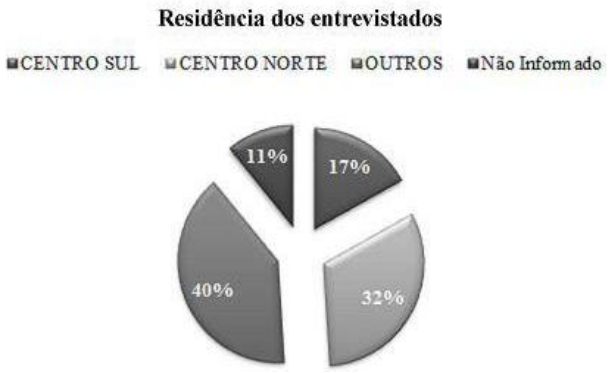


Gráfico 03 – Comparação das variáveis sexo e faixa etária

Na questão sobre o que é mata ciliar, 97% dos entrevistados responderam sim e 3% responderam não. Das respostas afirmativas, as questões que apareceram para definir e explicar o conhecimento empírico dos indivíduos foi: mata que protege redor rios/nascentes; qualquer tipo de mata; mata não nativa; mata próxima/redor dos rios; mata nativa; onde já ocorreu reflorestamento. Como está expressa no gráfico abaixo (Gráfico 04).

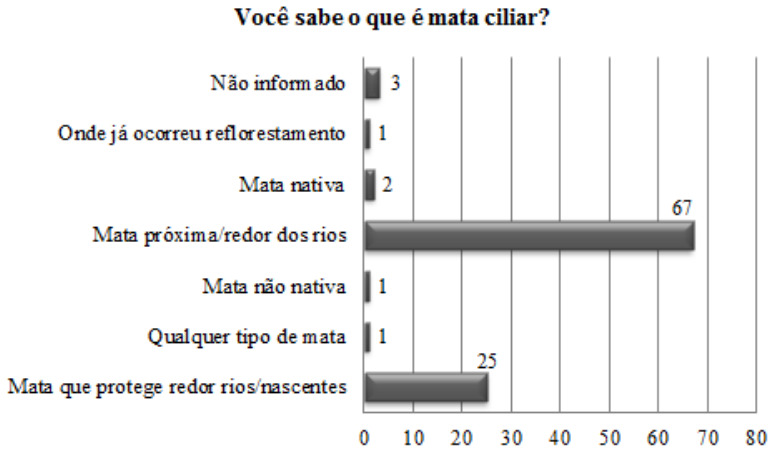


Gráfico 4 – Análise qualitativa da compreensão do termo mata ciliar.

A questão sobre mata ciliar também foi abordada da seguinte forma: Em sua opinião é importante preservar a mata ciliar? Para esta 95% dos entrevistados responderam sime 5% não souberam responder (Gráfico 5).

Gráfico 5 – Compreensão da importância do conceito mata ciliar.

3.2. Discussões

Provavelmente, o percentual pesquisado incluiu apenas as faixas etárias jovem e adulta porque a pesquisa foi aplicada no Centro da Cidade de Dois Vizinhos/PR, durante o horário comercial. Desta forma, é mais improvável encontrar crianças nas ruas, visto que este horário condiz com o horário escolar. Conclui-se ainda que a faixa etária jovens e adultossão as economicamente ativas, por isso essa variável era esperada.

O Gráfico 02 mostra realidades bastante evidenciadas da sociedade pós-moderna. Em sua grande maioria, as mulheres ficam incumbidas de fazer as tarefas do lar e de realizar compras para a manutenção de suas casas. Já os homens, em sua maioria, encontram-se desenvolvendo um trabalho para o sustento da família. Por esse motivo foi encontrado um percentual maior de mulheres nas ruas do que o de homens.

Quanto ao local onde os entrevistados residem, ficou claro que, como os bairros Centro Sul e Centro Norte são um dos maiores bairros do município de Dois Vizinhos, os dois juntos comportam 72% do universo entrevistados.

Durante a coleta dos dados houve uma recusa dos entrevistados em responder todas as questões levantadas. Essa percepção é constatada no Gráfico 03 como Não Informado. Neste Gráfico a porcentagem chegou a 11%. Já na questão a respeito do aceite da própria identidade, 7% dos entrevistados preferiram não se declarar nem feminino e nem masculino. Aceitamos essa resposta e a incluímos nos dados estatísticos, visto que muitas vezes o indivíduo pode ter uma visão de gênero divergente das citadas na ferramenta metodológica (questionário).

Na questão que indagava sobre o que era mata ciliar, ficou bastante evidente que a consciência ecológica do universo pesquisadoconhece sua definição. Esta resposta chegou a 69,1%, o que foi um dado não esperado e significativamente importante para o levantamento e investigação da ótica socioambiental no município.

O Gráfico 5 mostra-nos uma realidade positiva, pois apenas 5% dos entrevistados não souberam informar o que é mata ciliar. Esse baixo valor numérico é fácil de ser revertido por meio de ações que contemplem a educação ambiental como pauta central nas discussões do município e dos burocratas de nível de rua.

4. Conclusão

A construção da pesquisa multidisciplinar proporcionou a nós graduandos uma visão diferente da constituída somente pelo viés da ótica humana, mas ajudou a quebrar seus paradigmas e visualizar por meio da semiótica possíveis mudanças do comportamento humano, por mais que esse venha numa “teia de ariadne” contrária às situações globais da sociedade pós-moderna.

Ao adentrar a visão de Cavalcanti (2012), compactuamos a perspectiva de que sustentabilidade propõe que desenvolver-se de modo sustentável é possível. Isso é o que acontece com o ser humano e todos os organismos vivos: crescem, param de crescere nunca deixam de desenvolver-se (sustentavelmente) – até o fim inevitável. Desenvolvimento ambientalmente sustentável, desenvolvimento (que significa mudança, evolução, progresso) não é crescimento (que se entende como aumento ou expansão). O desenvolvimento sustentável é aquele que dura. Quem o sustenta é a natureza; dessa forma, para que ele possa sustentar-se, tem que levar em conta os limites da natureza. Por mais que tenhamos o envolvimento de questões ligadas à cultura, ao sentimento de pertencimento da terra, aos modos e meios destas pessoas viverem e até mesmo sobreviverem em determinados clusters, fica evidente que a consciência ecológia perpassa o espaço e tempoe conserva-se no afeto dos indivíduos.

Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos.** 1. ed. Brasília. UNON. 2010. 34 p.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Revoga a Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, v. 149, n. 102, p. 1-8, 28 maio 2012. Seção 1.

CAVALCANTI, C. **Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? Uma abordagem ecológico-econômica**. Estudos avançados, v. 26, n. 74, São Paulo, 2012.

DOIS VIZINHOS. Prefeitura Municipal. **Hidrografia**. Disponível em: < http://doisvizinhos.pr.gov.br/sobre-o-municipio/dados-gerais/> Acesso em: 21 fev 2015.

DONADIO, N. M. M. **A influência da manutenção de remanescentes florestais na qualidade da água e na estrutura da vegetação. 2003.** 114 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal)–Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FERREIRA, Daniel A. C.; DIAS, Herly C. T. Situação atual da mata Ciliar do Ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Revista. Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.4, p.617-623, 2004.

GUILHERME, L. R. G.; SILVA, M. L. N.; LIMA, J. M.; RIGITANO, R. L. O. Contaminação de sub-bacia hidrográfica pelo uso de pesticidas.**Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p. 40-50, nov./dez. 2000.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=411725. Acesso em: 21 fev. 2015.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). **Mananciais: diagnóstico e políticas habitacionais.** 1. ed. São Paulo. ISA . 2008. 33 p.

KAGEYAMA, P. Y. **Restauração da mata ciliar - manual para recuperação de áreas ciliares e microbacias.** 1. ed. Rio de Janeiro. Semads / Planágua. 2002. 19-23p.

MARMONTEL, Caio V. F. **Qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas do solo e estado de conservação da vegetação no córrego pimenta, São Manuel/SP**. 2014. 77f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ciência Florestal, Universidade Estadual Paulista. Botucatu – SP, 2014

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura.** Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v. 3, n. 4, out./dez. 2002.

PINTO, L. V. A. **Caracterização física da bacia do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, e propostas de recuperação de suas nascentes. 2003.** 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal/Manejo Ambiental)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

SIMÕES, L. B. **Integração entre um modelo de simulação hidrológica e sistema de informação geográfica na delimitação de zonas tampão ripárias. 2001.** 168 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)–Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

SPAROVEK, Gerd.; BARRETTO, Alberto.; KLUG, Israel.; PAPP, Leonardo.; LINO, Jane. **A revisão do Código Florestal brasileiro.** Novos estudos. CEBRAP. n.89, 2011, 111-135 p.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no século XXI**. 1. ed. São Paulo. Oficina de Textos. 2011. 63 p.

Características funcionais da espécie *Podocarpus lambertii* klotzsch ex Endl. em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages, SC.

Functional characteristics of the species *Podocarpus lambertii* klotzsch ex Endl. in an Araucaria Forest fragment in Lages, SC.

Francieli de Fatima Missio[1],
Ana Carolina da Silva[2],
Pedro Higuchi[2],
Verônica Satomi Kazama[1]
Aldeize da Silva Santos[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria- UFSM, Av. Roraima n/1000, prédio 44 B, franmissio@yahoo.com.br, veronica.kazama@gmail.com, aldeizesantos@yahoo.com.br
[2]Universidade do estado de Santa Catarina- UDESC, CAV, Departamento de Engenharia Florestal, Lages, SC. higuchip@gmail.com; carol_sil4@yahoo.com.br

Resumo: As características funcionais estão relacionadas quanto às diferentes formas e funções que as espécies podem desempenhar nas comunidades florestais. Sendo a identificação dos traços funcionais importante na caracterização e entendimento da distribuição das espécies frente às diferentes variações ambientais. Desse modo, o objetivo do trabalho foi à caracterização da densidade básica da madeira, área foliar, regime de renovação foliar, estratégia de dispersão dos propágulos e altura máxima da espécie *Podocarpus lambertii* em um Fragmento de Floresta Ombrófila Mista. Para isto, selecionaram-se dez indivíduos da mesma espécie e coletado os traços funcionais. Foi analisado a média dos dados numéricos de densidade básica da madeira e área foliar e, por meio de observação a campo e revisão de literatura, os dados não numéricos de regime de renovação foliar e estratégias de dispersão. Foi possível observar que *Podocarpus lambertii* apresentou, neste estudo, como traços funcionais uma densidade básica da madeira característica de espécies de madeira leve, investimento em crescimento, baixo valor em área foliar com folhas perenes e a influência da fauna local no transporte dos propágulos. Sendo assim, possível visualizar as diferentes estratégias que a espécie desenvolve para se estabelecer em um fragmento florestal.
Palavras- chave: Traços funcionais; estratégias ecológicas; variações ambientais; espécies arbóreas.

Abstract. The characteristics are listed as different forms and functions that species can play in forest communities. And the identification of important functional traits in the characterization and understanding of the distribution of species across different environmental variations. Thus, the objective of this study was to characterize the basic wood density, leaf area, and leaf renewal scheme, dispersal strategy of seedlings and maximum height of *Podocarpus lambertii* species in a fragment of Montane Araucaria Forest. For this, we selected ten individuals of the same species collected and functional traits. Was analyzed average density of basic figures of wood and leaf area and by observation field and literature review, non numerical data leaf renewal scheme and dispersion strategies. It was observed that *Podocarpus lambertii* presented in this study as as functional traits a basic wood density feature light wood species, growth in investment, low in leaf area with Evergreen and the influence of local fauna in the transport of seedlings. So can view the different strategies that the species advance to settle in a forest fragment.
Key-words: functional traits; ecological strategies; environmental variations; tree species.

1. Introdução

Assim como a espécie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntz, símbolo da formação florística da Floresta Ombrófila Mista (FOM), o *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl. é classificado como uma conífera, da família Podocarpaceae, de grande valor fitossociologico, juntamente com outras espécies como *Ilex* sp. , *Ocotea* sp. e *Drymis* sp., devido sua presença ser de muita importância na coexistência das comunidades arbóreas, do mesmo jeito para a recuperação de áreas perturbadas e reflorestamento. Esta espécie junto com as demais simbolizam a riqueza florística do Bioma Mata Atlântica (IBGE, 2012; CARVALHO, 1994)

Pórem, muito já se tem afirmado das condições preocupantes em que se encontra a maioria das florestas no Sul do Brasil, principalmente a FOM, em decorrência do desmatamento para uso agrícola e pecuária, como também para o uso madeireiro, gerando constantemente estudos que visam a preservação e manejo adequado dos remanescentes florestais (HIGUCHI et al., 2012).

É fato que estudar uma floresta, não somente a composição arbórea, mas também os motivos pelos quais favorecem a permanência de determinada espécie no ambiente estabelecido, gera um grande desafio para o entendimento de como estão estruturadas as comunidades de plantas lenhosas. Isto, quer dizer que é complexo o modo pelo qual as exigências edafoclimáticas das espécies são supridas em um ambiente com heterogeneidade ambiental, sendo que cada espécie responde de forma particular as adversidades locais (LONGHI et al., 2010). Desse modo, as características funcionais surgem como um emblemático e importante estudo para identificar as adaptações fisiológicas que podem influenciar na presença ou ausência de espécies em áreas florestais.

Em função disso, o estudo dos traços funcionais são grandes aliados para entender a performance da planta em comunidades arbóreas, uma vez que estes relacionam-se com a sobrevivência e perpetuação das mesmas ao passar do tempo. De uma forma geral, a composição de características funcionais em uma planta vai predizer quais são as exigências dela alocar determinado recurso, necessário ao seu estabelecimento em comunidades (CORNELISSEN et al., 2003). Por exemplo, como a espécie se adapta a interceptação luminosa, a taxa fotossintética e a sazonalidade climática.

Visando, dessa forma, enriquecer a informação com relação às características que influenciam a permanência de espécies florestais, em regiões com variação ambiental e proporcionalmente fragmentada, o objetivo deste trabalho foi apresentar os traços funcionais da espécie *Podocarpus lambertii*, como também, o conhecimento de como esta planta está se estabelecendo em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Lages SC.

2. Metodologia de Trabalho

As coletas foram realizadas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, no município de Lages, SC (Figura 1). O Fragmento florestal apresenta, aproximadamente, uma área de 103,06 ha, assim como uma variação na altitude de 900,7m a 1113,4m. A localização da área de estudo está concentrada, nas margens do rio Caveiras, com latitude 27°51'19.20"S e longitude 50°10'33.39"W. Na região, o clima é Cfb, temperado constantemente úmido, sem estação seca, segundo Köppen, com uma precipitação e temperatura média anual (1970-2010), respectivamente, de 1.682,80 mm e 15,9°C (HIGUCHI et al., 2012).

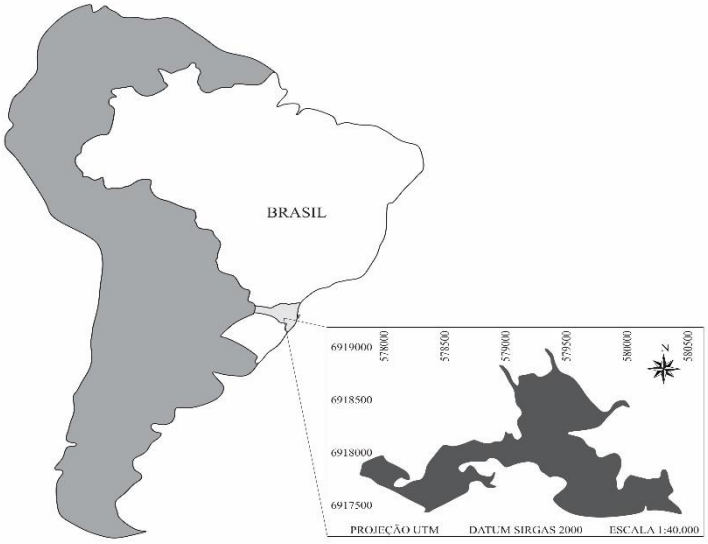


Figura 1- Localização geográfica do fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana estudado em Lages, Santa Catarina.
Figure 1- Geographical location of the Araucaria Forest fragment Montana studied in Lages, Santa Catarina.

Os traços funcionais foram quantificados considerando os indivíduos de *Podocarpus lambertii* que apresentassem DAP ≥ 5 cm, onde determinou-se os traços funcionais de grande importância quanto as características morfofisiológicas das espécies arbóreas, conforme tabela 1. Sendo as características avaliadas neste estudo, a densidade básica média da madeira, área foliar, regime de renovação foliar, síndrome de dispersão e altura máxima no fragmento.

Tabela 1- Traços funcionais determinados e a importância destes no desenvolvimento de uma espécie arbórea em um fragmento florestal, Lages SC.
Tabela 1- Functional traits determined and their importance in the development of a tree species in a forest fragment, Lages SC.

Traço Funcional	Unidade	Categorias consideradas	Amostras (inds./ espécies)	Processos fisiológicos relacionados
Densidade básica da madeira	$g.cm^{-3}$	-	10	Longevidade, crescimento, altura máxima, armazenamento de carbono.
Área foliar	cm^2	-	10	Crescimento relativo, capacidade fotossintética, longevidade, absorção de carbono.
Renovação foliar	-	Perenifólia Decíduas	-	Longevidade foliar, competição por luz, capacidade fotossintética, eficiência do uso de nutrientes.
Estratégia de dispersão	-	Anemocoria Autocoria Zoocoria	-	Regeneração, sobrevivência.
Altura máxima no fragmento	m	-	-	Competição por luz, crescimento, fecundidade.

A densidade básica da madeira e a área foliar foram determinadas em 10 indivíduos, da espécie *Podocarpus lambertii*, aleatoriamente selecionados no fragmento, que apresentassem CAP (circunferência à altura do peito, medida a 1,30 m do solo) igual ou superior a 15,7 cm. Desses indivíduos coletaram-se amostras de madeira com uso de um trado de incremento de 5,15 mm, seguindo o protocolo proposto por Chave (2005), totalizando 10 amostras de madeira que, em laboratório, ficaram imersas em água até a saturação, ou seja, com massa úmida constante, obtida através do princípio de Arquimedes, em que a massa de água deslocada é igual ao volume da amostra de madeira. Em seguida, as amostras foram colocadas em estufa, para a estabilização da massa seca que corresponde a 0% de umidade e, posteriormente, pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g para o reconhecimento do valor massa seca. A determinação da densidade básica da madeira, por sua vez, foi realizada entre a razão da massa seca (g) pelo volume (cm^3) dos dez indivíduos e feito a média entre eles, de acordo com a norma NBR 11941-02 (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003).

A área foliar foi calculada através da coleta de 20 folhas em cada um dos 10 indivíduos da espécie estudada, totalizando 200 folhas, sendo estas retiradas no terço mediano da copa, com interceptação luminosa e as que não apresentassem herbivoria (CORNELISSEN et al., 2003). As folhas, em laboratório, foram dispostas em uma mesa sobre um papel com graduação em centímetros, prensadas sob um vidro transparente. E com ajuda de uma câmera aclopada a um tripé, visando uma distância fixa para todas as imagens, as folhas foram fotografadas. Posteriormente, a área foliar, foi determinada por meio do programa ImageJ (RASBAND, 2007)

Os traços funcionais, regime de renovação foliar, síndromes de dispersão e altura máxima no fragmento foram identificados através das observações a campo e consulta a literatura especializada (VAN DER PIJL, 1982; LORENZI, 1998; LORENZI, 2000).

Para a análise da densidade básica da madeira e área foliar, foi realizado a média dos dez indivíduos pelo programa estatístico R (R CORE TEAM, 2015), como também a organização dos dados não numéricos em uma planilha.

3. Resultados e Discussão

Conforme a Tabela 2, observa-se para a espécie arbórea, *Podocarpus lambertii*, uma densidade básica da madeira, área foliar e altura máxima, respectivamente, de 0,43 g/cm^3, 3,67 cm^2 e 20 m. E quanto ao regime de renovação foliar e síndrome de dispersão, a espécie é considerada perenifólia e zoocórica.

Tabela 2- Traços funcionais observados em *Podocarpus lambertii* em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, Lages SC.
Tabela 2- Functional traits observed in *Podocarpus lambertii* in a fragment of Araucaria Forest Montana, Lages SC.

Espécie	Densidade básica da madeira (g/cm^3)	Área foliar (cm^2)	Regime de renovação foliar	Síndrome de dispersão	Altura máxima no fragmento
Podocarpus lambertii	0,43	3,67	Perenifólia	zoocórica	20

A espécie em questão, apresenta uma baixa densidade básica da madeira, o que é característica de madeira leve, sendo muito utilizada para a fabricação de aglomerados e

compensados, como também excelente matéria-prima para papel e celulose (MAIXNER e FERREIRA, 1976). Um fato interessante na baixa densidade básica da madeira é a sua relação com o potencial de crescimento da planta, isto é, de se esperar que as espécies com esses baixos valores apresentam um investimento maior em altura, eg. Concentrando menos madeira e maiores vasos condutores no fuste, como demonstra a espécie *Podocarpus lambertii* neste estudo com 20m de altura máxima. Além do mais, também pode se dizer que um investimento em altura implica da necessidade por luz, sendo esta uma adaptação da planta em superar as adversidades expostas pela comunidade arbórea em relação aos feixes luminosos, eg. desenvolvimento da planta no sub bosque até o estrato superior. Isto porque sabe-se que é no sub- bosque, segundo Mulkey e Pearcy (1992), o ambiente mais frágil para os desequilíbrios ambientais.

A espécie apresenta, também, uma importante característica fenotípica foliar, além de ser perenifólia mantendo suas folhas em todas as estações do ano, uma pequena área foliar condiz com as estratégias de sobrevivência dada as variações do clima no Sul do Brasil, como as baixas temperaturas e freqüências de geadas. A área foliar, desta espécie, é um indicador de que a mesma investe na absorção dos feixes de luz, na evapotranspiração e na eficiência fotossintética de forma estratégica, que segundo Reitz et al. (1988), a distribuição de *Podocarpus lambertii* está tanto presente em áreas sob pleno sol como em locais sombreados. Possivelmente, sendo para a mesma uma das formas de coexistir em uma comunidade arbórea com diferentes populações de espécies lenhosas, as quais compõem os estratos arbóreos dentro da comunidade e, refletindo, assim, na sua vantagem competitiva em ter menores folhas, aciculares e que se mantêm durante o ano todo. De uma forma geral, Writgh (2002) já descreveu que a ocorrência de determinada espécie será aonde for melhor competidora em relação à heterogeneidade ambiental existente.

Por fim, o traço funcional zoocoria, que é um dos mais encontrado nos estudos ocorrentes na região fitoecológica da Floresta Ombrófila Mista, reflete nas estratégias da planta em perpetuar a existência de sua progênie, assim como, a relação planta/animal está relacionado com o alimento e a permanência da fauna local, a qual é responsável pelo transporte dos propágulos da espécie *Podocarpus lambertii*.

4. Conclusões

A partir deste estudo, é possível considerar que as características funcionais da espécie *Podocarpus lambertii*, são importantes adaptações fenológicas para a sobrevivência populacional em comunidades arbóreas de Floresta Ombrófila Mista, haja visto que sua coexistência as demais espécies é devido as suas condições de se desenvolver em ambiente com diferentes condições ambientais. Nesse caso, supõem-se que uma baixa densidade básica da madeira relacionou-se com o crescimento em altura, da espécie, visando o estrato superior, uma área foliar pequena para melhor controlar a evapotranspiração e absorção dos feixes luminosos, assim como o traço funcional zoocoria como estratégia para a formação de novas populações.

Referências Bibliográficas

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941-02 - Determinação da densidade básica em madeira. **Rio de Janeiro**, 6 p, 2003.

CARVALHO P. E. R. Espécies Florestais Brasileiras: Recomendações Silviculturais, Potencialidade e Uso da Madeira. **Curitiba: EBRAPA- PARANÁ**, 1994.

CORNELISSEN, J. H. C. et al. Handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v. 51, n. 4, p. 335-380, 2003.

HIGUCHI, P. et al. Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 7-90, 2012.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série: Manuais técnicos em geociências n.1. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2 ed., 2012.

LONGHI S. J., BRENA D.A., RIBEIRO S.B., GRACIOLI, C.R., LONGHI R.V., MASTELLA T. Fatores ecológicos determinantes na ocorrência de Araucaria angustifolia e Podocarpus lambertii, na Floresta Ombrófila Mista na FLONA de São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, p. 57-63, 2010.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 1, 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 368 p, 1998.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.v. 2, 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 352 p., 2000.

MAINER , A.E.; FERREIRA L.A.B. Contribuição aos estudos das essências floerstais e frutíferas no estado do Rio Grande do Sul. **Trigo e Soja**, p.3-20, 1976.

MULKEY, S.S., PEARCY, R.W. Interactions between acclimation and fhotoinhibiotion of fhotosynthesis of a tropical forest understorey herb, Alocasia-marorrhiza, during simulated canopy gap formation. **Functional Ecological**, n. 6, 719-729, 1992.

RASBAND, W. S. **ImajeJ**., version 1.42q. USA: National Institute of Health, 2007.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R **Foundation for StatisticalComputing**. Vienna, Áustria. Disponível em: <(http://www.R-project.org)> Acesso em: 2 de março de 2014.

REITZ, R., KLEIN, R.M., REIS, A. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. **Porto Alegre**: Secretaria do Meio Ambiente e Abastecimento, 525p, 1988

WRIGHT, S. J. Plant diversity in tropical forest: a review of mechanisms of species coexistence. **Oecologia**, p.1-14, 2002.

VAN DER PIJL, L. Principles of dispersal in higher plants**. Berlin**: Springer-Verlag, 162 p, 1982.

8.7 TRABALHOS DE FITOSSOCIOLOGIA

Dados fenológicos de *Terminalia australis* Camb. em Mata Atlântica no noroeste do Rio Grande do Sul

Phenological data *Terminalia australis* Camb. in the Atlantic Forest in northwestern Rio Grande do Sul

Elenice Broetto Weiler[1]
Aline Cristina Habitzreiter[2]
Gian Carlos Poleto[3]
Douglas Trautmann e Silva[4]
JaineCristianeKlafke Lanz[5]
Edner Baumhardt[6]

[1]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Rua Padre João Bosco Penido Burnier, Bairro Camobi, Santa Maria/RS. elenice.bere@hotmail.com

[2]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Centro de Educação Superior Norte do RS, Linha Sete de Setembro s/n, BR 386, Km 40, CEP 98400-000, Frederico Westphalen/RS. alinehabitzereiter@hotmail.com

[3]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Centro de Educação Superior Norte do RS, Linha Sete de Setembro s/n, BR 386, Km 40, CEP 98400-000, Frederico Westphalen/RS. gianpoleto@hotmail.com

[4] Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Centro de Educação Superior Norte do RS, Linha Sete de Setembro s/n, BR 386, Km 40, CEP 98400-000,Frederico Westphalen/RS. trautmann@hotmail.com.br

[5] Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Centro de Educação Superior Norte do RS, Linha Sete de Setembro s/n, BR 386, Km 40, CEP 98400-000,Frederico Westphalen /RS. jainelanz@gmail.com

[6]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Centro de Educação Superior Norte do RS, Linha Sete de Setembro s/n, BR 386, Km 40, CEP 98400-000, Frederico Westphalen/RS. edner@gmail.com

Resumo: Queda foliar, brotação, floração e frutificação são eventos que podem ser explicados ao longo do tempo e contribuem para o entendimento da dinâmica de ecossistemas e manejo destes. Neste sentido, *Terminalia australis* Camb. pertencente as Combretaceaes, de porte arbóreo-pequeno, sendo uma das espécies mais comuns da orla ripária e de extrema importância em obras de bioengenharia, possui déficit de dados sobre sua fenologia. Sabe-se, que a espécie é pouco apta para reprodução vegetativa, no entanto a Engenharia Natural, também, se vale de modelos germinativos de propagação vegetal. A partir disto buscou-se conhecer as características fenológicas de *Terminalia australis* a fim de, posteriormente, subsidiar a sua propagação germinativa em obras de Recuperação de Áreas Degradadas em ambientes fluviais. Os estudos destaespécie ocorreram emMata Atlântica (Tenente Portela-RS), durante dois anos, sendo asinformações fenológicas de cinco espécimes coletadas quinzenalmente, em pontos diferentes à margem do Rio Guarita. Analisaram-se as feno-fases de queda foliar, formação denovas folhas, floração e frutificação.A floração de *Terminalia australlis* ocorreu no mês de setembro e outubro. Não houve registro de frutos e a fenofase de queda foliar foi identificada para os meses de setembro, e as árvores totalmente constituídas de folhas em outubro.
Palavras-chave: fenologia,RAD, engenharia natural, vegetação ripária.

Abstract: Leaf fall, flushing, flowering and fruiting are events that can be explained over time and contribute to the understanding of the dynamics of ecosystems and management of these.In this regard, *Terminalia australis* Camb. owned the Combretaceaes of trees and small, being one of the most common species of riparian edge and extremely important in bioengineering works, has information deficit on its phenology.It is known that the species is little suitable for vegetative reproduction, however the Natural Engineering also makes use of germ models of plant propagation.From this we sought to know the phenological characteristics of *Terminalia australis* in order to subsequently subsidize their germ spread in Degraded Areas Recovery works in river environments.Studies of this kind occurred in the Atlantic Forest (Tenente Portela-RS) for two years, and phenological information of five specimens collected every two weeks, at different points on the margins

of Rio Guarita.Analyzed the hay-stages of leaf fall, formation of new leaves, flowering and fruiting.Flowering of *Terminalia australlis* occurred in September and October. There were no fruits record and leaf fall phenology was identified for the months of September and the trees fully formed leaves in October.
Key words: phenology, RAD, natural engineering, riparian vegetation.

1. Introdução

Terminalia australis Camb. faz parte da família Combretaceae que abrange cerca de 19 gêneros e 600 espécies distribuídas em regiões tropicais e subtropicais do mundo (MARCHIORI e SOBRAL, 1997). Linsingenet al. (2009); Marchiori e Sobral (1997) concordam que a árvore possui porte arbóreo-pequeno, podendo atingir até 10 metros de altura. Possui uma copa baixa com ramos terminais glabros, alongados e muito flexíveis.

Suas folhas são simples, alternas, inteiras, curtamente pecioladas (2 a7 cm de comprimento por 1cm de largura), condensadas no ápice dos ramos (REITZ, 1967). Suas flores são pequenas (5 mm), apétalas e unissexuais, reunidas em inflorescências. Os frutos são ovais, castanho-claros, medem de 2 a 3 cm de comprimento, providos de duas asas opostas (MARCHIORI e SOBRAL, 1997) (Figura 1). O autor refere-se a espécie chamando-a pelo nome popular de amarilho (REITZ, 1967; ART, 1998).

Figura 1. Detalhe das folhas e fruto verde (esquerda) e fruto maduro (direita) de *Terminalia australis.* Fotos: León (2011).
Figure 1. Detail of leaves and green fruit (left) and mature fruit (right) of *Terminalia australis*. Photos: León (2011).

A espécie é encontrada na Argentina, Uruguai e Brasil. Neste último ocorre em todos os estados da região sul (EXELL e REITZ, 1967). Originária da bacia do Prata, a espécie é seletiva higrófita, juntamente com as outras reófitas faz parte das florestas ciliares no sul do país (MARCHIORI e SOBRAL, 1997).

Conforme Smith et al. (1998) a espécie é de dominância em margens de rios e arroios, onde é sujeita à fortes correntezas. Durante as enchentes esta espécie resiste à velocidade das águas por apresentar caules e ramos rijos, porém muito flexíveis. Ainda, *Terminalia australis* é provida de denso sistema radicular (MARCHIORI, 2004).

A fenologia é o ramo da botânica que estuda os fenômenos periódicos da vida das plantas, como a brotação, floração, maturação dos frutos e queda das folhas (MARCHIORI e SOBRAL, 1997; LARCHER, 1986; LIETH, 1974). Os estudos fenológicos contribuem para o entendimento da dinâmica dos ecossistemas florestais e são essenciais para o estudo de ecologia e evolução dos trópicos (CROAT, 1969; FOURNIER e CHARPANTIER, 1975).

Informações básicas referentes à vegetação beneficiam-se a partir de estudos fenológicos e tais estudos podem ser úteis na execução de manejo de florestas e utilização das espécies para planos de restauração ecológica. Conforme Piccolo e Borgignon (1982) no campo do uso racional do ambiente, o conhecimento fenológico é fundamental em qualquer

plano de manejo de matas, com vistas à manutenção da vida silvestre, à produção de madeiras ou de outros recursos florestais.

A fenologia contribui ainda em estudos genéticos, facilitando a seleção dos melhores ecotipos, variedades, formas ou indivíduos – um material genético, aumentando a qualidade no tocante à madeira, floração vistosa ou duradoura e com uma abundante frutificação (MARCHIORI, 2004). Contudo a fenologia da *Terminalia australlis* é pouco estudada, o que limita sua utilização em função das atribuições que esta espécie apresenta para projetos de recuperação e como planta auxiliar na restauração ecológica.

A partir disto buscou-se conhecer as características fenológicas de *Terminalia australis* a fim de, posteriormente, subsidiar a sua propagação germinativa em obras de Recuperação de Áreas Degradadas (intervenções biotécnicas) em ambientes fluviais.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Local do acompanhamento fenológico

O acompanhamento fenológico de *Terminalia australis* foi realizado em 5 espécimes às margens do Rio Guarita e de um dos seus pequenos afluentes (Figura 2). No local de acompanhamento o Rio Guarita faz a divisa do município de Tenente Portela e Palmitinho-RS (Figura 2).

A nascente do Rio Guarita está localizada no Município de Palmeira das Missões-RS. Afluente do Rio Uruguai, desemboca neste nas proximidades do município de Barra do Guarita-RS.

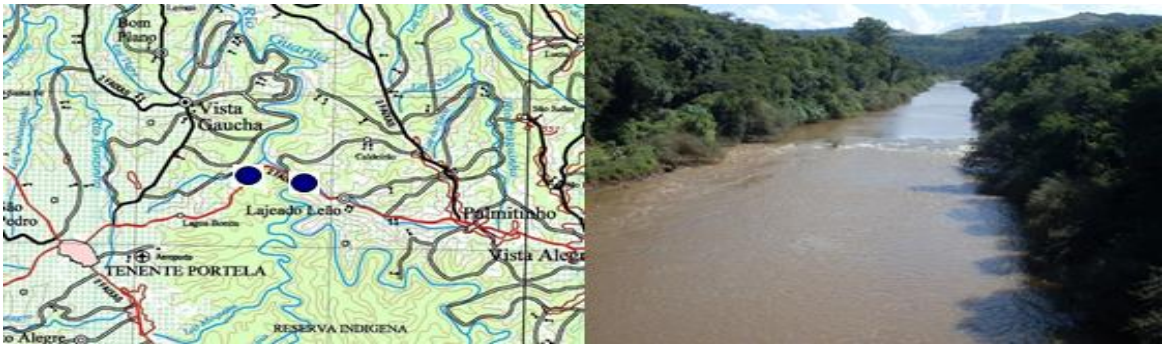


Figura 2. Localização (esquerda) e foto do Rio Guarita em visada à montante (direita).Carta: Brasil (2005).

Figure 2. Location (left) and photo Guardhouse River in sight upstream (right). Letter: Brazil (2005).

A região climática, segundo Moreno (1961) corresponde a condições climáticas úmidas, com verões quentes e chuvas bem distribuídas durante o ano. No entanto, existem épocas em que ocorre déficit hídrico, principalmente dezembro, janeiro e fevereiro. Os ventos são regulares e frequentes, predominando os de orientação norte. Os rios da região são considerados de planalto, com corredeiras, margens altas e leitos em declive.

Dentre diversas espécies arbóreas situadas às margens do Rio Guarita e a poucos metros de suas margens destacam-se: *Caesalpinia peltophoroides* (Cibipiruna), *Laurus nobilis*(Louro), *Patagonula americana* (Guajuvira), *Lonchocarpus campestris* (Rabo-de-bugiu), *Solanum erianthum* (Fumeiro-bravo), *Eugenia uniflora* (pitangueira), *Morus nigra* (amoreira), *Psidium guajava* (goiaba) e *Terminalia australis* (sarandi).

2.2. Obtenção de dados

As informações fenológicas (Quadro 1) foram coletadas a partir de abril de 2012,durante dois anos.A coleta de informações foi realizada quinzenalmente, em cinco árvores situadas em pontos diferentes e localizadas à margem do Rio Guarita.

Quadro 1. Informações fenológicas para coleta dos dados a campo. Fonte: adaptado de Marchiori (2004).
Picture1. Phenological information for data collection in the field. Source: Adapted fromMarchiori (2004).

1. Eventos relativos à floração	**2. Eventos relativos à frutificação**
a-presença de botões florais b-árvore totalmente florida ou floração adiantada c-floração terminando ou concluída d-não há presença de flores	a-presença de frutos novos b-presença de frutos maduros c-frutos maduros caindo ou sementes em dispersão d-não há presença de frutos
3. Eventos relativos à mudança foliar	**4. Eventos relativos à sementes**
a-árvore desfolhada ou com poucas folhas b-aparecimento das folhas novas c-folhas em sua maioria ou totalmente novas d-copa completa de folhas velhas	a-presença de sementes em pequenas quantidades b-árvore repleta de sementes c-árvore não apresenta sementes

Para coleta destas informações utilizou-se fichas de campo conforme Quadro 2.

Quadro 2. Ficha de levantamento de campo, adaptada das informações de Marchiori (2004).
Picture 2. Field survey sheet, adapted from information Marchiori (2004).

N°____ árvore – ficha N° 1.						
Fenologia	**Dia**		**Mês**	**Ano**	**Quinzena**	**EVENTO**
Floração					1°	
					2°	
Frutificação					1°	
					2°	
Mudança foliar					1°	
					2°	
Sementes					1°	
					2°	
OBS.:						

O comportamento fenológico da espécie durante os 2 anos de análise foi comparado ao índices médios de precipitação, umidade e temperatura dos últimos 30 anos, consultados no site do INMET, estação de IRAI –RS (OMM: 83881).

3. Resultados e Discussão

Os prejuízos decorrentes da erosão e assoreamento (dinâmica fluvial), embora difíceis de serem quantificados economicamente, são enormes. Os problemas vão desde a lenta, porém perniciosa, perda de solo até grandes desmoronamentos e deslizamentos súbitos das

margens.Neste contexto, a vegetação desempenha um importante papel, pois pode, dentro de determinados limites, oferecer proteção ao curso de água e áreas adjacentes, controlando os problemas decorrentes da erosão e dos movimentos de massa em taludes fluviais.

À medida que crescem os efeitos da erosão fluvial, a vegetação ciliar pode encontrar limitações de desenvolvimento e recomposição. Os efeitos evoluem a tal ponto que corrosões e deslizamentos podem avançar até mesmo sobre áreas ainda vegetadas. Neste sentido, muitas espécies, naturalmente encontradas nas margens dos cursos de água do Rio Grande do Sul foram e vem sendo investigadas por diversos autores: SUTILI (2004), ALTREITER e PLUNGER (2004), DURLO e SUTILI (2005), DENARDI (2007), SUTILI e DURLO (2007). Estes autores buscam propriedades biotécnicas na vegetação, dando especial importância aos aspectos de reprodução vegetativa, a fim de buscarem espécies aptas aos modelos de Engenharia Natural, empregados para a solução de problemas em ambientes fluvial.

Terminalia australis se mostra pouco apta para reprodução vegetativa, no entanto a Engenharia Natural, também, se vale de modelos germinativos de propagação vegetal e sendo uma das espécies mais comuns da orla ripária, a *Terminalia australis* precisa ter sua fenologia reprodutiva melhor entendida,afim de subsidiar a produção germinativa de material a ser usado em intervenções biotécnicas.

A floração e a frutificação são dependentes não só do ambiente onde se desenvolvem (Newstronmet al., 1994), mas também da espécie e de seu estádio de desenvolvimento. Estes resultados vêm de encontro à necessidade do conhecimento da fenologia reprodutiva, para melhor definir estratégias de manejo e produção de sementes de espécies com potencial madeireiro proposto por diversos autores (Mooneyet al., 1980; Camacho e Orozeo, 1998; Fantini et al., 1992; Reis, 1996).

Depois de realizado os levantamentos, pode-se observar que o período de floração iniciou no dia 30 de setembro com a presença dos botões florais e passados 15 dias a floração se deu por completo. No ano seguinte a floração, novamente concluíu-seem outubro, agora dia 28.Comparando esses resultados Backese Ingang (2009) descreve a floração da espécie entre outubro e novembro.Nota-se que no primeiro ciclo ocorreu um pequena antecipação da floração.

Contudo, a floração foi observada em grande abundância por indivíduo, o que torna a espécie peça-chave para a passagem de agentes dispersores. A presença constante de flores na população pode atuar como atrativo para polinizadores, Piedade-Kill e Ranga (2000) comentam que a presença de muitas inflorescências por indivíduos aumenta a atratividade de polinizadores.

Segundo Richards (1952), em ambientes tropicais sazonais, onde há uma estação seca definida, a maioria das espécies floresce nessa época. Já em regiões onde o clima é mais úmido e uniforme, como na floresta Atlântica (Morellatoet al., 2000) e na floresta semidecídua (Morellato 1991) do sudeste do Brasil, o pico de floração ocorre na estação úmida. Em locais com fatores ambientais que apresentam pouca sazonalidade, com climas uniformes, também há a ocorrência da influência das variáveis climáticas sobre as fenofases das espécies porém de maneira menos evidente do que áreas cujo clima apresenta maior sazonalidade.

Costa (2002) afirma que em localidades com regime constante ou irregular de chuvas, a floração pode ser independente da precipitação e estar relacionada com outros fatores, notadamente a temperatura. Neste caso, para a floração a precipitação apresentou uma média2,19 mm/dia, mostrando-se superior a média dos 30 anos, que é de 1,84 mm/dia. As condições de temperatura foram favoráveis à continuidade da produção ao longo do tempo, pois não houve nenhuma mudança abrupta, mantendo-se uma média de 20,07ºC.

Durante o ciclo fenológico da espécie *Terminalia australis* Camb., não se verificou a feno-fase de frutificação, que para Reitz (1967) é de dezembro a março.Fato este que pode ser explicado por algum problema nutricional, pois não se presenciou déficit hídrico impedindo o desenvolvimento da planta, não se teve estiagem e a planta estevesob condição hídrica estável. Além disto,a temperatura permaneceu favorável, sendo que a maioria das plantas se desenvolvem/frutificam na faixa de 20 ºC.

No entanto segundo Medeiros et al. (2007), os picos de frutificação estão relacionados, além dos fatores climáticos, às características dos frutos e à síndrome de dispersão das espécies. Como também além do clima, as plantas estão sujeitas às variações ambientais locais que podem ter influência nos padrões fenológicos. Por exemplo, em estudo realizado em florestas inundáveis amazônicas, Kubitzki & Ziburski (1994) verificaram que a época de frutificação estava relacionada com o ritmo de inundações.

A perda de folhas iniciou-se em setembro,e no mesmo mês a partir do dia 27 surgiu as primeiras folhas novas, ficando completamente com folhas velhas no dia 28 de outubro.Após a queda foliar, ocorre um pico de brotamento e floração, os quais podem ser coincidentes, a partir de setembro e estendendo-se até novembro.Este padrão coincide com a observação de Rivera et al. (2002) de que mesmo com períodos de seca definidos, o brotamento de muitas espécies ocorria próximo ao equinócio da primavera, não em função de uma única variável, mas sim devido a um somatório de fatores, dentre os quais a variação no comprimento do dia.

O brotamento coincidiu com o aumento da temperatura. Talora e Morellato (2000) verificaram que o brotamento apresentou correlação significativa positiva com a temperatura em seus trabalhos. De fato, o padrão de queda foliar tem sido frequentemente associado à sazonalidade ambiental (Morellato, 1995). A queda das folhas pode ser um fator indutor do brotamento em algumas espécies, pois esta reduziria a perda de água pela planta, levando à reidratação dos ramos sem folhas e produção de folhas, mesmo em períodos secos (Reich; Borchert, 1984).

O brotamento foliar é potencialmente limitado por um pequeno grupo de fatores abióticos: água, fotoperíodo, CO_2 e minerais; e significativas mudanças sazonais em alguns desses fatores podem exercer uma força seletiva sobre o comportamento fenológico das plantas (Van Schailet al., 1993).

4. Conclusões

A floração de *Terminalia australlis* ocorreu nos meses de setembro e outubro, em sincronia com o desenvolvimento das fases vegetativas e ritmo climático. Não houve registro de frutos, a fenofase de queda foliar foi identificada para o mês de setembro, e as árvores totalmente constituídas de folhas em outubro.

Os resultados obtidos reforçam a ideia de que a fenologia das espécies é influenciada pela ação conjunta dos fatores climáticos, pertinente às característicasdá própria espécie e aos indivíduos, como também a fatores externos.

Referências bibliográficas

ALTREITER, W. / PLUNGER, K. (2004): **Ingenieurbiologische Maßnahmen am Rio Guarda-mor in Südbrasilien.** Diplomarbeit, UniversitätfürBodenkultur, Wien.

ART, H. H. **Dicionário de ecologia e ciência ambiental.** São Paulo: Companhia Melhoramentos. 1998.

BACKES. P., INGANG. B. **Árvoresdo Sul Guia de Identificação e Interesse Ecológico**. Porto Alegre. Paisagem do Sul. 2009. p. 264-265.

BRASIL, Ministerio do Exército, Diretoria de Serviço Geográfico. **Carta Chapecó.** Região Sul do Brasil – 1: 250.000, Folha SG – 22 – Y - C, MIR - 521. Brasil, 2005.

CAMACHO, M.; OROZCO, L. Patrones fenológicos de doce especies arbóreas del bosque montano de laCordillera de Talamanca, Costa Rica. **Revista de Biologia Tropicale**, v. 46, n. 3, p. 533-542, 1998.

COSTA, F. A. P. L. **Fenologia de árvores tropicais.** La Insignia, 2002. Disponível em:<http://www.lainsignia.org/ 2002/diciembre/dial_005.htm>. Acessoem: 12/12/2005.

CROAT, T.B. **Seasonal flowering behavior in Central Panama**.Ann. Missouri Bot. Gard. 56: 295-307, 1969.

DENARDI, L. **Anatomia e flexibilidade do caule de quatro espécies lenhosas para o manejo biotécnico de cursos de água.** 113p. Tese (Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria), Santa Maria, 2007.

DURLO, M. A. e SUTILI, F. J. **Bioengenharia – Manejo biotécnico de cursos de água.** Santa Maria: EST Edições. 2005.

EXELL, A. W., REITZ, R. 1967. Combretáceas.Pp. 1-26. In: R. Reitz. Itajaí. **Flora Ilustrada Catarinense,** Itajaí.

FANTINI, A. C. et al. Sustained yield management in tropical forest: a proposal based on the autoecology of the species. **Sellowia**, v. 42/44, p. 25-33, 1992

FOURNIER, L. A., CHARPANTIER, C. **El tamaño de la muestra y La frecuencia de las observaciones en El estudio de las características fenológicas de los arboles tropicales.**Turrialba 25: p. 45-48, 1975.

KUBITZKI, K. & ZIBURSKI, A. 1994.Seed dispersal in flood plain forests of Amazonia.Biotropica26:30-43

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Paulo: EPU, 1986, 319 p.

LEÒN, A. N. **Uruguay's wildlife & Natural sanctuaries - Santuarios naturales & flora y fauna indígena de Uruguay.** Disponível em:<http://uruguay1.blogspot.com/2010/05/palo-amarillo-terminalia-australis.html>. Acessoem: 14/03/2011.

LIETH, H. Introduction to phenology and modeling of searsonality. In: LIETH, H. (Ed.). **Phenology and searsonality modeling.**Berlin: Springeir-Verlag, 1974. p. 3-19.

LINSINGEN, L. VON, CERVI, A. C., GUIMARÃES, O. **Sinopse taxonômica da família Combretaceae R. Brown na Região Sul do Brasil.** 2009. Dissertação. Acta bot. Brás. p. 738 – 750, 2009.

MARCHIORI, J. N. C. **Elementos de Dendrologia.** Santa Maria: UFSM, 2. ed., v. 7 - fenologia florestal, 2004. p.163– 169.

MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul – Campos Sulinos.** Porto Alegre: Ed. EST, 2004.

MARCHIORI, J. N. C., SOBRAL, M. **DENDROLOGIA DAS ANGIOSPERMAS:** MYRTALES. Santa Maria: Ed. Da UFSM, 1997. p. 23-25 e 289.

MARQUETE, N. F. S. e VALENTE, M. C. **Combretaceae** In: M. C. M. Marques e H. F. Martins, Flora do Estado do Rio de Janeiro. Alberto. 1997. p.13-51.

MEDEIROS, D. P. W.; ZICKEL, C. S.; LOPES, C. S. Phenology of woody species in a tropical coastal vegetation, northeastern Brazil. Flora: v. 202, p. 235-247, 2007.

MOONEY, H. A. et al. The study of physiological ecology of tropical plants – current status and needs. **BioScience**, v. 30, p. 22-26, 1980.

MORELLATO, L.P.C.; D.C. TALORA, A. TAKAHASHI, C.C. BENCKE, E.C. ROMERA & V.B. ZIPPARO. 2000. Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. Biotropica 32:811-823.

MORELLATO, L. P. C. As estações do ano na floresta tropical urbana. Campinas: Editora da Unicamp, 1995. p. 37-41.

MORELLATO, L.P.C. 1991. Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas, São Paulo.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Secretaria da Agricultura. Porto Alegre, 1961.

NEWSTROM, L. E. et al. Diversity of long-term flowering patterns. In: McDade, L. A. et al. (Eds.). **La selva:** Ecology and natural history of a neotropical rain forest. Chicago University Chicago, 1994. p. 142-160

PICCOLO, A. L. G.; BORGIGNON, J. O. Fenologia de *Hidrocotyle leucocephala* Cham., Rio de Janeiro: **Rodriguesia**, v. 304, n. 56, p. 91-100, 1982.

PIEDADE-KILL, L. H.; RANGA, N. T. Biologia Floral e sistema de reprodução de Jacquemontia multiflora (Choisy) Hallier f. (Convolvulaceae). Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 37-43, 2000.

RICHARDS, P.W. 1952. The tropical rain forest: an ecological study. Cambridge University Press, Cambridge.

REICH, P. B.; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica.JournalofEcology, v. 72, p. 61-74, 1984.

REIS< M. Dinâmica da movimentação dos alelos: subsídios para a conservação e manejo de populações naturais em plantas. **Revista Brasileira de Genética**, v. 19, n. 4, p. 37-47. 1996

REITZ, P. R. **Combretáceas.**In: REITZ, P. R. (Org.). Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1967.

REITZ, P. R., KLEIN, R. M., REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul.** Superintendência do Desenvolvimento da Região Sul (SUDESUL) – Governo do Estado do Rio Grande do Sul (RS) – Herbário Barbosa Rodrigues (HBR), 1988.

RIVERA, G.; ELLIOTT, S.; CALDAS, L. S.; NICOLOSSI, G.; CORADIN, V. T. R. & BORCHERT, R. 2002. Increasing day-lenght induces spring flushing of tropical dry forest trees in the absence of rain. *Trees, 16:* 445-456.

SMITH, L. B., DOWNS, R. J., KLEIN, R. M. **Euforbiáceas**. In: REITZ, P. R. (Org.). Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1998.

SUTILI, F. J. & DURLO, M. A. **Bioengenharia de Solos: o estado da arte na Europa e no Sul do Brasil.** Conselho em revista. CREA-RS. Ano III. N° 32. Abril 2007.

SUTILI, F. J. **Manejo biotécnico do arroio Guarda-mor: princípios, processos e práticas.** 2004. 114f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

TALORA, D. C.; MORELLATO, P. C. Fenologia de Espécies Arbóreas em Floresta de Planície Litorânea do Sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Botânica, v. 23, n. 1, p. 13- 26, 2000.

VAN SCHAIK, J. W.; TERBORGH & S. J. The phenologyof tropical forests: Adaptivesignificanceandconsequences for primaryconsumers. **Annual Review of Ecology and Systematics** v. 24, p. 353- 377, 1993.

Fitossociologia e padrão espacial de espécies abundantes da Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS

Phytosociology and spatial pattern of abundant species of Mixed Rain Forest in Nova Prata, RS

Anna Paula Lora Zimmermann[1]
Régis Villanova Longhi[2]
Paulo Renato Schneider[3]
Anelisa Pedroso Finger[4]
Junior Oliveira Mendes[5]

[2]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. regislonghi@yahoo.com.br

[3]Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. schneider.paulorenato@gnail.com

[4]Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. anefinger@yahoo.com.br

[5]Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. junioromendes@gmail.com

Resumo: Esta pesquisa buscou conhecer o padrão de distribuição das espécies mais importantes de uma área localizada na Fazenda Tupi, em Nova Prata, RS. Para isto, foi realizado um inventário florestal em 100 parcelas de 100 m² (um hectare). Os parâmetros fitossociológicos densidade e frequência foram calculados e as nove espécies com maior número de indivíduos na área foram analisadas quanto ao seu padrão de distribuição. As espécies mais abundantes na área são: *Blepharocalyx salicifolius, Campomanesia xanthocarpa, Cupania vernalis, Erythroxylum deciduum, Lithraea brasiliensis, Matayba elaeagnoides, Myrcia bombycina, Myrciaria floribunda* e *Zanthoxylum kleinii.* De acordo com o índice de Morisita, o padrão de distribuição espacial da maioria das espécies éagrupado, possivelmente devido à forma de dispersão das sementes. Assim, este resultado torna-se subsídio ao manejo destas espécies e abre uma lacuna para o conhecimento de quais fatores estão afetando o nível de organização das mesmas.
Palavras-chave: distribuição espacial, Índice de Morisita, densidade, frequência.

Abstract: This research aimed to discover the pattern of distribution of the most important species from an area located in the Tupi Farm in Nova Prata, RS. For this, was conducted a forest inventory in 100 plots of 100 m² (one hectare). The phytosociological density and frequency parameters were calculated and the nine species with the highest number of individuals in the area were analyzed for their distribution pattern. The most abundant species in the area are:*Blepharocalyxsalicifolius, Campomanesiaxanthocarpa, vernalisCupania, Erythroxylum deciduum, Lithraea brasiliensis, Matayba elaeagnoides, Myrcia bombycina, Myrciaria floribunda* and *Zanthoxylum kleinii*. According to the Morisita index, the spatial distribution pattern of most species is grouped, possibly due to the form of seed dispersal. Thus, this result becomes a subsidy to the management of these species and opening a gap in the knowledge of which factors are affecting the level of organization of the same.
Keywords: spatial distribution, Morisita index, density, frequency.

1. Introdução

Por apresentar como característica marcante a presença de *Araucaria angustifolia* associada a outras espécies de importância, a Floresta Ombrófila Mista (FOM) teve aproximadamente 90% de sua área reduzida. Os processos de produção agrícola e exploração madeireira contribuíram para que atualmente essa tipologia apresente somente cerca de 1 % de sua vegetação natural (Araújo et al., 2010; Koch e Corrêa, 2002).

Conforme Araújo et al. (2010), ainda há poucas informações sobre a ecologia básica das espécies presentes nos remanescentes naturais da FOM. Baseados na importância deste ecossistema, muitos trabalhos estão sendo realizados a fim de fornecer subsídios a

conservação, preservação e manejo destes remanescentes (Nascimento et al., 2001; Moscovich, 2006; Longhi, 2011; Callegaro e Longhi, 2013).

O conhecimento dos padrões de distribuição espacial é uma das ferramentas mais eficazes para compreender o comportamento de fenômenos que ocorrem nas formações florestais (Anjos et al., 1998). A análise espacial de uma floresta não pode identificar diretamente quais os processos que atuam na comunidade, mas pode levar a inferências sobre quais processos são mais importantes (Coomes et al., 1999). Muitas hipóteses partem do pressuposto que indivíduos próximos no espaço e no tempo estão mais ligados e mais sujeitos a serem influenciados pelos mesmos processos locais (Legendre e Fortin, 1989).

Alguns índices de dispersão foram desenvolvidos para análise do padrão de distribuição espacial da vegetação. O Índice de Morisita é um dos mais utilizados para esta análise sendo considerado pela literatura como um dos melhores índices a ser utilizado para estudos ecológicos (Valentin, 1995). Como é pouco influenciado pelo tamanho da área amostrada e apresenta excelente qualidade nos resultados expostos, é muito utilizado para estudos fitossociológicos (Silveira Neto et al., 1976).

Diante disto, este trabalho teve por objetivo analisar o padrão de distribuição espacial de nove espécies abundantes em uma área de remanescente de Floresta Ombrófila Mista, localizada na Fazenda Tupi, em Nova Prata, RS.

2. Materiais e métodos

A área de estudo utilizada neste trabalho pertence à Fazenda Tupi, localizada no município de Nova Prata, RS. De acordo com Moreno (1961), o clima da região é do tipo Cfb (temperado úmido), com precipitação média anual de 1763 mm, distribuídas uniformemente durante o ano todo. O relevo é do tipo ondulado e os solos são classificados como Nitossolos e Neossolos (Streck et al., 2008). A vegetação onde localiza-se a área de estudo pertence à Floresta Ombrófila Mista, com forte presença de *Araucaria angustifolia*, mesmo que em número reduzido devido à grande exploração da espécie no passado (IBGE, 2012).

Os dados são oriundos de 100 parcelas de 10 x 10 m (100 m²) dispostas continuamente. Todos os indivíduos com CAP maior que 31,4 cm foram contabilizados para este estudo.

As espécies foram identificadas em campo e realizou-se a análise fitossociológica de densidade absoluta e relativa bem como frequência absoluta e relativa para as nove espécies mais abundantes na área. Os parâmetros fitossociológicos foram calculados de acordo com as equações descritas por Felfili e Resende (2003).

A distribuição espacial das espécies selecionadas na área de estudo foi avaliada através do Índice de Morisita, usualmente utilizado para estes estudos pela simplicidade de cálculos e veracidade dos resultados. O valor do índice varia de 0 a 1, quando I = 1 a distribuição é ao acaso; quando I > 1 a distribuição é do tipo agregada e quando I < 1 o valor indica que a distribuição da espécie é do tipo regular. O Índice de Morisita foi calculado pela expressão:

$$I = N \frac{\Sigma X^2 - \sum X}{(\sum X)^2 - \sum X} \qquad (1)$$

onde: N = número de unidades amostrais; X = número de indivíduos encontrados em cada unidade amostral;

3. Resultados e discussão

De acordo com o critério de inclusão, foram mensurados 858 indivíduos de 52 espécies distintas pertences a 26 famílias botânicas. O valor do parâmetro densidade absoluta é muito semelhante ao encontrado por Nascimento et al. (2001) em uma área da mesma tipologia

florestal. Entretanto, quanto à diversidade de espécies na FOM, o valor está muito abaixo ao encontrado por Watzlawick et al. (2011) e Narvaes et al. (2005), explicado pela maior intensidade de amostragem realizada por estes autores.

Na tabela 1 são apresentadas as nove espécies mais abundantes da área de estudo. A família Myrtaceae destaca-se pela representatividade na comunidade com 228 indivíduos/hectare e quatro espécies distintas. A família Sapindaceae também apresenta grande representatividade na área devido à forte presença de *Matayba elaeagnoides*. Assim como neste trabalho, *M. elaeagnoides* também foi a espécie que apresentou maior densidade nas pesquisas realizadas por Nascimento et al. (2001) e Callegaro (2012) no município de Nova Prata.

As demais espécies que apresentaram altas densidades foram *Myrciaria floribunda*, *Zanthoxylum kleinii* e *Erythroxylum deciduum*. Juntamente com *Matayba elaeagnoides* estas perfazem 42,30% do total de espécies encontradas no local.

Tabela 1. Parâmetros fitossociológicos para as nove espécies mais abundantes em um fragmento da Floresta Ombrófila Mista, em Nova Prata, RS.

Espécie	Nome popular	Família	DA	DR	FA	FR
Blepharocalyx salicifolius	Murta	Myrtaceae	40	6,79	30	8,96
Campomanesia xanthocarpa	Guabiroba	Myrtaceae	42	7,13	27	8,06
Cupania vernalis	Camboatá-vermelho	Sapindaceae	44	7,47	29	8,66
Erythroxylum deciduum	Cocão	Erythroxylaceae	69	11,71	44	13,13
Lithraea brasiliensis	Aroeira-brava	Anacardiaceae	54	9,17	29	8,66
Matayba elaeagnoides	Camboatá-branco	Sapindaceae	124	21,05	58	17,31
Myrcia bombycina	Guamirim	Myrtaceae	46	7,81	30	8,96
Myrciaria floribunda	Cambuí	Myrtaceae	100	16,98	43	12,84
Zanthoxylum kleinii	Juvevê	Rutaceae	70	11,88	45	13,43

Quanto a análise da frequência absoluta os maiores valores foram de *Matayba elaeagnoides*, *Zanthoxylum kleinii*, *Myrciariafloribunda* e *Erythroxylum deciduum*, coincidentemente as que apresentaram as maiores densidades absolutas. Para Jankauskis (1990), a densidade e a frequência de indivíduos de cada espécie estão relacionadas com o padrão de distribuição das mesmas em um fragmento. Ao estudarem o padrão de distribuição espacial de espécies pertencentes à Floresta Ombrófila Mista no município de Nova Prata, RS, Nascimento et al. (2001) concluíram que as espécies com padrão agregado são aquelas que possuíam grande densidade na área, formando pequenas manchas na vegetação.

Das nove espécies estudadas, somente *B. salicifolius* e *E. deciduum* apresentaram padrão de distribuição regular, sendo que as demais se encontramarranjadas de forma agregada na área. A tabela 2 apresenta os valores calculados do Índice de Morisita e o padrão de distribuição espacial de acordo com o índice.

Tabela 2. Padrão de distribuição espacial de espécies da Floresta Ombrófila Mista de Nova Prata, definidos através do Índice de Morisita.

Espécie	Índice de Morisita	Padrão espacial
Blepharocalyx salicifolius	0,89	Regular

Espécie	Índice de Morisita	Padrão espacial
Campomanesia xanthocarpa	2,39	Agregada
Cupania vernalis	1,3	Agregada
Erythroxylum deciduum	0,74	Regular
Lithraea brasiliensis	2,11	Agregada
Matayba elaeagnoides	1,24	Agregada
Myrcia bombycina	1,68	Agregada
Myrciaria floribunda	1,44	Agregada
Zanthoxylum kleinii	1,32	Agregada

Ao analisarmos a figura 1, que apresenta a distribuição dos indivíduos de cada espécie nota-se que a maioria das espécies tendem a formar pequenas manchas na área, conferindo distribuição agrupada a estas espécies. *B. salicifolius* e *E. deciduum* apresentam-se dispersas de forma mais organizada na área, uma vez que, de acordo com o Índice de Morisita, encontram-se dispersas na área de forma regular.

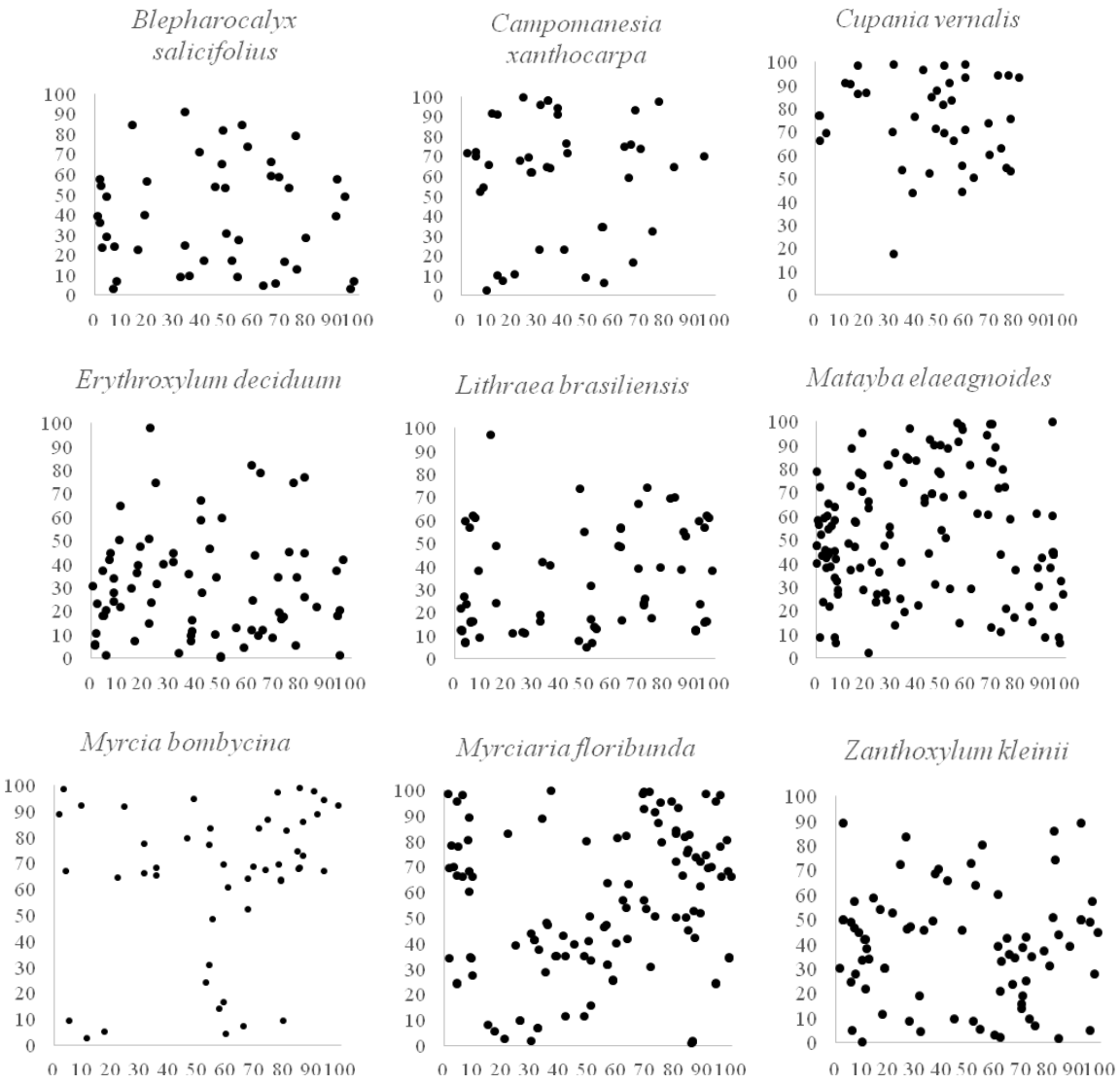


Figura 1. Distribuição espacial de nove espécies abundantes em uma área de Floresta Ombrófila Mista no município de Nova Prata, RS (os eixos x e y correspondem ao tamanho da parcela, em metros).

Para Janzen (1970) o padrão de distribuição agregado pode ser explicado pela distância de dispersão das sementes, estando diretamente ligado ao tipo de dispersão que a espécie possui. Espécies dispersas zoocoricamente possuem padrão de distribuição agregado, isso por que geralmente os pássaros e outros animais dispersores vertebrados tendem a espalhar grupos de sementes na área (Roberts e Heithaus, 1986). Silva et al. (2010) ressalta a grande importância das aves na dispersão de sementes, conferindo um papel imprescindível como agentes dispersores, carregando sementes de dentro da mata para locais que já sofreram perturbações, propiciando a recuperação natural de áreas degradadas.

4. Conclusões

A família Myrtaceae apresenta forte presença na área devido à diversidade de indivíduos. Entretanto, *Matayba elaeagnoides*, da família Sapindaceae foi a espécie que apresentou o maior número de indivíduos. Das nove espécies analisadas quanto ao padrão de distribuição, sete encontram-se arranjadas de forma agrupada. Estes resultados tornam-se subsídios ao manejo das mesmas e deixam uma lacuna à pesquisa de quais fatores estão influenciando este nível de organização.

Referências Bibliográficas

ANJOS, A.; COUTO, H. T. Z.; REIS, A. Análise do efeito de um manejo em regime de rendimento sustentável sobre o padrão de distribuição espacial do palmiteiro (*Euterpe edulis*Martius), utilizando a função K de Ripley. **Revista Árvore**, v. 22, n. 2, p. 215 - 225, 1998.

ARAUJO, M. M. et al. Análise de agrupamento em remanescente de Floresta Ombrófila Mista. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 1-18, jan./mar. 2010.

CALLEGARO, R. M. **Variações florísticas e estruturais de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Montana em Nova Prata – RS.** (Dissertação). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2012.

CALLEGARO, R. M.; LONGHI, S. J.Grupos florísticos em uma Floresta Ombrófila Mista, Nova Prata, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 8, n. 4, 2013.

COOMES, D. et al. Identifying aggregation and association in fully mapped spatial data. **Ecology**, Oxford, v. 80, p. 554-565, 1999.

FELFILI, J.M.; REZENDE, R.P. 2003. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Comunicações Técnicas Florestais, v. 5, nº 1. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília

JANKAUSKIS, J. **Avaliação de técnicas de manejo florestal.**Belém: SUDAM, 1990. 143 p.

JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **American. Naturalist**. v. 104, p. 501 - 528, 1970.

KOCH, Z.; CORRÊA, M.C. 2002. **Araucária: a floresta do Brasil meridional**. Curitiba: Olhar Brasileiro.

LEGENDRE, P.; FORTIN, M. J. Spatialpatternandecologicalanalysis.**Vegetation,** v. 80, p.107-138, 1989.

LONGHI, R. V. **Manejo experimental de uma Floresta Ombrófila Mista secundária no Rio Grande do Sul.** (Dissertação). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2011.

MORENO, J. A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 42 p.
MOSCOVICH, F. A. **Dinâmica de crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS.** (Tese). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006.

NARVAES, I. S.; BRENA, D. A.; LONGHI, S. L. Estrutura da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 331-342, 2005.

NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas de uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **CiênciaFlorestal,** Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 105-119, 2001.

ROBERTS, J. T.; HEITHAUS, E. R. Ants rearrange the vertebrate generated seed shadow of a Neotropical fig tree. **Ecology**, v. 67, n. 4, p. 1046 - 1051, 1986.

SILVA, W. R.; PIZO, M. A.; GABRIEL, V. A. A avifauna como promotora da restauração ecológica. In: VON MATTER, S.; STRAUBE, F. C.; ACCORDI, I. A.; PIACENTINI, V. Q.; CÂNDIDO JUNIOR, J. F. (Org.). **Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento.** Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. p. 505-516

SILVEIRA NETO, S., O. NAKANO, D. BARBIN; N.A. Villa Nova. 1976. **Manual de ecologia dos insetos.** Piracicaba, Ed. Agronômica Ceres, 419p.

STRECK, E.V. et al. Solos do Rio Grande do Sul. 2.ed. Porto Alegre, EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222p.

VALENTIN, J. L. Agrupamento e ordenação. In Tópicos em tratamentos de dados biológicos (P. R. Peres - Neto, J. L. Valentin; F. A. S. Fernandez, eds.). **Oecologia Brasiliensis**, v. II, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, p. 25-55, 1995.

WATZLAWICK, L. F. et al. Estrutura, diversidade e distribuição espacia da vegetação arbórea na Floresta Ombróifila Mista em Sistema Faxinal, Rebouças (PR). **Ambiência**, Guarapuava, v. 7, n. 3, p. 415-427, 2011.

Estrutura vertical de sete espécies em um fragmento de Floresta Estacional Decidual na região do Alto Uruguai/RS

Vertical structure of seven species in a Deciduous Forest fragment in the region of Alto Uruguay/RS

Franciele Alba da Silva[1]
Fabiano de Oliveira Fortes [2]
Ezequiel Gallio[3]
Éricklis Edson Boito de Souza[1]

[1]Acadêmica do curso de Engenharia Florestal. Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386, Km 40, Frederico Westphalen – RS, CEP: 98400-000. E-mail: francielealba47@gmail.com; ericklisboito@live.com

[2]Professor Doutor da Universidade Federal de Santa Maria/ CESNORS, Campus Frederico Westphalen, Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386, Km 40, Frederico Westphalen – RS, CEP: 98400-000. E-mail:fabianofortes@gmail.com.

[3]Engenheiro Florestal formado pela Federal de Santa Maria/ CESNORS, Campus Frederico Westphalen, Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386, Km 40, Frederico Westphalen – RS, CEP: 98400-000. E-mail:egeng.florestal@gmail.com.com

Resumo: O presente trabalho teve por objetivo determinar a estrutura vertical de sete espécies, que ocorrem com maior frequência em um fragmento de Floresta Estacional Decidual na região do Alto Uruguai, considerando a diversidade e a heterogeneidade deste remanescente florestal. O experimento foi realizado em um fragmento florestal de aproximadamente 55 ha, pertencente à área da Universidade Federal de Santa Maria, campus de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul. O estudo foi realizado em uma parcela permanente de 10.000m² (1ha). Esta parcela foi subdividida em 100 subparcelas de 10 x 10m (100m²). Todos os indivíduos arbóreos com CAP (Circunferência à Altura do Peito) ≥ 31 cm foram medidos quanto seus CAP e a altura total. As espécies foram divididas em três diferentes altura (estrado inferior, estrato médio e estrato superior) e avaliadas em relação aos valores de média e desvio padrão. A maior parte das espécies encontram-se em um estágio sucessional de desenvolvimento, já que poucas árvores ocupam o estrato superior dentro de suas respectivas espécies, as árvores possuem condições disponíveis para o crescer ainda mais.
Palavras-chave:Trichilia claussenii, Nectandra megapotamica, estrato, dossel.

Abstract: This study aimed to determine the vertical structure of seven species that occur more frequently in a Deciduous Forest fragment in the region of Alto Uruguai, considering the diversity and heterogeneity of this forest remaining. The experiment was conducted in a forest fragment of approximately 55 ha, belonging to the Federal University of Santa Maria, campus of FredericoWestphalen, Rio Grande do Sul. The study was realized in a Permanent Plot of 10,000 m² (1ha). This plot was subdivided into 100 subplots of 10 x 10m (100m²). All trees with CAP (circumference at breast height) ≥ 31 cm were measured in their CAP and their total height. The species were divided into three different height (understory, midstory, and overstory) and evaluated in relation of the mean and standard deviation values. The most part of species are in a succession stage of development, as few trees are in the overstory within their respective species, the trees have available conditions to grow further.
Keywords: Trichilia claussenii, Nectandra megapotamica, stratum, canopy.

1. Introdução

Através da observação de povoamentos florestais, verificam-se com nitidez as diferenciações verticais na floresta, as quais segundo Sanquetta (1995), são conhecidas como estratificação. Whittaker (1975) afirma que diversos fatores podem ocasionar essa diferenciação, fatores esses como: a disponibilidade de luz ao longo do perfil vertical da floresta.

Analisando a estrutura vertical da floresta é possível verificar o estágio sucessional de cada espécie, bem como, verificar qual espécie poderá compor o povoamento no futuro (SCHNEIDER, 2004). Na realização da análise da estruturação de uma floresta é necessária à inclusão, conforme Finol (1971), da estrutura vertical, sendo que a mesma conta com dois parâmetros: posição sociológica dos indivíduos e regeneração natural.

A obtenção da posição sociológica dos indivíduos na floresta é importante para determinar a estruturação dos indivíduos, conforme o estrato que os mesmos ocupam no interior do fragmento florestal. Analisando tudo o que foi exposto anteriormente, Sanquetta (1995) diz que: "A avaliação da estrutura vertical é importante, uma vez que pode ser de grande valia para o manejo. A tarefa de reconhecer estratos de árvores na floresta é um dos principais elementos do estudo da estrutura vertical".

O presente trabalho tem por objetivo determinar a estrutura vertical de sete espécies mais frequentes em um fragmento de Floresta Estacional Decidual na região do Alto Uruguai, levando em consideração, a verificação da diversidade e heterogeneidade deste remanescente florestal.

2. Metodologia de trabalho

O experimento foi realizado em um fragmento florestal de aproximadamente 55ha pertencente à área da Universidade Federal de Santa Maria, campus do CESNORS (Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul), o qual está localizado nas imediações do munícipio de Frederico Westphalenlocalizada na região do Médio Alto Uruguai, no planalto meridional, norte do Rio Grande do Sul (RS), a uma latitude de 27º21'S e longitude de 53º23'W,com temperatura média anual de 19,1° C variando com máxima de 38° C e mínima de 0°C e com umidade relativa 65%. Segundo a classificação climática de Köppen o clima da região é Cfb, ou seja, subtropical úmido.

O estudo foi feito em uma parcela permanente de 10.000m² (1ha). Esta parcela foi subdividida em 100 subparcelas de 10 x 10m (100m²) com coordenadas x e y para identificar a localização das árvores as quais não puderam ser identificadas a campo. Para identificar essas árvores coletou-se ramos com folhas e consultou-se a bibliografia recomendada para a identificaçãocom auxilido doherbário florestal do CESNORS. Mediram-se todos os indivíduos arbóreos com CAP (Circunferência à Altura do Peito) ≥ 31 cm, sendo que para posterior localização das espécies na parcela foram tomadas as coordenadas x e y, bem como, a altura total de cada indivíduo a fim de se obter os parâmetros necessários para a analise da estrutura vertical.

Foram selecionadas as sete espécies com maior número de indivíduos, sendo divididas em três estratos de altura, conforme o que foi proposto por Schneider (2004).

Segundo o mesmo autor, o estrato superior é caracterizado pelas árvores com altura total superior a soma da média aritmética das alturas com um desvio padrão das mesmas (Equação 1).

$$\textbf{h est. sup.} > h_m + S_h \qquad \text{(Eq. 01)}$$

Onde: h est. sup. = limite da altura total mínima para se enquadrar na classe do estrato superior; hm = altura total média da espécie i; Sh = desvio padrão da altura média da espécie i;

O estrato médio é observado pela inclusão das árvores as quais se encontram entre a média aritmética das alturas mais um desvio padrão e a média aritmética das alturas menos um desvio padrão (Equação 2).

$$h_m + S_h > h\ est.\ med. < h_m - S_h \qquad \text{(Eq. 02)}$$

Onde: h est. med. = altura para se enquadrar no estrato médio; hm = altura total média da espécie i; Sh = desvio padrão da altura média da espécie i;

Já o estrato inferior é caracterizado pelas alturas totais inferiores a média aritmética das alturas menos o desvio padrão (Equação 3).

$$h\ est.\ inf. < h_m - S_h \qquad \text{(Eq. 03)}$$

Onde: h est. inf. = limite da altura total máxima para se enquadrar na classe do estrato inferior; hm = altura total média da espécie i; Sh = desvio padrão da altura média da espécie i;

É importante ressaltar que quanto a essas estimativas, os indivíduos não seguiam um padrão já que em alguns casos os mesmos encontravam-se isolados, sem competição ou até mesmo em alguns casos quebrados.

3. Resultados e Discussão

Observando aTabela 1, é possível verificar a ocupação dos estratos pelas espécies mais frequentes no fragmento florestal.

A espécie *Trichilia claussenii* é a mais frequente do fragmento florestal e o maior número de indivíduos para a espécie, localiza-se no estrato médio, sendo que o mesmo estrato possui o correspondente a aproximadamente 90,35% do total de indivíduos dessa espécie. No estrato inferior essa espécie representa 3,5% e para o estrato superior 6,1%de indivíduos da espécie.Para a espécie *Nectandra megapotamica*, que é a segunda espécie mais frequente no fragmento, o estrato médio apresentou um percentual de 66,67%, seguido pelo estrato superior com 20% e depois do inferior com 13,33%.

Longhi (1993 apud Farias et al.,1994) verificaram através de estudos realizados em uma Floresta Estacional Decidual no município de Santa Maria que, para a espécie *Trichilia clausseni*, a maior parte dos indivíduos situava-se no estrato inferior, e para a espécie *Nectandra megapotamica*, no estrato superior. Já para o fragmento florestal estudado as duas espécies apresentaram maior número de indivíduos no estrato médio.

A maior parte dos indivíduos de *Achatocarpus praecox* encontra-se no estrato médio (67,57%), seguido pelo estrato superior (18,92%) e depois do inferior (13,51%). Observando *in loco* a presença dos espécimes de *Achatocarpus praecox*, verifica-se que os mesmos localizam-se no estrato médio também em relação às demais espécies do fragmento florestal em estudo.

O estrato médio possui cerca de 65,38% dos indivíduos da espécie *Eugenia rostrifolia*, sendo que os estratos superior e inferior possuem um percentual de 19,23% e 15,39% respectivamente. Oliveira et al. (2005), destacam que em estudos de composição florística realizados próximo ao município de Santo Antônio da Patrulha no Rio Grande do Sul, encontrou-se espécimes de *Eugenia rostrifolia* ocupando o estrato do dossel da floresta.

A maior parte dos espécimes de *Chrysophyllum marginatum* está localizada no estrato médio (66,67%), seguido pelo estrato inferior (19,04%) e pelo superior (14,29%). Analisando os aspectos fitossociológicos de um fragmento de Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Maria, no Rio Grande do Sul, Longhi et al. (2000), destacam a presença da espécie *Chrysophyllum marginatum* ocupando o estrato intermediário, ou médio do fragmento.

Para a espécie *Apuleia leiocarpa*, nota-se que assim como a distribuição dos indivíduos por estrato para a espécie *Chrysophyllum marginatum*, há uma maior concentração de

indivíduos na classe de altura média (75%), o que vai de acordo com o que foi proposto por Rambo (1980), o qual afirma que a *Apuleia leiocarpa* localiza-se no estrato emergente, sendo que a mesma necessita uma grande quantidade de luz. Na sequência vem à classe de altura inferior (15%) e por último a classe de altura dos indivíduos superior (10%).

A espécie *Holocalyx balansae* foi à única que apresentou um percentual igual de indivíduos em duas classes de estratos (inferior e superior, os quais apresentaram um percentual de 15,79% cada um), sendo que novamente a classe do estrato de altura médio, obteve a maior quantidade de indivíduos (68,42%). Esses dados conferem com o que é proposto por Rambo (1980), o qual ressalta que os indivíduos da espécie *Holocalyx balansae* habitam preferencialmente o estrato médio da Floresta Estacional Decidual.

Tabela1.Número de indivíduos distribuídos por altura em estrato, inferior, médio e superior.

Números de indivíduos por espécie dentro de estimativas de estrato de alturas								
Espécie	**Nº**	**Inferior**	**Nº**	**Médio**	**Nº**	**Superior**	**hm (m)**	**Sh (m)**
Trichilia claussenii	4	ht < 5,1	103	14,5 <ht > 5,1	7	ht > 14,5	9,8	4,7
Nectandra megapotamica	6	ht < 10,4	30	18,4 < ht > 10,4	9	ht > 18,4	14,4	4
Achatocarpus praecox	5	ht < 7,2	32	13,14< ht > 7,2	3	ht >13,14	10,3	3,1
Eugenia rostrifolia	4	ht < 9,2	17	18,4 < ht > 9,2	5	ht > 18,4	13,8	4,6
Chrysophyllum marginatum	4	ht < 9,5	14	17,1 < ht > 9,5	3	ht > 17,1	13,3	3,8
Apuleia leio arpa	3	ht < 9,0	15	18,6 < ht > 9,0	2	ht > 18,6	13,8	4,8
Holocalyx balansae	3	ht < 12,4	13	24,8 < ht > 12,4	3	ht > 24,8	18,6	6,2

4. Conclusão

Através da análise do que foi exposto nos resultados da estrutura vertical pode-se concluir que a maior parte das espécies encontra-se em um estágio sucessional de desenvolvimento, já que muito poucas ocupam o dossel superior e apresentam condições disponíveis para crescerem mais (pouco sombreamento, baixo nível de competição, declividade constante), sendo que isso é visualizado *in loco*.

Outro fator que contribui para o desenvolvimento é o tipo de solo e disponibilidade de nutrientes no mesmo, contudo, a muitos poucos estudos relacionados a esses fatores especificamente na área de estudo, sendo necessária a realização de analises de solo para concluir se o mesmo apresenta-se favorável a infiltração de água e retenção de nutrientes.

Referências Bibliográficas

FARIAS, J. A. C.; TEIXEIRA, I. F.; PES, L.; FILHO, A. A.Estrutura Fitossociológica de uma Floresta Estacional Decidual na Região de Santa Maria, Rs. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.4, n.1, p. 109-128, 1994.

FINOL, H. Nuevos parámetros a considerar-se en el análises estructural de las selvas virgenes tropicales. Revista **Forestal Venezoelana**, Merida, v. 14, n. 21, p. 24-42, 1971.

LONGHI, S. J.; ARAUJO, 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.

OLIVEIRA, M. de L. A. A. de; BALBUENO, R. A.; SENNA, R. M. Levantamento florístico de fragmentos florestais na bacia hidrográfica do rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil. **IHERINGIA**, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 60, n. 2, p. 269-284, jul./dez. 2005.

RAMBO, B. A mata pluvial do alto Uruguai. **Roessléria**, Porto Alegre, v.3, n.2, p.101-140, 1980.

SANQUETTA, C. R. Análise da estrutura vertical de florestas através do diagrama h-M. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.5, n.1, p. 55 – 68, 1995.

SCHNEIDER, P. R. **Manejo florestal: planejamento da produção florestal**. Santa Maria: UFSM – Biblioteca Central, 2004. 493 p. (Apostila).

WHITAKKER, R. W. **Community andecosystems.**New York: MacMillan Publishing, 1975. 385 p.

Desenvolvimento de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan em fragmentos de Floresta Estacional Decidual

Development of Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan in Deciduous Forest fragments

Isadora Rangel Ribeiro [1]
Franciele Alba da Silva [1]
Franciel Eduardo Rex [1]
Pâmela Suélen Käfer [1]
Vanessa Alba da Silva [1]
Márcia d´Avila [2]

[1] Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, CESNORS, BR 386 km 40, Linha Sete de Setembro, s/n, Cep 98400-000, Frederico Westphalen, RS. isadora_rangeel@hotmail.com; franciele@hotmail.com; francielrexx@hotmail.com; pamelakafer@hotmail.com; vanessa@hotmail.com

[2] Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, CESNORS, BR 386 km 40, Linha Sete de Setembro, s/n, Cep 98400-000, Frederico Westphalen, RS. davilamar@hotmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar as fases de desenvolvimento de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan em três fragmentos de Floresta Estacional Decidual. Foram avaliados o banco de sementes do solo, banco de plântulas, regeneração natural estabelecida e indivíduos superiores. O estudo foi conduzido na Universidade Federal de Santa Maria campus Frederico Westphalen, RS. Os fragmentos de floresta possuem 34 ha, 14,6 ha e 4,6 ha, onde foram estabelecidas 5 parcelas de 10 x 10 m de forma aleatória somando 15 parcelas. Para a determinação do banco de sementes do solo utilizou-se uma moldura de 30 x 30 cm; para o levantamento da altura das plantas utilizou-se um paquímetro e fita métrica; e para a altura das plantas da regeneração natural estabelecida usou-se uma fita métrica e o hipsômetro de Haglof. As plantas foram classificadas em classes distintas de tamanho. Não foram encontradas sementes da espécie no local de estudo. O teste qui-quadrado constatou que os fragmentos foram independentes entre si, assim, a fragmentação de habitats influenciou na espécie. Foram encontrados 59 indivíduos ao total nos três fragmentos estudados, sendo que 50% corresponderam ao banco de plântulas, 26% a vegetação natural estabelecida, e apenas 24% a indivíduos superiores.
Palavras- chave: banco de sementes, banco de plântulas, regeneração natural estabelecida, angico-vermelho.

Abstract: The work's target was to evaluate the Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan development stages in three Deciduous fragments Forest. Were evaluated the bank of soil seed, seedlings bank, established natural regeneration and superior individuals. The study was conducted on the premises of Universidade Federal de Santa Maria campus Frederico Westphalen, RS. The forest fragments have 34 ha, 14.6 ha and 4.6 ha, which were established five plots of 10 x 10 m randomically within each fragment totaling 15 plots. For the seed bank was used a 30 x 30 cm frame; for the seedling height a caliper and a tape measure was used; a tape measure and the hypsometer of Haglöf was used and for the established natural regeneration. The plants were classified in different size classes. Were not found seed species in the study site. The chi-square statistical test found that the fragments were independent each other, so the fragmentation of habitats influenced the species. 59 individuals total in the three studied fragments were found and 50% corresponded to the bank of seedlings, 26% natural vegetation established, and only 24% to superior individuals.
Key words: seed bank, seedling bank, established natural regeneration, red mimosa.

1. Introdução

A espécie *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (angico-vermelho), pertencente à família Fabaceae, é característica e exclusiva da mata latifoliada das bacias dos Rios Paraná, Uruguai e afluentes (LORENZI, 2002), possuindo ampla distribuição natural no território

brasileiro, sendo abundante na Floresta Estacional sul-brasileira e dominante em matas de galeria ou de várzea (MARCHIORI, 1997; CARVALHO, 2003; BACKES; IRGANG, 2009). Esta espécie é recomendada para a recuperação de áreas degradadas (SOUTO, 1984) e para a restauração florestal em áreas de preservação permanente (DURIGAN; NOGUEIRA, 1990), bem como para fins paisagísticos, na construção civil, carpintaria e também por apresentar lenha e carvão de boa qualidade (BACKES; IRGANG, 2009). É uma árvore secundária inicial (VACCARO et al., 1999), decidual, de 20 a 35m de altura, com copa corimbiforme composta por folhagem verde-escura e de madeira muito pesada, elástica e bastante durável, o que a torna própria para construções rurais e para a carpintaria (REITZ et al., 1988), sendo também aproveitada em curtumes, por ser rica em tanino (SAKITA; VALLILO, 1990).

Segundo Garwood (1989) o principal meio de regeneração das espécies tropicais dá-se através da chuva de sementes (sementes dispersadas recentemente), através do banco de sementes do solo (sementes dormentes no solo), banco de plântulas (plântulas estabelecidas e suprimidas no chão da floresta), e através da formação de bosque (emissão rápida de brotos e/ou raízes provenientes de indivíduos danificados). Nesse sentido Simpson et al. (1989) define banco de sementes no solo como todas as sementes viáveis no solo ou associadas à serapilheira para uma determinada área num dado momento. É um sistema dinâmico com entrada de sementes através da chuva de sementes e dispersão, podendo ser transitório, com sementes que germinam dentro de um ano após o início da dispersão, ou persistente, com sementes que permanecem no solo por mais de um ano. Esta persistência personifica uma reserva do potencial genético acumulado.

Já o banco de plântulas, em estudos sobre regeneração natural, representa os indivíduos em desenvolvimento no sub-bosque da floresta, o que difere do conceito fisiológico, que determina que um vegetal seja considerado plântula enquanto depender das reservas da semente (MELO et al., 2004).

São diversos os termos encontrados para definir a regeneração natural, segundo Chami (2008) a regeneração natural pode ser classificada por meio de classes de tamanho, sendo que os limites são determinados com base nos objetivos dos estudos e características das florestas. Já Silva et al. (2007) define a regeneração como uma análise efetiva para diagnosticar o estado de conservação dos fragmentos e a resposta às alterações naturais ou antrópicas no ambiente, pois formam um conjunto de indivíduos capazes de serem recrutados para estágios superiores.

A fragmentação originária da ocupação antrópica é um fenômeno global que tem posto em risco a riqueza e diversidade da flora e fauna (BROOKS1 et al., 1999) e, a abundância de certas espécies florestais dependem das características estruturais dos fragmentos para existirem (METZGER, 2000).

A forma do fragmento, assim como seu tamanho, influência nos impactos do efeito de borda incluindo os fluxos bióticos e abióticos (FARINA, 1998). A forma pode ser avaliada através de proporções simples entre área de borda e área do fragmento, podendo ser regulares ou irregulares, mais afetados por bordas, implicando diretamente na dispersão de plantas.

Segundo Buzatto (2006) os fragmentos de tamanho menor tendem a ser mais suscetíveis às perturbações, uma vez que o efeito de borda pode, dependendo do seu tamanho, afetar todo o fragmento. A relação entre os fatores bióticos e abióticos definem as condições apropriadas para a germinação e sobrevivência das plântulas. Em decorrência à fragmentação florestal, ocorre o aumento da temperatura e umidade do ar próximo a borda do fragmento (CAMARGO; KAPOS, 1995), principalmente influenciadas pelas mudanças na estrutura das florestas, como por exemplo a morte de árvores grandes (LAURANCE et al., 2000).

Mudanças ambientais induzidas por essas alterações e o efeito de borda, influenciam na alteração e recrutamento das plântulas, favorecendo as plântulas pioneiras e desfavorecendo as não pioneiras.

Baseando-se no que foi exposto e pela escassez de informações sobre o efeito de ambientes fragmentados nas características ecológicas da espécie *Parapiptadenia rigida*, o presente trabalho teve como objetivo avaliar esta espécie em diferentes estágios de desenvolvimento em fragmentos de Floresta Estacional Decidual.

2. Metodologia de Trabalho

O presente estudo foi realizado em três fragmentos de Floresta Estacional Decidual, pertencente à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizados no Centro de Educação Superior Norte (CESNORS) no município de Frederico Westphalen, RS, no segundo semestre de 2014.

O clima do município é classificado por Köppen como subtropical (Cfa), com chuva bem distribuída durante o ano e temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C. A precipitação média anual varia entre 1.400 e 1.760 mm (MORENO, 1961).

Quanto ao tamanho dos fragmentos florestais estudados, tem-se um fragmento de 34 ha, o segundo fragmento com 14,6 ha e o último com 4,6 ha, os mesmos foram denominados de Frag. 1, Frag. 2 e Frag. 3 respectivamente. Quanto à forma dos fragmentos, o Frag. 1 e 3 possuem formas mais próximo do circular e o Frag. 2 com forma retangular alongada. Os fragmentos são separados por corredores com larguras que variam de 20 a 60 m, sendo o Frag.3 o que mais se distancia dos demais fragmentos, atualmente estes estão circundados por culturas agrícolas e áreas destinadas à pecuária.

Foram estabelecidas, de forma aleatória, 5 parcelas de 10 x 10 m totalizando 500 m², em cada fragmento totalizando 15 parcelas. Em cada parcela foram avaliados os seguintes parâmetros: banco de sementes, banco de plântulas e regeneração estabelecida.

O banco de sementes do solo no interior de cada parcela foi coletado a partir de uma moldura de 30 x 30 cm, a qual era colocada no solo e retirada três amostras de camada orgânica e solo, em cada parcela, com profundidade de 5 cm. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos e posteriormente levadas para análise no Laboratório de Ecologia Florestal do Centro de Educação Superior Norte (UFSM/CESNORS), onde foi constatada a presença ou não de sementes de *Paraptadenia rigida.*

Para a análise do banco de plântulas e regeneração estabelecida, foram medidos todos os indivíduos de *P. rigida* encontrados independente do tamanho, sendo feita a classificação somente após a coleta dos dados. Mediu-se a altura das plantas pequenas com uma fita métrica e o diâmetro foi medido com o auxílio de um paquímetro, já as plantas maiores de um metro e meio, a altura foi medida com um hipsômetro Haglof e o diâmetro por meio de uma fita métrica.

As plantas foram classificadas como:

Classe I: Indivíduos com altura entre 0,3 a 1,0 m, considerados plântulas.

Classe II: Indivíduos entre 1,0 a 2,5 m de altura, considerados regeneração natural estabelecida.

Classe III: Indivíduos acima de 2,5 m de altura, considerados indivíduos superiores.

Uma classificação semelhante foi usada por Rayol et al. (2006), em Floresta secundária no Pará, onde classificaram regeneração natural, plantas com h ≥ 30 cm e DAP < 5 cm, dividindo em classes consideradas como mudas (30 cm-1,5 m de altura), varetas (DAP < 2,5 cm e h ≥ 1,5 m) e varas (2,5 cm ≤ DAP < 5 cm).

Os indivíduos de altura inferior a 30 centímetros não entraram na classificação, pois conforme Alder e Synnott (1992), somente uma pequena proporção de indivíduos entre 0 a 10 cm de altura sobrevive até atingir as classes de maior diâmetro.

Os dados encontrados nos três fragmentos foram comparados entre si pelo teste de hipótese qui-quadrado, avaliando a associação existente entre variáveis qualitativas.

3. Resultados e Discussão

Através do teste do qui-quadrado, pelo número de indivíduos em cada classe de altura, verificou-se que a classe I, II e III não diferiram significativamente entre os três fragmentos avaliados, ou seja, a fragmentação de habitats influencia na espécie, independente do tamanho do fragmento.

3.1 Banco de sementes

Em relação ao banco de sementes, não foi encontrada nenhuma semente da espécie no local de estudo, o que provavelmente se deve ao comportamento secundário (VACCARO et al., 1999) da espécie estudada, visto que o banco de sementes é formado principalmente por espécies pioneiras (MONACO et al., 2003), que produzem sementes de fácil dispersão e que se mantêm viáveis no solo por muito tempo (HOLTHUIJZEN; BOERBOOM, 1982).

3.2 Banco de plântulas

Foram encontrados 59 indivíduos ao total nos três fragmentos estudados, sendo que 50% dos indivíduos encontrados estão presentes na classe I, classe essa que abrange indivíduos com altura entre 30 centímetros a 1 metro, considerados plântulas.

Pôde-se observar que o maior número de indivíduos da classe I (Figura 1) foram encontrados nos fragmentos 1 e 2 respectivamente. As plântulas de espécies tardias, ou seja, tolerantes à sombra, como é o caso da *Parapiptadenia rigida*, são caraterizadas por germinar e se desenvolver no interior dos fragmentos, e por manterem-se plântulas por mais tempo sob-baixa luminosidade (CORRÊA et al., 2003). Acontece diante dos maiores fragmentos, onde a intensidade luminosa acaba sendo maior, como já visto por Buzatto et al. (2006), que ao estudar a influência no tamanho de um fragmento florestal em plântulas pioneiras, encontrou maior número de plantas de espécies não-pioneiras nos maiores fragmentos.

Já para o fragmento 3 foi encontrado, de forma geral, um número significativamente menor de plântulas (Figura 1). Segundo Laurance et al. (2002), quando se trata de fragmentos pequenos, quanto menor o fragmento, maior a influência dos fatores externos sobre ele, pois a dinâmica do ecossistema provavelmente é determinada por forças externas, levando a extinção das espécies de interior e predomínio das espécies de borda, diminuindo, com isso, a diversidade florística. Ainda segundo o mesmo autor, todos os efeitos relacionados às bordas são particularmente mais intensos em fragmentos pequenos, uma vez que acaba tendo maior intensidade luminosa, favorecendo o desenvolvimento de plântulas, que conseguem logo se estabelecer.

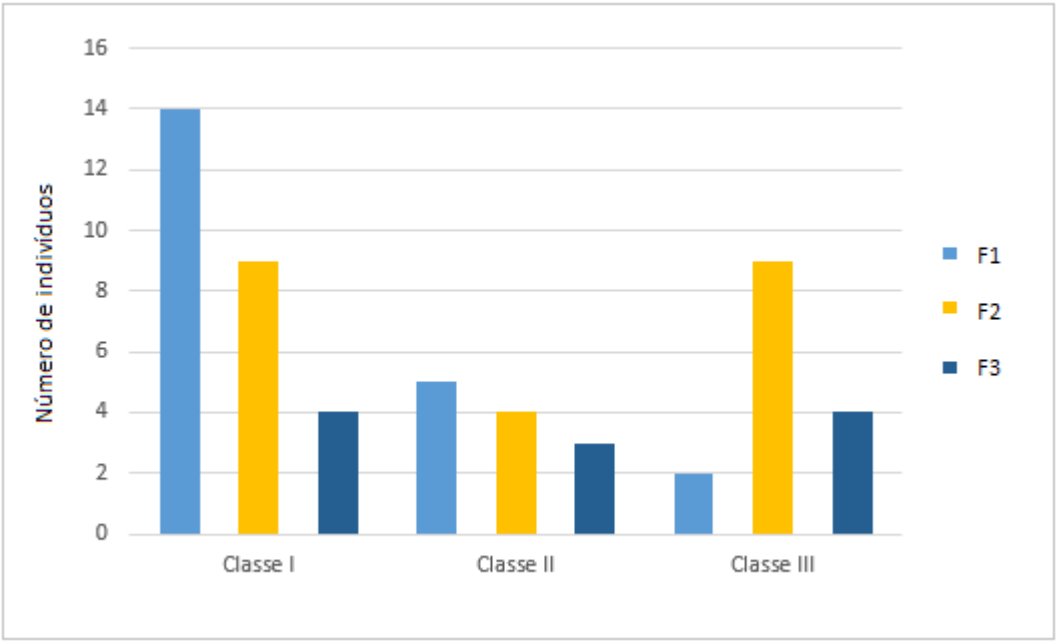


Figura 1. Relação entre o número indivíduos/classe nos fragmentos

3.3 Regeneração natural estabelecida

Em relação a regeneração natural estabelecida, classe II, foram considerados os indivíduos entre 1,0 a 2,5 m, a porcentagem de indivíduos foi de 26% nos três fragmentos sendo considerada uma classe com pouco número de indivíduos.

Dos três fragmentos estudados o que apresentou maior número de indivíduos nessa classe foi o fragmento 1 (Figura 1) e, sabe-se que a regeneração natural permite prever o comportamento e o desenvolvimento futuro da floresta, por fornecer a relação e a quantidade de espécies que constitui o seu estoque, bem como suas dimensões e distribuição (GAMA et al., 2002).

3.4 Indivíduos superiores

A classe III que inclui indivíduos acima de 2,5 m de altura, considerados indivíduos superiores foi a classe com menor número de indivíduos, representando 24% do total de indivíduos amostrados nos três fragmentos. O maior número de indivíduos dessa classe foi encontrado no fragmento 2, contudo, esta classe foi pouco expressiva de modo geral nos três fragmentos estudados. Esse resultado concorda com o estudo de Bahia et al. (2008), que ao estudar a distribuição espacial de uma Fabaceae em um fragmento de Floresta Estacional Decidual, também encontrou número maior de indivíduos das classes inferiores. Esse resultado pode estar associado às perturbações destes fragmentos, que não permite que a vegetação natural estabelecida consiga passar para os extratos superiores.

4. Conclusões

A partir dos resultados obtidos no presente trabalho pôde-se concluir que as características encontradas nos três fragmentos estão relacionadas entre si, não havendo diferença no efeito do tamanho de cada fragmento sobre a espécie *Parapiptadenia rigida*.

Devido ao comportamento secundário da espécie não foram encontradas sementes nos fragmentos estudados. Já o banco de plântulas foi o mais representativo das classes avaliadas nos três fragmentos. Para a regeneração natural estabelecida, o maior número de indivíduos

foi encontrado no fragmento 1, representando nesse fragmento melhor chance de estar presente na futura floresta do local. A classe dos indivíduos superiores foi a classe com menos indivíduos de todas as classes avaliadas, devido provavelmente às perturbações sofridas ao longo do tempo nesses fragmentos.

Quanto aos resultados encontrados, o fragmento 1, que é o maior e possui forma mais circular, foi o que apresentou os melhores resultados no geral para a espécie, reforçando, portanto, que o tamanho e a forma dos fragmentos são importantes para manter as espécies.

Referencias Bibliografias

ALDER, D.; SYNNOTT, T.J. **Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest.** Oxford: University of Oxford, 1992. 123p. (Tropical forest paper ,25).

BAHIA, T. O.; OLIVEIRA, L. Q.; SOUZA, M. L.; ALMEIDA, H. S; GONZAGA, A. P. D.; VELOSO, M. D. M.; NUNES. Y. R. F. Distribuição espacial de Bauhinia cheilanta (Bong). Steud, (FABACEAE: CAESALPINOIDAE) em um fragmento de floresta estacional decidual em Montes Claros, MG. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO, 9., 2008, Brasilia-DF. Embrapa, 2008.

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

BROOKS, T.; TOBIAS, J.; BALMFORD, A. **Deforestation and bird extinctions in the Atlantic For est**. **Animal Conservation**, Cambridge University Press, v. 2, p. 211-222, 1999.

BUZATTO, C. R. 2006. **Epifitismo vascular: aspectos ecológicos em floresta Ombrófila Mista.** Passo Fundo, Universidade de Passo Fundo, 39 p. (Trab. de Concl. Biol.).

CAMARGO, J. L. C.; KAPOS, V. **Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian forest**. Journal of Tropical Ecology, v. 11, p. 205-221, 1995.

CORRÊA, C. E; MORTATI, A.; MEDINA, B.; QUENTAL, **F.; ARAUJO, M. S. Influência do manejo florestal madeireiro nos padrões de tamanho e arquitetura de plântulas e jovens de uma árvore de dossel.** In: Ecologia da Floresta Amazônica. Manaus: INPA/PDBFF, 2003.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Colombo, PR: EMBRAPA Florestas, v. 1, 2003. 1039 p.

CHAMI, L B. **Estudo da vegetação e mecanismos e regeneração em diferentes ambientes da Floresta Ombrófila Mista na FLONA de São Franscisco de Paula, RS**. 2008. 86 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J.C.B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: Instituto Florestal, 1990. 14 p. (IF. Série Registros, 4).

FARINA, A. **Principles and methods in landscape ecology**. London: Chapman & Hall Ltd, 1998.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. M. **Composição florística e Estrutura da regeneração natural de floresta secundária de Várzea Baixa no Estuário Amazônico. Revista Árvore, Viçosa,** v.26, p.559-566, 2002.

GARWOOD, N. C. Tropical Soil Seed Banks: a Review. In: LECK, M. A.; PARKER, T. V.; SIMPSON, R. L. (Eds.). **Ecology of soil seed banks**. New York: Academic Press, 1989. p. 49- 210.

HOLTHUIJZEN, A. M. A.; BOERBOOM, J. H. A. **The Cecropia seedbank in the lowland rain forest**. Biotropica, v. 14, n. 1, p. 62-68, 1982.

LAURANCE, W. F.; DELAMONICA, P.; LAURANCE, S. G.; VASCONCELOS, H. L.; LOVEJOY, T. E. **Rainforest fragmentation kills big trees.** Nature, , Filadélfia, EUA, 2000.

LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T.; VASCONCELOS, H. L.; BRUNA, E. M.; DIDHAM, R. K.; STOUFFER, P.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R.; LAURANCE, S.; SAMPAIO, E. **Ecosystem decay of Amazonian forest fragments, a 22-year investigation**. Conservation Biology, v. 16, p. 605-618, 2002.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: **manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1, 2002. 368 p, 2014.

MARCHIORI, J. N. C**. Dendrologia das angiospermas: leguminosas**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1997. 200 p.

MELO, F. P. L; AGUIAR NETO, A. V.; SIMABUKURO, E. A.; TABARELLI, M. **Recrutamento e estabelecimento de plântulas.** In: **FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Eds.). Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, **2004**. p. 238-250.

METZGER, J. P. **Tree functional group richness and landscape structure in Brazilian tropical fragmented landscape.** Ecological Applications, Estados Unidos, v. 10, p. 1147 – **1161, 2000**.

MONACO, L. M.; MESQUITA, R. C. G.; WILLIAMSON, G. B. **Banco de sementes de uma Floresta Secundária Amazônica dominada por Vismia. Acta Amazônica, Manaus, v. 33, n. 1, p.** 41-52**, 2003**.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961**. 83 p**.

RAYOL, B. P.; SILVA, M. F. F da.; ALVINO, F. de O. Dinâmica da regeneração natural de florestas secundárias no município de Capitão Poço, Pará, Brasil. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 2, n. 3, p 93-108, 2006.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. **Porto Alegre:** Herbário Barbosa Rodrigues-H.B.R.; Superintendência do desenvolvimento da Região Sul-SUDESUL; Secretaria da Agricultura e Abastecimento-DRNR, **1988. 525 p.**

SAKITA**, M. N.;** VALLILO, **M. I. Estudos fitoquímicos preliminares em espécies florestais do Parque Estadual do Morro do Diabo,** Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo**, v. 2, p. 215-226,** 1990.

SIMPSON, R. L; LECK, M. A.; PARKER, V. T. **Ecology of Soil Seed Banks**. California: Academic Press, 1989. 385 p.

SILVA, W. C. DA; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C. **et al. Estudo da Regeneração Natural de Espécies Arbóreas em Fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Mata das Galinhas, no Município de Catende, Zona da Mata Sul de Pernambuco. Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 321-331, 2007.

SOUTO, **J. J. P. Deserto, uma ameaça? Estudos dos núcleos de desertificação na fronteira sudoeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura - Departamento de Recursos Naturais Renováveis, **1984. 169 p.**

VACCARO**, S.;** LONGHI, **S. J.;** BRENA, D. A. Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três subseres de uma floresta estacional decidual, no Município de Santa Tereza - RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, p. 1-18, **1999.**

Padrão de distribuição espacial de espécies arbóreas em fragmento de Floresta Ombrófila Mista

Spacialdistibuition pattern of tree species in a Mixed Ombrophylus Forest fragment

Eduardo Nunes Cabral [1]
Diego Vinchiguerra dos Santos [1]
Leonardo Seibert Kuhn [1]
AlexandraAugustiBoligon[1]
Renata Cavalheiro [2]

[1]Universidade Federal do Pampa. Av. Antônio Trilha, 1847, São Gabriel, RS. CEP: 97300-000.
E-mail: eduardocabral@alunos.unipampa.edu.br; diegovinchiguerra@gmail.com; leonardo.s.kuhn@gmail.com; alexandraboligon@unipampa.edu.br

[2] Engenheira Florestal. E-mail: re.cavalheiro86@gmail.com

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o padrão de distribuição espacial de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Faxinal dos Guedes, SC. Foram alocadas aleatoriamente cinco faixas de 10 x 100 m, subdivididas em parcelas de 10 x 10 metros. Em cada parcela foi realizada a identificação botânica e mensurado o diâmetro à altura do peito (DAP) de todo indivíduo arbustivo-arbóreo com (DAP) maior ou igual a 10,0 cm. Foram calculados os parâmetros da estrutura horizontal: densidade, frequência e dominância (absoluta e relativa),valor de cobertura e valor de importância. Paraavaliação da distribuição espacial dos indivíduos arbustivo-arbóreos, foram calculados os Índices de distribuição de McGuinnes (IGA) e de Payandeh (P_i). Considerando o (P_i), 83% das espécies apresentaram padrão de distribuição do tipo agrupado ou com tendência ao agrupamento e 17 % do tipo aleatório. Pelo (IGA) 78% das espécies apresentaram padrão de distribuição com tendência ao agrupamento, seguido por 22% das espécies com distribuição uniforme. As espécies que apresentaram maiores valores de importância foram *Araucaria angustifolia* e*Lamanonia ternata.*
Palavras-chave: McGuinnes, Payandeh, fitossociologia, composição florística.

Abstract: This study aimed to evaluate the spatial distribution pattern of tree species in a Mixed Ombrophylus Forest fragment, in Faxinal dos Guedes, SC, Brazil. Five tracks of 10 x 100 meters were randomly allocated, divided into plots of 10 x 10 meters. In each plot, the bushes and treeswere identified and measured the diameter at breast height (DBH), at the individuals with DBA≥10.0 centimeters.The density, frequency and dominance (absolute and relative), cover index value and importance value index were calculated for each species and the spatial distribution of individual was determined by McGuinness Index (IGA) and Payandeh Index (P_i). The Payandeh index identified 83% of species witha group distribution or with tendency to group and 17%whit random pattern. By McGuinness Index, 78% of the species showedtendency to groupand 22% with uniform distribution. The species most important in the fragment were *Araucaria angustifolia* and *Lamanonia ternata.*
Key words: McGuinnes, Payandeh, phytosociology, floristic composition.

1. Introdução

A Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária), típica da região sul do Brasil, apresentava uma área de distribuição original situada entre 200.000 a 250.000 km², abrigando espécies arbóreas de grande valor comercial, como *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze e *Ocotea porosa* (Nees& Mart) Barroso. A intensa exploração madeireira, desmatamentos, queimadas e a ampliação de zonas urbanas, provocaram uma redução drástica nas áreas das florestas originais da região (MEDEIROSet al., 2005).Os remanescentes de vegetação são conhecidos como fragmentos florestais, advindos de vários anos de desmatamento contínuo, tornando hoje um dos maiores desafios para a conservação. Esses ambientes abrigam diversidade biológica ainda não calculada e enormemente ameaçada (ESPÍRITO-SANTO et al., 2002).

O conhecimento da composição florística dos fragmentos florestais éimportante para aplicação de técnicas de manejo florestal e conservação. Geralmente os sistemas naturais apresentam uma heterogeneidade espacial devido a uma multiplicidade de fatores geradores. Em áreas florestais, é crescente o número de estudos que objetivam compreender os padrões e processos associados com a distribuição espacial de populações ou comunidades vegetais (GIEHL et al., 2007).

Em um fragmento florestal, os indivíduos que ocorrem no local encontram-se arranjados de acordo com as suas diversas associações naturais, as quaisdeterminada vegetação possui ao longo de sua distribuição natural. Quanto ao padrão de distribuição espacial de indivíduos, as espécies podem apresentar basicamente os seguintes tipos de distribuição espacial: uniforme (regular), ao acaso (aleatório) e contagiosa (agregada) (DAJOZ, 1972).Estudos sobre a distribuição espacial das espécies podem fornecer informações sobre a ecologia, subsidiar a definição de estratégias de manejo e/ou conservação, auxiliar em processos de amostragem ou simplesmente esclarecer a estrutura espacial de uma espécie (ANJOS, 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o padrão de distribuição espacial de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no município de Faxinal dos Guedes, SC.

2. Metodologia do trabalho

O estudo foi desenvolvido em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista localizado no interior do município de Faxinal dos Guedes, Santa Catarina. Na área foram alocadas aleatoriamente cinco faixas de 10 x 100 m, subdivididas em parcelas de 10 x 10 metros (unidades amostrais), totalizando 0,50 hectares amostrados (50 parcelas). Em cada unidade amostral foi realizada a identificação botânica e mensurado o diâmetro à altura do peito (DAP) de todo indivíduo arbustivo-arbóreo com (DAP) maior ou igual a 10,0 cm, a 1,30 m do solo. A suficiência amostral foi verificada através da Curva Espécie-Área (Curva do Coletor).

No estudo da estrutura horizontal do fragmento foram calculados os parâmetros fitossociológicos de densidade, frequência e dominância (absoluta e relativa), valor de cobertura e valor de importância.Para determinação da diversidade florística foi calculado o Índice de Shannon (H') (BROWER; ZAR, 1984).

Para o estudo da distribuição espacial dos indivíduos arbustivo-arbóreos, foram calculados os Índices de distribuição de McGuinnes (IGA) e de Payandeh (P_i). Para oÍndice de McGuinnes, $IGA_i<1$ indicaque a distribuição dos indivíduos na área é uniforme, $IGA_i = 1$ indicaque esta é aleatória,$1 < IGA_i \leq 2$ indicaque a distribuição possui tendência ao agrupamentoe $IGA_i > 2$ mostraque os indivíduos se encontram de forma agregada ou agrupada na área. Já para o Índice de Payandeh, valores de$P_i < 1$ indica uma distribuição aleatória ou não agrupada dos indivíduos na área, $1 \leq P_i \leq 1,5$ mostra que a distribuição apresenta tendência ao agrupamento, e $P_i > 1,5$ indica distribuição agregada ou agrupada. Para esta análise foram consideradas apenas as espécies com densidade absoluta igual ou superior a quatro indivíduos por hectare.

3. Resultados e discussão

Foram mensurados 230 indivíduos com DAP $\geq$ 10 centímetros, pertencentes a 18 espécies arbóreas, distribuídas em 13 famílias botânicas (Tabela 1). Observa-se que as famílias Myrtaceae e Lauraceae, com sete e três espécies respectivamente, foram as mais representativas da comunidade analisada, seguidas por Aquifoliaceae, Meliaceae, Araucariaceae, Canellaceae, Cunoniaceae, Sapotaceae, Sapindaceae e Salicaceae com uma espécie. A importância das famílias Myrtaceae e Lauraceae nas formações florestais do Sul

do Brasil, especialmente na floresta com Araucária, é descrita em vários trabalhos na área da fitossociologia. Assim, Nascimento et al. (2001) encontraram maior diversidade de espécies nas famílias Myrtaceae e Lauraceae, ao estudar a estrutura e a distribuição espacial em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no município de Nova Prata, RS.

Já Watzlawick et al. (2011), também encontraram estas famílias entre as mais importantes na composição arbórea de fragmento de Floresta de Araucária em Rebouças, PR. Além destes, pode-se citar Silva e Marconi (1990) em Colombo, PR, Negrelle e Silva (1992) em Caçador, SC.Já Seger et al. (2005), analisando um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Pinhais, PR, encontraram elevada diversidade de espécies nas famílias Myrtaceae com 16 espécies vinculadas a 7 gêneros, Salicaceaecom 4 espécies distribuídas em 2 gêneros e Euphorbiaceae, representada por 3 espécies pertencentes a 2 gêneros, representando mais da metade dos registros e ainda salientando que a ausência de determinadas famílias, principalmente Lauraceae, foi relacionada a intensa exploração seletiva e estágio de sucessão do remanescente.

Tabela 10. Parâmetros fitossociológicos para indivíduos com DAP ≥10 cm, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Faxinal dos Guedes, SC. 2015.
Table 1. Phytosociological parametersfor individuals with DBH≥10 cm, in a Mixed Ombrophylus Forest fragment, Faxinal dos Guedes, SC. 2015.

Família	Espécie*	DA	FA	FR (%)	DR (%)	DoA	DoR	IVC	IVI
Araucariaceae	*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze	41	54	16,36	17,83	4,75	18,03	35,86	52,22
Salicaceae	*Casearia decandra* Jacq.	35	42	12,73	15,22	3,28	12,42	27,64	40,37
Myrtaceae	*Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg.	27	36	10,91	11,74	1,06	4,03	15,77	26,67
Cunoniaceae	*Lamanonia ternata* Vell.	25	34	10,30	10,87	5,59	21,20	32,07	42,37
Myrtaceae	*Myrciaria tenella* (DC.) O. Berg	24	38	11,52	10,43	2,20	8,32	18,76	30,27
Lauraceae	*Ocotea pulchella* (Nees& Mart.) Mez	12	20	6,06	5,22	2,55	9,66	14,88	20,94
Myrtaceae	*Eugenia ramboi* D.Legrand	10	12	3,64	4,35	0,76	2,88	7,22	10,86
Sapindaceae	*Mataybaeleagnoides*Radlk.	7	12	3,64	3,04	1,02	3,87	6,91	10,55
Lauraceae	*Nectandra oppositifolia*Nees	7	12	3,64	3,04	1,01	3,84	6,88	10,52
Myrtaceae	*Myrcia guianensis* (Aubl.) DC.	6	6	1,82	2,61	0,19	0,72	3,33	5,14
Canellaceae	*Cinnamodendrondinisii* Schwacke	6	10	3,03	2,61	0,75	2,86	5,47	8,50
Aquifoliaceae	*Ilex paraguariensis*A.St.-Hill.	5	10	3,03	2,17	0,22	0,85	3,03	6,06
Myrtaceae	*Plinia rivularis* (Cambess.) Rotman	5	10	3,03	2,17	0,88	3,32	5,50	8,53
Meliaceae	*Cedrela fissilis* Vell.	4	8	2,42	1,74	0,67	2,54	4,28	6,70
Sapotaceae	*Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. &Eichler ex Miq.) Engl.	4	8	2,42	1,74	0,46	1,75	3,48	5,91
Lauraceae	*Ocotea porosa* (Nees& Mart.) Barroso	4	6	1,82	1,74	0,17	0,63	2,37	4,19
Myrtaceae	*Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg	4	6	1,82	1,74	0,45	1,70	3,44	5,25
Myrtaceae	*Campomanesia guazumifolia*(Cambess.) O. Berg	4	6	1,82	1,74	0,37	1,39	3,13	4,95
		230	330	100	100	26,37	100,00	200,00	300,00

Em que: DA = densidade absoluta (indivíduos/ha); FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DR = densidade relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; IVC = valor de cobertura; IVI =valor de importância. * Apenas as espécies com densidade de quatro ou mais indivíduos/haestão apresentadas.

O índice de diversidade de Shannon encontrado foi de2,53, representando uma diversidade média e estando próximo a outros estudos desta natureza neste tipo de formação florestal.Este valor está próximo ao encontrado por outros autores, como Nascimento et al. (2001), que encontraram um valor de 3,0 para fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Nova Prata – RS. Silvestre et al.(2012) analisando um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Guarapuava, PR, relata que a floresta apresentou Índice de Shannon estimado em 3,30.

As espécies *Araucaria angustifolia* (Pinheiro-brasileiro), *Casearia decandra* (Guaçatunga), *Campomanesia xanthocarpa* (Guabiroba), *Lamanonia ternata* (Guaraperê),

Myciaria tenella (Camboim) e *Ocotea pulchella* (Canela-lageana) foram as que apresentaram maiores valores de importância, somando um conjunto de 71% do valor de importância total dofragmento.

Para obtenção do grau de agregação das espécies, por meio dos índices de Payandeh (Pi) e McGuinnes (IGA), foram consideradas 18 espécies, as quais apresentaram densidade absoluta igual ou superior a quatro por hectare.

Considerando o Índice de Payandeh, as espécies *Myrcia guianensis* (Guamirim) e *Lamanonia ternata* (Guaraperê) apresentaram padrão de distribuição espacial do tipo agrupado, apresentando os maiores valores de P_i, 2,94 e 2,06, respectivamente. A maioria das espécies encontradas apresentaram os valores obtidos pelo índice de Payandeh superiores a 1, destacando que as principais espécies da comunidade vegetal em estudo apresentam uma distribuição espacial agrupada ou com tendência ao agrupamento (Tabela2).

Considerando o Índice de McGuinnes (IGA), *Myrcia guianensis* e *Eugenia ramboi* apresentaram os maiores valores, 1,94 e 2,56, respectivamente, mostrando padrão de distribuição com tendência ao agrupamento.

Tabela 11. Padrão de distribuição espacial de espécies arbóreas encontradas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Faxinal dos Guedes, SC. 2015.
Table 2. Spatial distribution pattern of tree species in a Mixed Ombrophylus Forest fragment, Faxinal dos Guedes, SC. 2015.

Espécie	IGA	P_i	IGA / P_i
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze	1,06	1,38	Tend. Agrup. / Tend. Agrup.
Casearia decandra Jacq.	1,29	1,65	Tend. Agrup. / Agrup.
Campomanesia xanthocarpa (Mart.) O. Berg.	1,21	1,68	Tend. Agrup. / Agrup.
Lamanonia ternata Vell.	1,20	2,06	Tend. Agrup. / Agrup.
Myrciaria tenella (DC.) O. Berg	1,00	1,04	Tend. Agrup. / Tend. Agrup.
Ocotea pulchella (Nees& Mart.) Mez	1,08	1,12	Tend. Agrup. / Tend. Agrup.
Eugenia ramboi D.Legrand	1,56	1,84	Tend. Agrup. / Agrup.
Matayba eleagnoides Radlk.	1,10	1,17	Tend. Agrup. / Tend. Agrup.
Nectandra oppositifolia Nees	1,10	1,17	Tend. Agrup. / Tend. Agrup.
Myrcia guianensis (Aubl.) DC.	1,94	2,94	Tend. Agrup. / Agrup.
Cinnamodendron dinisii Schwacke	1,14	1,92	Tend. Agrup. / Agrup.
*Ilex paraguariensis*A.St.-Hill.	0,95	1,33	Uniforme / Tend. Agrup.
Plinia rivularis (Cambess.) Rotman	0,95	0,92	Uniforme / Padrão aleatório
Cedrela fissilis Vell.	0,96	0,94	Uniforme / Padrão aleatório
Chrysophyllum gonocarpum (Mart. &Eichler ex Miq.) Engl.	0,96	0,94	Uniforme / Padrão aleatório
Ocotea porosa (Nees& Mart.) Barroso	1,29	1,45	Tend. Agrup. / Tend. Agrup.
Blepharocalyx salicifolius (Kunth) O. Berg	1,29	1,45	Tend. Agrup. / Tend. Agrup.
Campomanesia guazumifolia (Cambess.) O. Berg	1,29	1,45	Tend. Agrup. / Tend. Agrup.

Em que: IGA = índice de distribuição de McGuinnes; P_i = índice de distribuição de Payandeh (P_i);

A maioria das espécies apresentou padrão de distribuição espacial do tipo agrupado ou com tendência ao agrupamento, sendo 83% para o índice de Payandeh (Figura1A) e 78% para o Índice de McGuinnes (Figura 1B), sendo este o padrão de distribuição mais comum entre as espécies florestais. Além destas, 17% das espéciesapresentoudistribuição aleatória pelo Índice de Payandeh(Figura 1A) e 22% padrão uniforme pelo Índice de McGuinnes, sendo estas as espécies com menor número de indivíduos amostrados no estudo: *Plinia*

rivularis (Guapuriti), *Cedrela fissilis*(Cedro) e *Chrysophyllum gonocarpum* (Aguaí-da-serra), com 5, 4 e 4 indivíduos por hectare, respectivamente. Segundo Nascimento et al. (2001), para as espécies vegetais de grande porte,como *Cedrela fissilis*, esse padrão aleatório com baixa densidade de indivíduos, pode aproximar-se de sua distribuição natural na floresta, porserem espécies de maior longevidade.

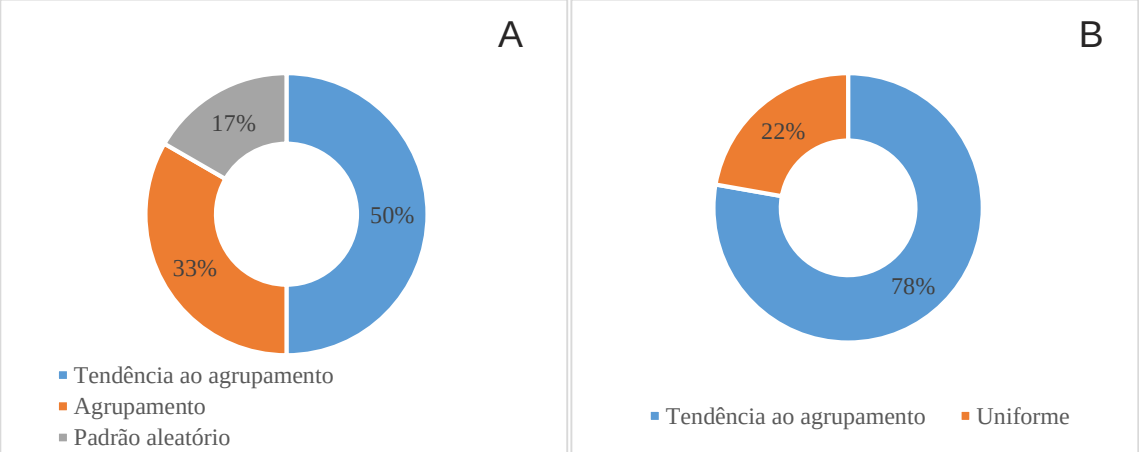


Figura 1.Padrões de distribuição espacialpelos índices de Payandeh (A) e McGuinnes (B) para um hectare de Floresta Ombrófila Mista, Faxinal dos Guedes, SC. 2015.
Figure 1.Spatial distribution patterns for a tree individuals by Payandeh Index and McGuinnes Index in a Mixed Ombrophylus Forest, Faxinal dos Guedes, SC. 2015.

4. Conclusões

Considerando o índice de Payandeh, 83% das espécies apresentaram padrão de distribuição do tipo agrupado ou com tendência ao agrupamento e 17 % do tipo aleatório. Pelo Índice de McGuinnes 78% das espécies apresentaram padrão de distribuição com tendência ao agrupamento, seguido por 22% das espécies com distribuição uniforme.

Referências bibliográficas

ANJOS, A.; MAZZA, M. C. M.; DOS SANTOS, A. C. M. C.; DELFINI, L.T. Análise do padrão de distribuição espacial da araucária (*Araucariaangustifolia*) em algumas áreas no Estado do Paraná, utilizando a função K de Ripley. **ScientiaFlorestalis**, Piracicaba. n. 66, p. 38-45, 2004.

BROWER, J.E.; ZAR, J.H. **Field and laboratory methods for general ecology**. 2. ed. Dubuque: Wm. C. Brown Publishers, 1984. 226 p.

DAJÓZ, R. **Ecologia geral.** São Paulo: Vozes, 1972. 472 p.

ESPÍRITO-SANTO, F. D. B.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MACHADO, E. L. M.; SOUZA, J. S.; FONTES, M. A. L.; MELO MARQUES, J. J. G. S. Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de Floresta Estacional Semidecídua Montana no Campus da Universidade Federal de Lavras, MG. **Acta Botânica Brasílica**, Belo Horizonte,v. 16, n. 3, p. 331-356, 2002.

GIEHL, E. L. H; BUDKE, J.C.; ATHAYDE, E.A.Distribuição espacial de espécies arbóreas em uma floresta estacional em Santa Maria, sul do Brasil. **Pesquisas Botânica**, São Leopoldo, v. 58, p. 215-226, 2007.

MEDEIROS, J. D.; SAVI, M.; BRITO, B. F. A.Seleção deáreas para criação de unidades de conservação na Floresta Ombrófila Mista. **Biotemas**, Florianópolis, v. 18, n.2, p. 33-50, 2005.

NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. 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, 2011.

NEGRELLE, R.A. B.; SILVA, F.C. Fitossociologia de um trecho de Floresta com *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kutze. no município de Caçador, SC. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 24/25, p.37-54, 1992.

SILVA, F.C.; MARCONI, L.P. Fitossociologia em uma Floresta com Araucária em Colombo, PR. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 20, p.23-38, 1990.

SILVESTRE, R.; BALBINOT, R.; MACHADO, S. A.; KOEHLER, H. S.; WATZLAWICK, L. F. Análise dstrutural e distribuição espacial em remanescente de Floresta Ombrófila Mista, Guarapuava (PR). **Ambiência**, Guarapuava, v. 8, n. 2, p. 259-274, 2012.

SEGER C. D.; DLUGOSZ, F. L.; KURASZ, G.; MARTINEZ, D. T.; RONCONI, E.; MELLO, L. A. N.; BITTENCOURT, S.; BRAND, M. A.; CARNIATTO, I.; GALVAO, F.; RODERJAN, C. V. Levantamento florístico e análise fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista localizado no município de Pinhais, Paraná-Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 35, p. 291-302, 2005.

WATZLAWICK, L.F.; ALBUQUERQUE, J.M.; REDIN, C.G.; LONGHI, R.V.; LONGHI, S.J. Estrutura, diversidade e distribuição espacial da vegetação arbórea na Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal, Rebouças, PR. **Ambiência**, Guarapuava. v. 7, n.3, p. 415-427, 2011.

Dinâmica e diversidade de espécies em uma Floresta Ombrófila Mista após 13 anos da aplicação de corte seletivo pesado

Dynamics and diversity of species in a Araucaria Forest after 13 years of heavy selective cutting application

Dimas Fogiatto Rossi[1]
Anna Paula Zimmermann[2]
Régis Villanova Longhi[3]
Paulo Renato Schneider[4]
Junior Oliveira Mendes[5]
Anelisa Pedroso Finger[6]

[1]Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. df.rossi@bol.com.br

[2]Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. zimmermann-a@hotmail.com

[3]Universidade Federal de Santa Mariaregislonghi@yahoo.com.br

[4]Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. schneider.paulorenato@gmail.com

[5]Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. junioromendes@gmail.com

[6]Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. anefinger@yahoo.com.br

Resumo: O presente estudo teve como objetivo avaliar a dinâmica e diversidade de espécies em uma Floresta Ombrófila Mista após 13 anos da aplicação de corte seletivo pesado (redução de 60% da área basal) na Fazenda Tupi, localizada em Nova Prata, Rio Grande do Sul. Para a obtenção dos dados, foram realizados inventários nos anos de 2001 (inventário pré-corte), 2006, 2010 e 2015 (inventários de monitoramento de 4, 8 e 13 anos após as intervenções, respectivamente). A taxa de recrutamento média anual encontrada foi de 9,19% (período de 2006-2015) e a taxa de mortalidade foi de 1,93%, para o mesmo período. O índice de diversidade de Shannon elevou-se com a aplicação dos cortes seletivos (de 2,47 em 2001 para 2,99 em 2015). As espécies que apresentaram maior número de ingresso no período entre 4 e 13 anos após os cortes seletivos foram: *Matayba elaeagnoides*, *Nectandra megapotamica* e *Styrax leprosus.* Após 13 anos da aplicação dos cortes seletivos, a floresta conseguiu recuperar-se em relação à densidade absoluta de indivíduos. Entretanto, a área basal existente na área ainda é inferior a existente antes das intervenções, pelo fato dos indivíduos ingressantes serem de pequenas dimensões.
Palavras-chave: recrutamento, mortalidade, parcelas permanentes, manejo florestal.

Abstract: This study aimed to evaluate the dynamics and diversity of species in a Ombrophylus Mixed Forest after 13 years of a application of heavy selective cuts (60% reduction of the basal area) in Tupi Farm, located in Nova Prata City, Rio Grande do Sul. To obtain the data, inventories were carried out in 2001 (pre-cut inventory), 2006, 2010 and 2015 (monitoring inventories of 4, 8 and 13 years after intervention, respectively).The average annual recruitment rate found was 9.19% (period 2006-2015) and the mortality rate was 1.93% for the same period.The Shannon diversity index increased with the application of selective cuts (from 2.47 in 2001 to 2.99 in 2015).The species with the highest ingrowth rates in the period between 4 and 13 years after the selective cuts were: *Matayba elaeagnoides*, *Nectandra megapotamica* and *Styrax leprosus*. After 13 years of application of selective logging, the forest could recover in relation to the absolute density of individuals. However, the existing basal area in the area is still below the existing before the interventions, because the incoming individuals being small.
Key words: recruitment, mortality, permanent plots, forest management.

1. Introdução

A Floresta Ombrófila Mista foi uma das fontes mais expressivas de madeira até meados do século passado para os estados da região Sul do Brasil (Medeiros et al., 2005). Caracterizada pela presença de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze., espécie essa de grande valor econômico, o que fez com que houvesse uma exploração predatória, sem preocupações com a sustentabilidade dos recursos florestais (LONGHI, 2011).

Segundo Sanquetta (1996), para manejar adequadamente florestas com modificações antrópicas, é preciso conhecer e respeitar sua capacidade regenerativa. O autor ainda afirma que três processos demográficos estão ligados a esta capacidade: recrutamento, crescimento e mortalidade, governando a sustentabilidade e a diversidade da floresta.

Diferentes espécies comportam-se de forma diferenciada quando se fala sobre o grau de abertura do dossel, a maioria se porta melhor quando o distúrbio é menor. Por esse motivo, é necessário o entendimento dos processos e mecanismos que são responsáveis pela dinâmica das populações e padrões em comunidade, para o estabelecimento de critérios de manejo (COSTA; MANTOVANI, 1995).

O presente estudo teve como objetivo principal avaliar o efeito da realização de corte seletivo pesado (redução de 60% da área basal por classe de diâmetro à altura do peito) na dinâmica e diversidade de espécies, após 13 anos desse manejo, em uma Floresta Ombrófila Mista, na Fazenda Tupi, em Nova Prata-RS.

2. Metodologia de Trabalho

Este trabalho foi realizado na Fazenda Tupi, localizada no distrito de Rio Branco, em Nova Prata, Rio Grande do Sul. A área da fazenda situa-se entre as coordenadas 28º40’S e 28º43’S e 51º38’W e 51º36’W e está inserida no domínio da Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 1992). De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo “Cfb1” (Temperado Úmido), com chuvas durante todos os meses do ano, apresentando temperatura média anual de 17,2ºC (MORENO, 1961).

O relevo é montanhoso, com vales estreitos, formados a partir de rios. As altitudes variam de 300 a 600 metros nos vales, até 800 metros nos limites com o planalto (RIO GRANDE DO SUL, 2001). O solo é do tipo Latossolo Vermelho distrófico típico, com profundidades variando de 1,5 m a 2,0 m, moderadamente drenado, com textura argilosa, fortemente ácido (STRECK et al., 2002).

Os dados são oriundos de uma parcela permanente de 0,5 hectare, a qual foi subdividida em 50 subparcelas de 10 x 10 m. No ano de 2001 foi realizado um inventário florestal pré-exploratório na floresta com a finalidade de fornecer subsídios para os cortes seletivos que foram realizados no ano de 2002. Para a realização desses, foi aplicado corte seletivo pesado na área com o objetivo de reduzir em 60% a área basal total por classe de diâmetro à altura do peito (dap). Nessa intervenção, foi dada a preferência para indivíduos defeituosos, mortos e danificados e aos de maior densidade absoluta.

Após a aplicação das intervenções de manejo, foram realizados inventários de monitoramento para avaliar a recuperação da floresta nos anos de 2006, 2010 e 2015, respectivamente 4, 8 e 13 anos após a realização dos cortes seletivos. Em todas as ocasiões foi utilizada a mesma metodologia, mensurando-se todos os indivíduos com Circunferência à Altura do Peito (CAP) $\geq$ 30,0 cm. Estes foram identificados a campo quanto à espécie, receberam uma placa de numeração e tiveram o CAP medido com fita métrica, e as alturas comercial e total com o Hipsômetro VERTEX. Os indivíduos que alcançaram o CAP mínimo no ano de remedição, foram ingressados no estoque do estrato arbóreo, sendo identificados, marcados e medidos como os demais.

As mudanças ocorridas na estrutura fitossociológicas entre os anos de 2006 e 2015 foram analisadas através dos parâmetros de Densidade e Dominância absolutas. Foram calculados

também os índices de Shannon (SHANNON, 1948) e Pielou (PIELOU, 1966) a fim de analisar as mudanças ocorridas na diversidade de espécies da floresta. As taxas de recrutamento (TAR) e de mortalidade (TAM) foram calculadas para o período compreendido entre 4 e 13 anos após a aplicação dos cortes seletivos (para os anos 2006 e 2015, respectivamente).

3. Resultados e discussão

De acordo com o inventário preliminar realizado no ano de 2001 a densidade absoluta na área era de 514 indivíduos por hectare. As espécies com maior número de indivíduos eram *Matayba elaeagnoides* Radlk., *Campomanesia xanthocarpa* O.Berg. e *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. (Tabela 1). Quatro anos após a aplicação do corte seletivo, que resultou na diminuição de 60% da área basal por classe de dap, este número caiu para 296 indivíduos/hectare. Aos oito anos após a intervenção, a floresta já demonstrou sinais de recuperação, com 388 indivíduos/hectare. Já no ano de 2015 (13 anos após a realização da intervenção de manejo), a densidade absoluta do local praticamente igualou-se a densidade inicial antes dos cortes, demonstrando a capacidade de recuperação da floresta em relação número de indivíduos.

Já em relação à dominância relativa, a área basal total por hectare ainda não foi recuperada, uma vez que após 13 anos da aplicação do corte seletivo pesado, a área basal encontra-se em cerca de 69% do valor anterior as intervenções de manejo, possuindo uma área basal de 15,51 m²/ha. Para o período compreendido entre 4 e 13 anos após a aplicação dos cortes, a floresta apresentou um incremento médio anual em área basal de 0,47 m²/ha/ano.

Embora a floresta tenha conseguido recuperar-se em densidade absoluta, a área basal não apresentou a mesma capacidade de resiliência. Isso se deve pelo fato de a floresta ser composta atualmente por indivíduos de pequenas dimensões (ingressantes) e assim, esses indivíduos ainda não conseguiram responder em incremento pela liberação na qual foram submetidos há cerca de 13 anos.

Tabela 1.Densidade absoluta de indivíduos em cada ocasião de medição (um ano antes das intervenções, 4, 8 e 13 anos após os cortes seletivos) na Floresta da Fazenda Tupi, Nova Prata, RS.

Nome Científico	DA01	DA06	DA10	DA15	Saldo
Allophylus edulis	34	28	32	32	4
Allophylus guaraniticus	4	0	0	0	0
Annona rugulosa	0	2	2	2	0
Araucaria angustifolia	18	22	26	30	8
Blepharocalyx salicifolius	4	2	2	2	0
Campomanesia xanthocarpa	62	22	26	28	6
Casearia decandra	4	10	10	14	4
Cedrela fissilis	4	4	4	4	0
Celtis iguanea	0	0	2	2	2
Cupania vernalis	2	2	2	0	-2
Erythroxylum deciduum	14	14	12	10	-4
Eugenia pyriformis	2	2	2	2	0
Eugenia uniflora	34	16	18	20	4
Ilex brevicuspis	2	2	4	4	2

Nome Científico	DA01	DA06	DA10	DA15	Saldo
Ilex paraguariensis	0	0	0	6	6
Ilex theezans	14	4	4	4	0
Luehea divaricata	2	8	14	14	6
Machaerium paraguariensis	2	2	2	2	0
Matayba elaeagnoides	164	44	72	100	56
Myrceugenia cucullata	0	2	4	4	2
Myrcia bombycina	0	2	2	2	0
Myrcianthes gigantea	16	10	10	10	0
Myrciaria delicatula	16	14	8	12	-2
Myrciaria floribunda	6	6	6	8	2
Myrciaria tenella	2	0	0	0	0
Myrsine coriaceae	0	0	2	6	6
Nectandra megapotamica	42	28	50	78	50
Ocotea puberula	0	0	8	8	8
Ocotea pulchella	2	2	2	2	0
Parapiptadenia rigida	44	20	8	12	-8
Prunus myrtifolia	2	2	2	6	4
Ruprechtia laxiflora	2	2	2	2	0
Sapium glandulosum	0	0	2	2	2
Sebastiania commersoniana	0	2	2	4	2
Sloanea monosperma	0	2	2	2	0
Solanumm auritianum	2	4	4	4	0
Styrax leprosus	6	8	20	36	28
Syagrus romanzoffiana	0	0	0	2	2
Symplocus itatiaiae	0	2	4	6	4
Symplocus uniflora	0	2	8	10	8
Zanthoxylum kleinii	4	4	4	4	0
Zanthoxylum rhoifolium	4	0	4	6	6
DA (N/ha)	514	296	388	502	-
DoA (m²/ha)	22,51	11,29	12,45	15,51	

Onde: DA01: Densidade absoluta no ano de 2001; DA06: Densidade absoluta no ano de 2006; DA10: Densidade absoluta no ano de 2010; DA15: Densidade absoluta no ano de 2015; Saldo: Diferença entre ingresso e mortalidade; DA: Densidade absoluta (N/ha); DoA: Dominância absoluta (m²/ha); Saldo: diferença entre os anos de 2006 e 2015.

A taxa de recrutamento média anual encontrada neste trabalho no período entre 2006 e 2015 foi de 9,19% e demonstra que a aplicação dos desbastes propiciou o ingresso de um elevado número de árvores na área. O valor é muito superior ao encontrado em outros trabalhos realizados na Floresta Ombrófila Mista em áreas sem intervenções como os de Durigan (1999), Mognon et al. (2013) e Figueiredo Filho et al. (2010), os quais a média da taxa de ingresso foi de 1,61. Já a taxa de mortalidade para o mesmo período foi de 1,93% e apresenta-se semelhante aos trabalhos citados anteriormente, demonstrando que provavelmente não houve maior mortalidade de indivíduos não tolerantes a luz devido a maior incidência de luminosidade no local.

A maioria das espécies encontradas na área apresentaram saldo positivo entre ingresso e mortalidade durante o período após a aplicação dos desbastes. Mesmo sem recuperar sua densidade inicial, devido principalmente a preferência pela extração de indivíduos dessa espécie durante a realização dos cortes seletivos, *Matayba elaeagnoides* foi a espécie que mais apresentou ingresso com a aplicação dos cortes seletivos. As demais espécies que apresentaram elevada taxa de ingresso foram*Nectandramegapotamica* (Spreng.) Mez. e *Styrax leprosus* Hook. &Arn.. Já *Parapiptadenia rigida*, *Cupania vernalis* Cambess., *Erythroxylum deciduum* A. St.-Hill.e *Myrciaria delicatula* (DC.) O. Berg.foram as espécies que apresentaram os maiores números de indivíduos mortos no período considerado.

Matayba elaegniodes é considerada por Vaccaro et al. (1999) como espécie competidora de luz, característica dos estratos intermediários, fato este que propiciou o grande número de indivíduos ingressantes na área após os cortes, devido a maior incidência de luminosidade no solo com a aplicação do corte seletivo pesado. O mesmo ocorreu para as outras duas espécies sendo também consideradas pertencentes ao grupo das secundárias (LOPES et al., 2012; SCHNEIDER; ROCHA, 2014).

Merece grande destaque também, o acréscimo de 8 ind./ha de *Araucaria angustifolia* no período compreendido entre 4 e 13 anos após os cortes seletivos. Já em relação a ocasião anterior as intervenções, esse número chega a 12 ind./ha, demonstrando que a abertura do dossel, proporcionado pelos cortes seletivos, foi determinante para o surgimento de indivíduos dessa espécie. Vale salientar que, no caso da *Araucaria angustifolia*, por ser uma espécie heliófita quando adulta (CARVALHO, 2003) e por ser beneficiada pelo leve sombreamento na fase de germinação e crescimento até dois anos (REITZ; KLEIN, 1966), a falta de luz, associada ao adensamento do dossel da floresta, faz com que a araucária não encontre condições favoráveis para se regenerar e, em decorrência da competição com as espécies folhosas, poucos indivíduos da regeneração atingem grandes dimensões (LINGNER et al., 2007).

A maior incidência de luz devido à retirada de indivíduos do dossel propiciou maior diversidade de espécies (Figura 1). Comparando o número de espécies no ano de 2015 nota-se que houve um acréscimo de dez espécies distintas em relação a ocasião anterior ao corte seletivo (2001). Entretanto, algumas espécies desapareceram, como é o caso de *Allophylus guaraniticus* (A. St.-Hill.) Radlk., *Cupania vernalis* e *Myrciaria tenella* (DC.) O. Berg..

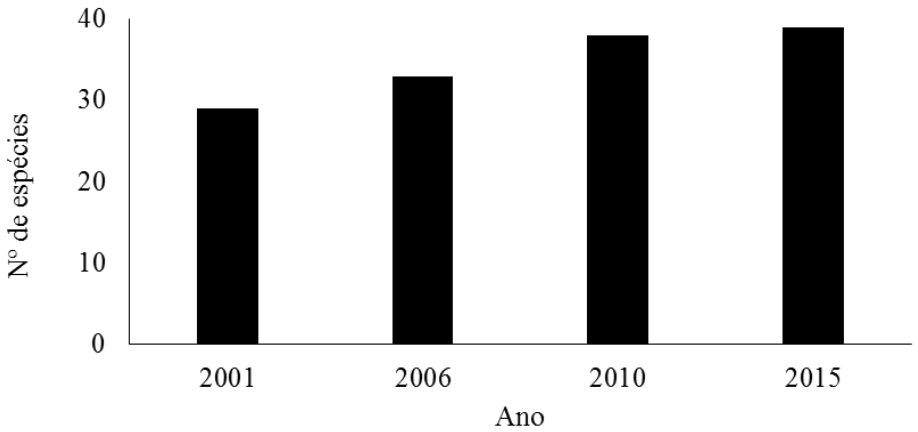


Figura 1. Número de espécies encontradas na Floresta Ombrófila Mista de Nova Prata em uma área com aplicação de corte seletivo pesado.

Para a diversidade de espécies, o índice de diversidade de Shannon apresentou um expressivo aumento em relação à ocasião anterior a aplicação do corte seletivo pesado,

passando de 2,47 nat.ind^{-1} em 2001 para 3,04nat.ind^{-1} após 8 anos das intervenções de manejo (2010) e, após, ocorrendo um pequeno decréscimo nesse índice 13 anos após os cortes seletivos (2,99nat.ind^{-1}) (Tabela 2). Em estudo realizado porKanieski (2010), foi encontrado um valor médio de 1,54 para este índice em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista na FLONA de São Francisco de Paula, RS.

Segundo Roderjan et al. (2001) geralmente os remanescentes da FOM encontram-se em áreas de maior altitude, onde as condições climáticas são mais rigorosas, sendo muitas vezes um fator limitante a baixa diversidade de espécies. Nascimento et al. (2001), encontrou valores muito próximos ao deste trabalho na Fazenda Tupi de Nova Prata, e considerou a diversidade como mediana, esperada em áreas onde a floresta tenha sofrido algum tipo de intervenção humana.

Tabela 2. Valores calculados para os índices de diversidade e equabilidade nos diferentes anos após intervenções de manejo em uma área de Floresta Ombrófila Mista, Nova Prata, RS.

Ano	2001	2006	2010	2015
H'	2,47	3,03	3,04	2,99
J'	0,73	0,85	0,82	0,80

Onde: H': Índice de diversidade de Shannon e J': Índice de equabilidade de Pielou.

O índice de equabilidade de Pielou varia de 0 a 1 e demonstra como os indivíduos estão distribuídos em relação às espécies, determinando maior ou menor uniformidade nas parcelas. O valor calculado para este índice variou entre 0,73 para a ocasião anterior aos cortes seletivos, chegando a 0,85 após 4 anos das intervenções de manejo, e decrescendo a 0,80 após 13 anos da aplicação dos cortes. Valores semelhantes ao do presente estudo foram encontradospor Sonego et al. (2007), Reginato e Goldenberg (2007) e Cordeiro e Rodrigues (2007) em outras áreas de Floresta Ombrófila Mista, e foi considerado por estes autores como alta uniformidade na composição das parcelas.

4. Conclusões

Após 13 anos da aplicação de corte seletivo pesado na Floresta Ombrófila Mista da Fazenda Tupi, em Nova Prata, RS, pode-se chegar as seguintes conclusões/observações:

A floresta demonstrou grande capacidade de recuperação em relação à densidade absoluta de indivíduos, apresentando valores absolutos muito próximo a ocasião anterior aos cortes seletivos. Além disso, foi observado o surgimento de 10 espécies novas nesse período.

A taxa anual de ingresso mostrou-se muito superior à taxa de mortalidade, demonstrando que a floresta continua se desenvolvendo para um estágio mais maduro, onde as taxas de ingresso e mortalidade tendem a se igualarem.

A área basal não apresentou a mesma capacidade de resiliência da densidade de indivíduos, fato esse devido a floresta ser composta atualmente por indivíduos de pequenas dimensões (ingressantes).

Por fim, o manejo realizado na floresta possibilitou um acréscimo na diversidade de espécies e o surgimento de 12 ind./ha de *Araucariaangustifolia* para o período considerado, valor esse expressivo, considerando-se o fato de que florestas não manejadas e em estágio avançado de desenvolvimento apresentarem dificuldade de ingresso dessa espécie no dossel superior.

Referências Bibliográficas

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo, PR: Embrapa Floresta. v. 1, 2003. 1039 p.

CORDEIRO, J.; RODRIGUES, W.A. Caracterização fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Guarapuava, PR. Revista Árvore, Viçosa, v.31, n.3, p.545-554, 2007.

COSTA, L.G.S.; MANTOVANI, W. Dinâmica sucessional da floresta mesófila semidecídua em Piracicaba (SP). In: ESTEVES, F.A. (Ed.) **OecologiaBrasilensis:** Estrutura, funcionamento e manejo dos ecossistemas brasileiros.Vol 1. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 1995. p.291-305.

DURIGAN, M. E. Florística, dinâmica e análise proteica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo, PR. Curitiba, 1999. 125 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

FIGUEIREDO FILHO, A.; DIAS, A. N.; STEPKA, T. F.; SAWCZUK, A. R. Crescimento, mortalidade, ingresso e distribuição diamétrica em Floresta Ombrófila Mista. Floresta, v.40, n.4, p.763-776, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p. (Manuais Técnicos em Geociências, 1).

KANIESKI, M. R. Caracterização florística, diversidade e correlação ambiental na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. Dissertação. Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

LINGNER, D. V. et al. Caracterização da estrutura e dinâmica de um remanescente de floresta com araucária no planalto catarinense. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 55, p. 55-66, 2007.

LONGHI, R. V. **Manejo experimental de uma Floresta Ombrófila Mista secundária no Rio Grande do Sul**. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2011.

LOPES, S. F. et al. An Ecological Comparison of Floristic Composition in Seasonal Semideciduous Forest in Southeast Brazil: Implications for Conservation. InternationalJournalofForestryResearch v. 2012, p. 1-14, 2012.

MEDEIROS, J. D.; SAVI, M.; BRITO, B. F. A. Seleção de áreas para criação de Unidades de Conservação na Floresta Ombrófila Mista. Biotemas, 18 (2): 33-50, 2005

MOGNON, F.; DALLAGNOL, F. S.; SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; BARRETO, T. G. Uma década de dinâmica da fixação de carbono na biomassa arbórea em Floresta Ombrófila Mista no sul do Paraná. Floresta (UFPR. Impresso), Curitiba, v. 43, p. 153-164, 2013.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura – RS, 1961. 41p.

NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. 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, 2001.

REGINATO, M.; GOLDENBERG, R. Análise florística, estrutural e fitogeográfica da vegetação em região de transição entre as Florestas Ombrófilas Mista e Densa Montana, Piraquara, Paraná, Brasil. Hoehnea, São Paulo, v.34, n.3, p. 349-364, 2007.

REITZ, R.; KLEIN, R. M. **Araucariaceae**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1966. 29p.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Relatório Final do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SEMA, 2001. 706 p.

RODERJAN, C. V. et al. Caracterisationdesunitesphytogeographiquesdansl.etatdu Paraná, Brasil, et leuretat de conservation. Biogeographica, Paris, n.77, v. 4, p. 129-140, 2001.

SANQUETTA, C. R. **Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, Série didática nº 8, 1996. 49p.

SCHNEIDER, G.; F. S. ROCHA, F. S. Levantamento florístico e fitossociológico do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Estacional Decidual em São Miguel do Oeste, Santa Catarina. Biotemas, 27 (2): 43-55, junho de 2014.

SONEGO, C. R.; BACKES, A.; SOUZA, A. F. Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. Acta BotanicaBrasilica, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 943-955, 2007.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.

VACCARO, S. et al. Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três subseres de uma floresta estacional decidual, no município de Santa Tereza – RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.1, p.1-18, 1999.

Estrutura e Regeneração Natural de Clareiras em Fragmento Florestal no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

Structure and Regeneration in Forest Glade Natural fragment in the Rio Grande do Sul State Northwest

Jéssica Puhl Croda[1]
Djoney Procknow[1]
Denise Gazzana[1]
Aline Cristina Habitzreiter[1]
Márcia D'Avila[2]

[1] Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, CESNORS, BR 386 km 40, Linha Sete de Setembro, s/n, Cep 98400-000, Frederico Westphalen, RS. jessica.croda@hotmail.com; djoney_pw@hotmail.com; denygazzana@hotmail.com; alinehabitzreiter@hotmail.com

[2] Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, CESNORS, BR 386 km 40, Linha Sete de Setembro, s/n, Cep 98400-000, Frederico Westphalen, RS. mdavila@outlook.com

Resumo: Clareiras naturais são essenciais à regeneração de florestas. Diferentes definições de clareira são utilizadas em trabalhos, dificultando a análise comparativa, bem como o estudo mais aprofundado sobre a dinâmica e manutenção da floresta. Este trabalho refere-se ao estudo das clareiras no fragmento de Floresta Estacional Decidual, localizado nas dependências da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen/RS, procurou-se verificar a influência das clareiras e de seus diferentes tamanhos e formatos sobre a vegetação e regeneração natural do fragmento, bem como o banco de sementes. No fragmento em estudo, foram identificadas seis clareiras, classificadas em grandes e pequenas a partir da fórmula de elipse e realizado posteriormente, análise do banco de sementes e da regeneração existente em cada clareira a partir dos índices de Equabilidade de Pielou e Shannon. O objetivo principal do presente trabalho, foi analisar as influências que o tamanho e o formato que cada clareira exerce sobre a regeneração natural para a manutenção da diversidade do fragmento.
Palavras-chaves: Floresta Estacional Decidual, riqueza de espécies, diferentes tamanho, identificadas.

Abstract: Natural gaps are essential to the regeneration of forests. Different clearing settings are used in work, making the comparative analysis, as well as the further study on the dynamics and forest maintenance. This paper refers to the study of gaps in the fragment Deciduous Forest, located on the premises of the Federal University of Santa Maria campus Frederick / RS, it was examined the influence of clearings and their different sizes and shapes on vegetation and natural regeneration of the fragment, and the seed bank. In the fragment under study, we identified six gaps, classified into large and small from the ellipse formula and subsequently performed, testing, seed bank and existing regeneration in each gap from the evenness index of evenness and Shannon. The main objective of this study was to analyze the influences that the size and format each clearing has on natural regeneration to maintain fragment of diversity.
Keywords: Deciduous forest, species richness, different size identified.

1. Introdução

De acordo com Cunha (1997), a Floresta Estacional Decidual é uma das formações florestais mais importantes do Estado, ocorre na porção noroeste e central do estado do Rio Grande do Sul.

Para Orians (1982), em um ambiente florestal a queda de árvores e ou partes destas, ocasiona a formação de aberturas no dossel da floresta, denominadas clareiras, que exercem influência sobre o estabelecimento e crescimento de espécies arbóreas e, portanto, de grande importância para a manutenção da diversidade da vegetação.

Segundo Hubbell e Foster (1986), clareiras naturais representam o resultado final da ação de distúrbios em florestas e são consideradas como peças chave para o entendimento

da estrutura e dinâmica destes sistemas. Segundo muitos autores, a regeneração natural que ocorre em seu interior influência importantes parâmetros das comunidades florestais, como composição Pearson *et al.* (2003), distribuição e riqueza de espécies Denslow (1995). Ainda segundo o mesmo autor, a abertura de clareiras também influência a germinação e o desenvolvimento de espécies florestais de diferentes maneiras.

Bazzaz e Pickett (1980) definem clareira como aberturas no dossel da floresta, cujas condições ambientais diferem daquelas do dossel fechado e cujos recursos, particularmente luz, deixam de ser controlados pelos indivíduos do dossel dominante. Para Almeida (1989), clareira é toda a área de floresta com dossel descontínuo, aberto pela queda de galhos de uma ou mais árvores, limitada pela copa das árvores marginais.

Duas definições de clareiras naturais, propostas por Brokaw (1982): A clareira é uma abertura no dossel que se estende verticalmente para o solo, através de todos os níveis da vegetação, devendo ser definida a uma altura média de 2 metros acima do solo, e por Runkle (1981): A clareira é uma área do solo, sob a abertura do dossel, delimitada pelas bases das árvores de dossel que circundam a abertura do mesmo.

Outro fator de grande relevância é o formato da clareira, uma vez para Brokaw (1985), o formato varia de acordo com o tipo de queda, com a orientação e com as características fisionômicas das árvores/espécies caídas. Neste contexto, Howe (1990), destaca que a queda de galhos ou morte em pé, por exemplo, forma clareiras semelhantes a um círculo; copas pequenas ou cilíndricas formam clareiras mais lineares; copas grandes ou bem ramificadas tendem a formar clareiras mais circulares. Desta forma para Lundquist e Beatty (2002), o ideal seria considerar cada clareira dentro das particularidades que a formaram evitando a generalização de uma só geometria.

Para Swaine e Whitmore (1988), dentro do estudo de clareiras o tamanho da clareira influencia a composição florística, de modo que diferentes espécies colonizam clareiras de diferentes tamanhos.

O objetivo do presente trabalho foi analisar o banco de plântulas, bem como o banco de sementes presentes no solo que compõem o fragmento da Floresta Estacional Decidual, localizado nas dependências da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen. E por fim, analisar as influências que o tamanho das clareiras exerce sobre a vegetação.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Local de estudo

O presente estudo foi realizado em um fragmento de Florestal Estacional Decidual pertencente à Universidade Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen. O mesmo localiza-se na região noroeste do Rio Grande do Sul. Este está situado nas coordenadas 27°23‘47,50 Sul e 53°26‘04,59 Oeste, com elevação de 531 m.

Segundo a classificação de Köppen, o clima regional é do tipo *Cfa* correspondendo ao clima temperado úmido com verão quente. A formação vegetal predominante na região é a Floresta Estacional Decidual.

2.2. Análise de clareiras naturais

As clareiras foram identificadas baseando-se em medições de comprimento e da largura de cada clareira, esses resultados foram usados na aplicação do método da elipse, através da fórmula citada por Caldato (1996) e Spiegel (1992), $A = \pi \times B \times C$; onde: A = área da elipse, $\pi = 3{,}1416$; B = raio maior/2 e C= raio menor/2.

Através dos cálculos as clareiras foram classificadas segundo seu tamanho, baseando-

se em dois parâmetros: clareiras pequenas menores que 180 m² e clareiras grandes maiores que 180 m². Parâmetros esses que foram prescritos pelo próprio grupo, sendo que na literatura, não há parâmetros específicos para essa classificação. Em relação ao formato das clareiras, as mesmas foram classificadas quanto à geometria de cada qual.

2.3 Banco de sementes

A análise do banco de sementes foi realizada, levando em consideração os parâmetros das clareiras, sendo que nas clareiras grandes foram coletadas 7 amostras de solo para o banco de sementes e nas clareiras pequenas foram coletadas 3 amostras de solo para o banco de sementes, salientando que as amostras foram feitas de forma aleatória.

O material foi coletado com auxílio de uma moldura de madeira, com dimensões de 25 x 25 cm, colocado sobre a superfície do solo, sendo realizada a retirada do solo a 5 cm de profundidade.

Essas amostras de solo coletadas foram colocadas em sacos plásticos, e levadas ao Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria *campus* de Frederico Westphalen, onde foram dispostas em vasilhas retangulares, e para facilitar a identificação e separação das sementes, utilizou-se a técnica de peneiramento do solo.

2.4. Análise da estrutura da regeneração envolvendo clareiras naturais

Como plântulas e juvenis competem diretamente com plantas herbáceas e arbustivas, por estarem no mesmo estrato vertical da floresta, neste trabalho foram consideradas plântulas todos os indivíduos com altura maior de 30 cm e menores de 1m de altura independentemente de sua forma de vida.

A coleta das plântulas resultou-se em 40% da área total de cada clareira, essa porcentagem da área de coleta das plântulas foi dimensionada e demarcada ao centro da clareira, após o dimensionamento da área de coleta das plântulas a mesmas foram coletadas e levadas para posterior identificação as que não foram identificadas no momento na avaliação.

3. Resultados e Discussão

Diversos estudos (Brandani et al., 1988; Brown, 1993) têm demonstrado que características de estrutura das clareiras, principalmente a área, determinam o sucesso de estabelecimento de alguns grupos de plantas, como é o caso das pioneiras. No local de estudo, de forma geral, encontrou-se uma relação positiva entre a área da clareira e a vegetação, uma vez que a vegetação está sendo regenerada pela abertura no dossel.

Tendo em vista que o tamanho da clareira exerce grande influência sobre a estrutura do fragmento florestal, desde a incidência de luminosidade até a regeneração florística, Barton (1984) encontrou uma relação positiva entre a área das clareiras e a densidade das seis espécies pioneiras mais abundantes na floresta de Barro Colorado, sendo a densidade maior no centro do que na borda das clareiras.

Dessa forma, através da fórmula da elipse, foi possível calcular o tamanho de cada clareira estudada, as quais podem ser observadas na tabela 1.

Para Putz (1983) e Lawton & Putz (1988), um dos motivos por que espécies pioneiras são mais abundantes em grandes clareiras refere-se ao fato de que, comumente, estas são formadas por árvores desenraizadas, o que cria condições favoráveis ao estabelecimento desse grupo de espécies. Embora plântulas de espécies pioneiras sejam encontradas em qualquer local nas clareiras, elas se estabelecem, preferencialmente, na região de solo revolvido pelo desenraizamentos das árvores, pois apresentam, em geral, sementes pequenas, das quais surgem radículas incapazes de penetrar na camada de liteira.

Tabela 1. Representação dos tamanhos de cada clareira estudada.

Clareira	Tamanho (m²)
CP1	178,61
CP2	131,77
CP3	98,27
CG1	387,45
CG2	359,08
CG3	288,57

Fonte: Autores
Legenda: CP-clareiras pequenas; CG- clareiras grandes.

Desta maneira, a partir do banco de plântulas calculou-se os índices de Shannon e de Equabilidade (Tabela 2), uma vez que o índice de Shannon segundo Magurran (1988), estima à diversidade específica e expressa à heterogeneidade florística da floresta, ou seja, quanto mais espécies existirem e mais homogênea for sua distribuição, maior será a diversidade, e, portanto, maior o valor do índice. Já para Daget (1976) e Brunel (1979), o índice de Equabilidade refere-se ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies. Seu valor varia entre 0 e 1, atingindo o máximo quando todas as espécies estão representadas pelo mesmo número de exemplares.

Tabela 2. Representação dos índices de Shannon e de Equabilidade de plântulas de cada tamanho de clareira.

Clareira	Índice de Shannon	Índice de Equabilidade
CP1	2,30	0,96
CP2	2,13	0,92
CP3	2,15	0,93
CG1	2,72	0,98
CG2	1,24	0,60
CG3	1,10	0,50

Fonte: Autores
Legenda: CP: clareiras pequenas; CG: clareiras grandes.

Dessa forma, a partir da Tabela 2, pode-se concluir de forma geral que as clareiras ditas como pequenas, apresentaram os resultados de ambos os índices de forma positiva, demonstrando que as espécies existentes estão bem distribuídas nas clareiras conforme o índice de equalibilidade, sendo grande a diversidade de espécies entre as clareiras, segundo nos mostra o índice de Shannon.

Já nas clareiras ditas como grandes, houve variação entre os índices calculados, destacando nesse contexto, a clareira grande 1 que apresenta maior valor em ambos os índices, salientando que a mesma depara-se com o maior tamanho das clareiras estudadas.

As clareiras grandes 2 e 3 apresentam os menores índices, levando em consideração não apenas o tamanho da clareira, mas principalmente o seu formato alongado, justificando o índice de diversidade baixo, cuja a área central é menor.

Dessa forma, podemos concluir que as clareiras com maiores tamanhos remetem-se á uma ampla diversidade florística e uma regular distribuição de indivíduos entre as espécies de cada clareira na regeneração, ou seja, nas plântulas, quando comparadas com as demais

clareiras amostradas, tendo em vista que o formato influência tanto na diversidade quanto na distribuição de indivíduos.

A partir dos dados de banco de plântulas, pode-se analisar parâmetros quanto à estruturação das clareiras, como a densidade e a diversidade de espécies. Estes foram analisados juntamente com o banco de sementes no solo, analisando quanto ao formato de cada clareira estudada. Os resultados obtidos podem ser observados na tabela 3.

Tabela 3. Representação dos dados referente ao banco de sementes e da luminosidade em cada clareira.

Clareira	**N° de plântulas**	**N° de sementes**	**Formato**
Cp1	31	19	Circular
Cp2	35	7	Circular
Cp3	34	23	Circular
Cg1	60	3	Circular
Cg2	74	29	Retangular
Cg3	54	19	Alongado

Fonte: Autores

Na clareira pequena 01 ocorreu a incidência de várias espécies no banco de plântulas, contudo nenhuma com uma porcentagem de ocorrência significativa, ou seja, não ocorreu predominância de nenhuma espécie em específico, o que também foi constatado nas demais clareiras pequenas e na clareira grande 01, conforme amostrado na Tabela 3.

Já na análise do banco de sementes do solo, das 19 sementes encontradas, 18 são da espécie nativa da região conhecida popularmente como canela preta (*Nectandra megapotamica,* (Spreng)*,* pertencente à família botânica Lauraceae, cuja dispersão é zoocórica, conhecida popularmente como canela-preta, cuja sua semente é principalmente atraída pelos pássaros e morcegos.

Dessa forma, os autores Bazzaz (1983) e Dalling (2002) ressaltam que o período no qual a clareira é aberta está ligado ao estabelecimento de plântulas, pois ele determina qual será a composição do banco de sementes e plântulas disponível para a colonização da clareira. Nogueira e Nogueira (1991) destacam que, esses locais muito abertos e ensolarados propiciam a entrada de gramíneas, que impedem a regeneração natural da floresta.

Levando em consideração o banco de sementes no solo, pode-se constatar comparando as clareiras pequenas, que na clareira (Cp3) encontrou-se o maior número de sementes no solo. Cabe ressaltar dessa forma, que esta clareira pequena (3) é a que possui, todavia, a menor área de abrangência quando comparada as demais áreas de clareiras pequenas, uma vez que em relação aos números de plântulas não houve grande variação quanto à quantidade de indivíduos. Salientando que dentre as clareiras pequenas, o formato das mesmas, são, todavia o mesmo formato, ou seja, formato descrito como circular.

No entanto, fazendo a mesma comparação só levando em conta as clareiras grandes, observa-se que na clareira grande 2, encontrou-se o maior número de sementes, uma vez que comparando com as outras clareiras, sendo a mesma com o formato retangular, evidenciando que foi a única clareira que obteve este formato.

Levando em consideração o formato das clareiras, pode-se concluir que dentre as clareiras pequenas, o formato não influência no banco de sementes e no número de plântulas. Já nas clareiras grandes, pode-se dizer que o formato da mesma influência, tanto no banco de sementes como no número de plântulas, como é mostrado na clareira grande 02.

É possível destacar também, que na clareira pequena (Cg2), ocorreu o maior número de plântulas, havendo juntamente com a Cg3 o predomínio de uma espécie em especifico, o

xaxim (*Dicksonia sellowiania,* Hooke.).

Todavia, o predomínio da *Dicksonia sellowiania* se deve ao fato de este fragmento florestal se caracterizar no estágio avançado do processo de sucessão, e assim, apresenta no dossel várias aberturas, gerando condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento desta espécie em questão. De acordo com Leite e Klein (1990), a *Dicksonia sellowiania* se caracteriza por ser uma espécie secundária inicial e têm preferência por terrenos baixos com solo rico em matéria orgânica e mantido úmido. Dessa forma, fica comprovada a ausência da *Dicksonia sellowiania* na clareira grande 01, cujo dossel era totalmente aberto. Outro fator que justifica a presença de *Dicksonia sellowiania* com maior ocorrência na clareira grande 02, é o fato de esta estar próxima a um córrego hídrico, aumentando assim, a manutenção da umidade do solo.

4. Conclusões

Por meio desta pesquisa, pode-se enfatizar que o tamanho das clareiras, juntamente com o formato das mesmas, influenciam tanto na regeneração da vegetação como no número de sementes presentes no solo.

Nesse contexto, é possível concluir, levando em consideração os índices de Shannon e de Equabilidade, que o tamanho e/ou o formato da clareira é um fator determinante para a diversidade da vegetação em clareiras relativamente do mesmo tamanho. Já na comparação entre clareiras distintas, os índices sofrem uma variação significativa, sendo que o índice de Equabilidade de Pielou apresentou maior homogeneidade nas clareiras pequenas, enquanto o de índice de Shannon demonstrou maior diversidade de espécies nas clareiras grandes. Comprovando assim, que nas clareiras grandes há uma maior heterogeneidade de espécies, mas que nas clareiras pequenas há uma maior uniformidade na distribuição dos indivíduos da mesma espécie na clareira.

Referências Bibliográfica

ALMEIDA, S. S. **Clareiras naturais na Amazônia Central: abundância, distribuição, estrutura e aspectos da colonização vegetal.** Manaus, INPA, 1989. V.1. 125 p.

BARTON, A.M., FETCHER, N. & REDHEAD, S. The relationship between treefall gap size and light flux in a Neotropical rain forest in Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology,** v. 5, p. 437-439, 1984.

BAZZAZ, E. A.; PICKETT, S. T. A. Physiological ecology of tropical succession: A comparative review. **Ann. Rev. Ecol. Syst., (11)** 287—310, 1980.

BAZZAZ, F. A. Characteristics of populations in relation to disturbance in natural and man-modified ecosystems. In: MOONEY, H. A.; M. GODRON, M. **Disturbance and Ecosystems:** components of response Sprinder-Verlag. Berlin, 1983. p. 259-275.

BRANDANI, A., HARTSHORN, G. S. & ORIANS, G. H. Internal heterogeneity of gaps and species richness in Costa Rica tropical wet forest. **J. Trop. Ecol**, v. 68, p. 99-119, 1988.

BROKAW, N. V. L. Treefalls: frequency, time, and consequences. In: E. G. Leight, Jr.; A. S. Rand; D. M. Windsor (eds.). **The Ecology of a Tropical Forest**: Seasonal Rythms and Long-Term Changes. Smith. Inst. Press, Washington, D.C., U.S.A. p.101-108, 1982.

BROWN, N. The implications of climate and gap microclimate for seedling growth conditions in a Bornean lowland forest. J. **Trop. Ecol**, v. 9, p. 153-168, 1993.

BRUNEL, E. & CANCELA DA FONSECA, J. P. Vie de la société. Concept de la diversité dans les écosystemes complexes. (Table ronde tenue à l`ocasion du colloque sur les écosystèmse bocagers à Rennes en 1976). **Bull. Ecol**, v. 10, p.147-163, 1979.

CALDATO, S. L.; FLOSS, P. A.; CROCE, D. M.; LONGHI, S. J.; Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na reserva genética florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, v. 6, n. 1, p. 27-38, 1996.

CUNHA, G. C. **Aspectos da Ciclagem de nutrientes em diferentes fases sucessionais de uma Floresta Estacional do Rio Grande do Sul**. 86 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura —Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1997.

DAGET, J. **Les modèles mathématiques en écologie**. Masson, Paris, 1976. v. 1. 172 p.

DALLING, J.W., MULLER-LANDAU, H.C., WRIGHT, S.J., HUBBELL, S.P. Role of dispersal in the recruitment limitation of neotropical pioneer species. **Journal of Ecology**, v. 1, p. 714, 2002.

DENSLOW, J.S. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.18, p.431-451, 1995.

HOWE, H.F. **Habitat implications of gap geometry in tropical forests.** Oikos, V. 59, p.141-144, 1990.

HUBBELL, S.P. & FOSTER, R.B. Canopy gaps and the dynamics of a neotropical forest. *In* Plant Ecology (M.J. Crawley, ed.). **Blackwell Scientific**, Oxford, p.77-96, 1986.

LAWTON, J. H. & PUTZ, E. F. Natural disturbance and gap-phase regeneration in a wind-exposed tropical cloud forest. **R. Ecology**, v. 69, p. 764-777, 1988.

LEITE, P.F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro, v.2, p.113-150, 1990.

LUNDQUIST, J.E. & BEATTY, J.S. A method for characterizing and mimicking forest canopy gaps caused by different disturbances. **Forest Science**, V. 48, p. 582-594, 2002.

MAGURRAN, A.F. **Ecological Diversity and its measurements**. New Jersey: Princeton University Press, 1988. V. 1. 179 p.

NOGUEIRA, J. C. B. ; NOGUEIRA, L. T. Regeneração natural de mata ciliar na Estação Ecológica de Bauru. **Revista do Instituto Florestal**, Piracicaba, v. 3, p. 157- 162, 1991.

ORIANS, G.H. The influence of tree-falls in tropical forest in tree species richness. **Tropical Ecology**, v. 23, p. 255-279, 1982.

PEARSON, T.R.H., BURSLEM, D.F.R.P., GOERIZ, R.E. & DALLING, J.W. Interactions of gap size and herbivory on establishment, growth and survival of three species of neotropical pioneer trees. **Journal of Ecology** V. 91, p.785-796, 2003.

PUTZ, F. E. Treefall pits and mounds, buried seeds, and the importance of soil disturbance to pioneer trees on Barro Colorado Island, Panama. **Ecology**, v. 64, p. 1069-1074, 1983.

RUNKLE, J. R.. Gap regeneration in some old-growth forests of the eastern United States. **Ecology**, v. 62, p.1041-1051, 1981.

SPIEGEL, M. R. ***Manual de Fórmulas, Métodos e Tabelas de Matemática***, Makron Books: São Paulo, 1992. V. 2, 268 p.

SWAINE, M.D. & WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, v. 75, p. 81-86, 1988.

Levantamento fitossociológico de um sistema silvipastoril agroecológico na cidade de Pinhais- PR

Phytosociological survey of a silvopastoral agroecological system in the city of Pinhais, Paraná, Brazil

Aline Delfino Germano[1]
Cátia Hermes[2]
Sandra Mara Krefta[3]
Érica Rui Militão[4]
Frederico Márcio Corrêa Vieira[5]

[1] Graduanda do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Câmpus Dois Vizinhos. Bolsista do Programa de Educação Tutorial – PET e pesquisadora do Grupo de Estudos em Biometeorologia - GEBIOMET. E-mail: germanoad@outlook.com.br

[2] Graduanda do Curso de Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. Pesquisadora do Grupo de Estudos em Biometeorologia – GEBIOMET. E-mail: hermes.catica@hotmail.com

[3] Graduanda do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Câmpus Dois Vizinhos. Bolsista do Programa de Educação Tutorial – PET. E-mail: sandra_krefta@hotmail.com

[4] Mestranda em Zootecnia e pesquisadora do Grupo de Estudos em Biometeorologia – GEBIOMET. E-mail: ericarmzootecnista@gmail.com

[5] Dr. Prof. adjunto. Coordenador do Grupo de Estudos em Biometeorologia - GEBIOMET da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. E-mail: fredericovieira@utfpr.edu.br

Resumo: Um sistema silvipastoril (SPP) potencializa o desenvolvimento sustentável sugerindo um avanço para o sistema de produção agrícola. Em contrapartida, trabalhar com agroecologia é ambientalmente sustentável, economicamente eficiente e socialmente justo. Os SPP's se adequam à agroecologia por serem uma modalidade de sistemas agroflorestais. Objetivou-se por meio deste trabalho caracterizar a composição florística e fitossociológica da vegetação arbórea e analisar o desenvolvimento das espécies arbóreas em um SSP agroecológico. Foi realizadoinventário florestal em um SSP agroecológico no município de Pinhais (PR) pelo método de censo, através do qual foram levantadas variáveis comoo diâmetro à altura do peito (DAP)e a altura. Parte dos indivíduos foram identificados a campo e outra em laboratório. Durante o levantamento foram encontrados 191 indivíduos pertencentes a 14 famílias e 22 espécies com DAP médio de 12,9 cm e de altura média de 5,81 metros. O índice de diversidade de Shannon (H') calculado foide 2,37 e a equabilidade de Pielou encontrada foi de 0,77, sendo indicadores relativamente altos. O indivíduo com a maior dominância relativa (DoR) foi *Enterolobium contortisiliquum*. Tendo em vista os oito anos de idade deste sistema, conclui-se que o crescimento é lento, porém abrange grande diversidade de espécies nativas e exóticas.
Palavras-chaves: Agroflorestas, Sustentabilidade rural, Índice de diversidade de Shannon e Equabilidade de Pielou

Abstract: A silvopastoral system (SPP) enhances sustainable development suggesting a breakthrough for the agricultural production system. However, working with agroecology is environmentally sustainable, economically efficient and socially equitable.The SPP's fit to agroecology because they are a form of agroforestry. The objective is through this work to characterize the floristic composition and phytosociological of trees and analyze the development of tree species in a agroecological SSP.We conducted a forest inventory in a agroecological SSP in the city of Pinhais (PR) by census method by which variables were raised as the diameter at breast height (DBH) and height. Of the individuals were identified in the field and one in the laboratory.During the survey found 191 individuals belonging to 14 families and 22 species with average DBH of 12.9 cm and average height of 5.81 meters. The Shannon diversity index (H ') calculated was 2.37 and the Pielou evenness found was 0.77, with relatively high indicators.The individual with the largest relative

dominance (DoR) was Enterolobium contortisiliquum. Considering the age of eight this system, it is concluded that the growth is slow, but covers a large variety of native and exotic species.
Keywords: Agroforestry, rural sustainability, Shannon diversity index and Pielou evenness.

1. Introdução

Nas últimas décadas, uma série de modificações em nível local e global tem direcionadoo rumo dos debates sobre desenvolvimento, sustentabilidade, produção do saber, bem como do papel atribuído e reivindicado pela sociedade como protagonista na idealização e implementação de novos modelos de produção(PREISS, 2013). Um destes modelos é o da Agroecologia, que tem por sistema de ideias processos ecológicos em agricultura sustentável, situado em rigorosa fundamentação resultante de mais de duas décadas de constante atividade de pesquisa de seu autorem diferentes países e sob diversos agroecossistemas. Sua notável contribuição à construção de uma nova agricultura no Brasil, representa um decisivo divisor em nossa compreensão sobre sistemas agrícolas correspondentes às cobranças do mundo moderno (GLIESSMAN, 2009).

Dentro de uma proposta agroecológica, os sistemas silvipastoris (SSP's),podem ser explorados por serem uma das modalidades dos sistemas agroflorestais (BERNARDINO; GARCIA, 2009). Existem diversos conceitos dos sistemas silvipastoris, entretanto,Porfírio da Silva et al. (2010) conceituou SSP como uma combinação intencional de árvores, pastagem e animais de produção em uma mesma área e tempo manejados de forma interligada (BERNARDINO; GARCIA, 2009).

Neste contexto, árvores proporcionam ao sistema proteção ao solo e disponibilidade de nutrientes, além de melhorar o valor nutritivo da forragem produzida (SOARES et al., 2009). Elas ainda beneficiam a atividade microbiana do solo e trazem como consequência a aeração, a permeabilidade e o aumento da competência do sequestro de carbono (GATTO et al., 2010). Castro et al., (2009) ainda destacou que as árvores oferecem um ambiente de temperaturas mais amenas, resultando em maior conforto para os animais na pastagem.

Para determinar as espécies arbóreas que compõe um sistema silvipastoril se faz necessário o levantamento de todos os indivíduos existentes neste sistema e para tanto, é realizado um inventário florestal. De acordo com Netto e Brena (1997), a realização deste não é uma tarefa fácil, todavia em alguns inventários o objetivo pode ser apenas obter uma estimativa de volume total de uma espécie. Sendo assim, este pode ser considerado como apenas um instrumento informativo do volume de madeira existente na floresta.

Neste sentido, Husch et al., (2003) sugerem que inventários florestais são procedimentos cujo objetivo é obter informações sobre quantidades e qualidades dos recursos florestais e de muitas características das áreas sobre as quais as árvores estão crescendo. Um inventário florestal completo pode fornecer várias informações tais como: estimativas da área, descrição topográfica, mapeamento da propriedade, descrição de acessos, facilidade de transporte de madeira, variáveis quantitativas e qualitativas dos recursos florestais e estimativas de crescimento (SOARES et al., 2011). Através do inventário florestal pode-se analisar a fitossociologia para chegar em resultados como a dominância absoluta, relativa entre outras. Sendo assim, a fitossociologia atribui um importante papel em programas de gestão ambiental, tais como áreas de recuperação, manejo e áreas degradadas (ISERNHAGEN et al., 2001).

Mazon (2014) salientou que os estudos dos fatores que advém da fitossociologia em sistemas agroflorestais são de suma importância, uma vez que os mesmos permitem checar as diferenças ecológicas de uso como os fatores abióticos no espaço de tempo gerando entendimento e tomadas de decisões para a execução de práticas silviculturais, conservacionistas e de uso múltiplo dos recursos dos sistemas.

Com base no exposto, objetivou-se por meio deste trabalho caracterizar a composição florística e fitossociológica da vegetação arbórea, bem como a análise de desenvolvimento das espécies arbóreas em um sistema silvipastoril agroecológico.

2. Metodologia de Trabalho

O presente trabalho foi realizado em um Sistema Silvipastoril agroecológico localizado na cidade de Pinhais – Paraná, região metropolitana de Curitiba, dentro do Centro Paranaense de Referência em Agroecologia - CPRA. Essa área encontra-se situada entre as coordenadas 25°23’03.43” Sul e 49°07’30.18”Oeste, com altitude média de 910 m em relação ao nível do mar (Figura 1).

Figura 1 - Área do Sistema Silvipastoril agroecológico –CPRA, usado para coleta de dados. Fonte: Google Earth (2015).

Figure 1 - System Area Silvopastoral agroecological – CPRA, used for data collection. Source: Google Earth (2015).

Segundo Alvarez et al.(2013), o clima desta região é do tipo Cfb (Mesotérmico úmido de verão brando), com temperatura média de 11°C no mês mais frio, caindo por vezes abaixo de 2°C, em dias mais frios. Durante o verão, a temperatura média é em torno de 23°C, mas pode subir acima de 32°C em dias mais quentes.

2.1. Histórico da área

O CPRA (Centro Paranaense de Referência em Agroecologia) é um programa que foi idealizado pela Secretaria do Estado da Agricultura e do Abastecimento, com o objetivo de recuperar a área ao redor da APA (Área de Proteção Ambiental) do Iraí que servia a pesquisa voltada à agricultura convencional explorada até então pelo Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR. O CPRA foi desenvolvido para redesenhar todo este espaço, observando todas as limitações impostas dentro de uma APA, dentre as quais às restrições quanto ao acesso da população e a expressa proibição do uso de agrotóxicos e adubos sintéticos.

Há 10 anos o manejo desta área é totalmente orgânico, desde a base da pecuária ao plantio das espécies arbóreas e o manejo das espécies forrageiras. O silvipastoril estudado tem aproximadamente oito anos desde o início de sua implantação, todavia as espécies arbóreas foram plantadas em diferentes datas ao longo deste período. Entretanto não se sabe bem ao certo as idades de cada indivíduo (CPRA, 2015)

2.2. Levantamento de dados

Para o levantamento foi realizado censo de todos os indivíduos pertencentes ao sistema silvipastoril consorciado com bovinos leiteiros. A área total do estudo conta com 10.894,7 m². As linhas das espécies arbóreas estão alocadas na divisa de piquetes.

Os equipamentos utilizados para as mensurações das variáveis dendrométricas e morfométricas foram: Hipsômetro Vertex IV, trena, suta e planilha de anotações. As variáveis avaliadas para os indivíduos arbóreos em cada piquete foram: Diâmetro da Altura do Peito (DAP), altura total (H) e diâmetro de copa (Dc).

A variável Diâmetro da Altura do Peito foi obtida com o auxílio da suta a uma altura de 1,30 m do solo. A determinação de altura total (H), que corresponde a distância em metros do solo até o topo da árvore, foi utilizado o aparelho Hipsômetro Vertex IV.

Através dos dados coletados a campo calculou-se os índices fitossociológicos analisando os resultados obtidos: Da- Densidade absoluta, FR- Frequência relativa, DoA- dominância absoluta; DoR- Dominância relativa e VI- valor de importância. Observa-se que para a caracterização da diversidade das espécies realizou-se cálculos para a determinação dos indicies de diversidade de Shannon e Equabilidade de Pielou. Para a tabulação de dados e realização dos cálculos utilizou-se o software Microsoft Office Excel®.

3. Resultados e Discussão

No inventário foram mensurados 191 indivíduos pertencentes a 14 famílias e 22 espécies.As famílias que mais apresentaram valores em número de indivíduos foram a Fabaceae (46%), Anacardiaceae (18%), Myrtaceae (14%) e Hamamelidaceae (7%), sendo que um indivíduo estava morto e outro não foi identificado. Estes resultados foram semelhantes ao de Salomão et al. (2012), que realizaramum estudo em sistema silvipastoril no município de Dourados (MS), no qual também as famílias Fabaceae e Anacardiaceae apresentaram valores significativos no levantamento (Figura 2).

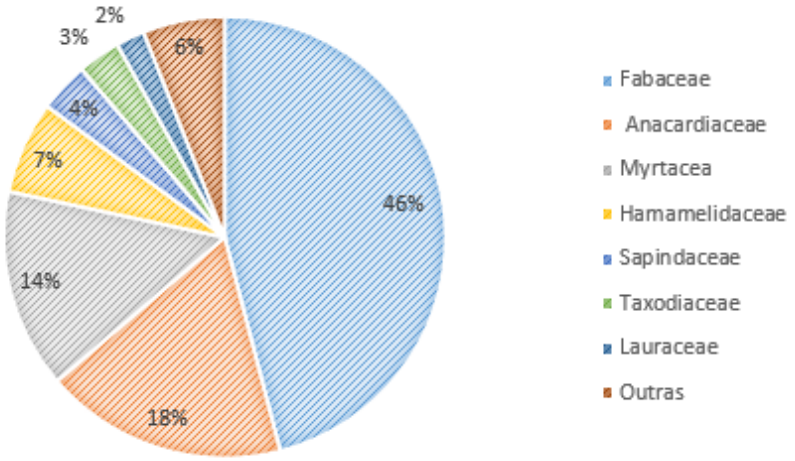


Figura 2: Famílias que apresentaram maior número de indivíduos amostradas no SSP agroecológico na cidade de Pinhais- PR.

Figure 2: Families with the greater number of individuals shown in the agroecological SPS in the city of Pinhais- PR.

Os indivíduos com oito anos de idade apresentaram altura média de 5,81 metros variando desde 1,2 a 14,5 metros, sendo que as espécies respectivamente de maior e menor valores de altura são: *Inga* sp. e *Enterolobium contortisiliquum*. Já em um levantamento realizado por Salomão et al. (2012), foi estudado um sistema agroflorestal localizado no município de Dourados- MS em que encontrou espécies diferentes com altura média de 4,5 metros levando em consideração que as espécies apresentavam cinco anos de idade, portanto as espécies deste trabalho estão apresentando desenvolvimento maior que do estudo comparado.

As espécies que apresentaram maiores diâmetros de altura do peito (DAP) foram: *Enterolobium contortisiliquum*, *Taxodium distichum*, *Parapiptadenia rigida* e *Acer palmatum*, sendo que o DAP máximo foi de 47,7 cm, médio foi de 12,19 cm e mínimo de 0,5 cm, obtendo-se a área basal média de 6,64 m².O índice de diversidade de Shannon (H') calculado foi de 2,37 e este resultado demonstrou ser inferior ao resultado do estudo realizado por Salomão et al., (2012), queencontraram o valor de 3,31. Em contrapartida, Gazzola et al.(2007),na cidade de Matinha (MA),apresentaram um valor de 2,702. Porém,quando comparado ao estudo de Silva (2012) realizado no estado do Amazonas comvalores de diversidade de Shannon (H') de 1,37, o atual estudo apresentou-se maior.

A equabilidade de Pielou deste trabalho foi inferior quando comparado aos trabalhos de Salomão et al. (2012) e de Silva (2012).A espécie que apresentou maior dominância relativa (DoR) foi *Enterolobium contortisiliquum* com 45,20% e as espécies que apresentaram maior valor de importância foram respectivamente *Parapiptadenia rigida* com 26,24, *Enterolobium contortisiliquum* com 23,79 e *Schinus terebinthifolius* com 13,98 (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no SSP agroecológico na cidade de Pinhais- PR.
Table 1.Phytosociological parameters of the species shown in the SPS agroecological in the city of Pinhais- PR.

Espécies	**No. Ind**	**FR (%)**	**DomA(m²/ha)**	**DomR (%)**	**VI**
Parapiptadenia rigida	48	25,13	0,87	28,46	26,24
Enterolobium contortisiliquum	25	13,09	1,38	45,20	23,79
Schinus terebinthifolius	32	16,75	0,26	8,44	13,98
Campomanesia xanthocarpa	18	9,42	0,06	1,91	6,92
Lonchocarpus muehlbergianus	15	7,85	0,09	3,00	6,23
Liquidambar styraciflua	13	6,81	0,11	3,56	5,72
Taxodium distichum	6	3,14	0,13	4,13	3,47
Acer palmatum	7	3,66	0,06	1,88	3,07
Eugenia uniflora	6	3,14	0,00	0,05	2,11
Cinnamomum sp.	4	2,09	0,06	1,81	2,00
Rollinia silvatica	2	1,05	0,01	0,48	0,86
Inga sp.	2	1,05	0,00	0,12	0,74
Schinus molle	2	1,05	0,00	0,08	0,72
Eucalyptus sp.	2	1,05	0,00	0,03	0,71

Psidium cattleyanum	2	1,05	0,00	0,01	0,70
Não Identificada	1	0,52	0,01	0,26	0,43
Prunus sp.	1	0,52	0,01	0,18	0,41
Cordia trichotoma	1	0,52	0,0046	0,15	0,40
Citrus sp.	1	0,52	0,0041	0,13	0,39
Diospyros kaki	1	0,52	0,0033	0,11	0,38
Tabebuia sp.	1	0,52	0,0004	0,01	0,35
Indivíduo Morto	1	0,52	0,00	0,00	0,35
Total Geral	191	100,00	3,047	100	100

No Ind. = número de indivíduos; FR. - Frequência relativa (%); DomA. – Dominância Absoluta (m²/ha); DR - Dominância relativa (%); VI - Valor de importância.

4. Conclusão

O sistema silvipastoril agroecológico implantado na unidade do CPRA abrange uma grande diversidade de espécie nativas e exóticas que busca a produção de madeira, biodiversidade vegetal e o conforto térmico animal.

A altura média dos indivíduos foi de 5,81 metros, diâmetro da altura do peito de 12,19 cm, índice de diversidade de Shannon (H') 2,37 e equabilidade de Pielou 0,77, sendo estes índices relativamente altos quando comparados com outros estudos. A família que apresentou maior números de indivíduos foi a Fabaceae e a espécie que apresentou maior dominância relativa (DoR) foi *Enterolobium contortisiliquum*.

Conclui-se que o sistema silvipastoril está em ótimo desenvolvimento por apresentargrande diversidade de espécies que é uma característica da agroecologia. O sistema encontra-se com qualidade para proporcionar o conforto térmico aos animais. Porém, para a produção de madeira, o sistema encontra-se em crescimento lento, que é uma característica da maioria das espécies nativas existentes no local.

Agradecimentos

Ao Centro Paranaense de Referência em Agroecologia- CPRA, por conceder a permissão para utilização do espaço e do sistema para a pesquisa realizada.

ReferênciasBibliográficas

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. Sistemas Silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 0, n. 2, p. 77–88, 2009.

CASTRO, C. R. T. et al. Características Agronômicas, Massa de Forragem e Valor Nutritivo de Brachiaria decumbens em Sistema Silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 0, n. 1, p. 19–26, 2010.

CENTRO PARANAENSE DE REFERENCIA EM AGROECOLOGIA- CPRA. Historico. Disponivel em: <http://www.cpra.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=7> acessado em 15 de abril de 2015.

GATTO, A. et al. Estoques de carbono no solo e na biomassa em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 34, n. 1, p. 1069–1079, 2010.

GAZZOLLA, A. G.; MUNIZ, F. H.;. Fitossociologia de especies arboreas em sistemas agrossilvipastoris no municipio de matinha. **Anais doII congresso Brasileiro de Agroecologia**, p. 628–632, 2007.

GLIESSMAN STEPHEN R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4. ed. Porto Alegre: Universidade/UFRGS, 2009.

ISERNHAGEN, I.; SILVA, S.; GALVÃO, F. A fitossociologia florestal no Paraná: listagem bibliográfica comentada. **Sistema de Identificação Dendrológica Online - Floresta Ombrófila Mista**, v. 2001, 2001.
MAZON, JOELMIR AUGUSTINHO. **Composição Florística e fitossociológica de floresta ombrófila mista em áreas sob manejo silvipastorl em sucessão secundária.**Dissertação(Mestrado em Ciência Florestais) Universidade Estadual do Centro- Oeste v. 1, p. 158, 2014.

NETTO, S. P.; BRENA, D. A. **Inventário florestal.** Curitiba: UFPR, 1997.

PORFÍRIO DA SILVA, V. et al. **Cartilha de arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo.** ColomboEmbrapa Florestas, 2010.

PREISS, P. V. **Construção do conhecimento agroecológico: o processo das famílias produtoras de arroz no assentamento filhos de sepé, viamão.** 2013. 195 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) Universidade Federal do Rio Grande do Sul,Porto Alegre, 2013.

SALOMÃO, G. de B. et al. Fitossociologia e desempenho de espécies arbóreas em um sistema agroflorestal sob bases agroecológicas em Dourados , Mato Grosso do Sul. **Anais 4° seminário de agroecologia**, v. 7, n. 2, p. 1- 5, 2012.

SILVA, S. C. Sistemas Agroflorestais Na Comercialização E Tendência De Preços. 2012, 214 f.**Tese (Engenharia Florestal)**apresentada á Universidade Federal de Lavras para o Programa de Pós Graduação. , 2012.

SOARES, A. B. et al. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 443–451, 2009.

8.8 TRABALHOS DE ARBORIZAÇÃO URBANA

Análise de exemplares arbóreos para fins de supressão na Praça Camilo Mércio, São Gabriel – RS.

Analysis oft rees exemplary for suppression purpose in Camilo Mércio Square, São Gabriel – RS.

Marciele Santos Mello da Silva[1];
Carlos Eduardo Rocha Vinadé[2];
ItaloFilippi Teixeira[3]

[1]Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Pampa Campus São Gabriel, Avenida Antônio Trilha, 1847, São Gabriel – RS. marcielesilva2009@gmail.com

[2]Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Pampa Campus São Gabriel; Avenida Antônio Trilha, 1847, São Gabriel – RS; cvinade@gmail.com

[3] Engenheiro Florestal, Prof. Dr.,Universidade Federal do Pampa Campus São Gabriel; Avenida Antônio Trilha, 1847, São Gabriel – RS; italo.filippi@gmail.com

Resumo: Este trabalho teve como objetivo avaliar uma metodologia qualitativa para fins de supressão de exemplares arbóreos na Praça Camilo Mércio, localizada no Centro Histórico do município de São Gabriel – RS. A metodologia usada foi baseada em Gonçalves (2007), que consiste na criação de critérios para análise de parâmetros que podem determinar, ou não, a retirada de determinado exemplar arbóreo em uma condição urbana, seja em um espaço livre público ou fazendo parte da arborização de ruas. A metodologia mostrou-se eficiente para avaliação de árvores em ambiente urbano demonstrando que o método é um substituto válido para as decisões arbitrárias porque oferece justificativa para as decisões tomadas e sendo um orientador na prescrição de laudos técnicos facilitando o entendimento de que o assim solicitar. Estabelece-se como uma ferramenta importante para que ocorra um embasamento técnico na determinação de retirada de exemplares arbóreos porém sendo extensível a outro tipo de vegetação ocorrente.
Palavras chave: espaços livres públicos; manejo; espécies arbóreas, arborização urbana.

Abstract: This work aimed to evaluate a qualitative methodology for purposes of suppression of tree specimens in the Camilo Mércio Square, located in county History Center, São Gabriel - RS. The methodology used was based on Gonçalves (2007), which is to establish criteria for analysis of parameters that can determine whether or not the removal of certain exemplary tree in an urban condition, whether in a public space or as part of afforestation streets. The methodology proved to be efficient for the evaluation of trees in an urban environment demonstrating that the method is a valid substitute for the arbitrary decisions because it provides justification for the decisions taken and being a mentor in the prescription of technical reports facilitating the understanding that so request. It is established as an important tool to occur a technical basis in determining withdrawal of arboreal specimens but being extended to other types of vegetation occurring.
Key words: public open spaces; sanitary control; tree species; Urban Tree Planting

1.Introdução

Com a crescente busca de espaços verdes pela sociedade atual, a arborização de vias públicas, parques e praças vêm sendo uma grande alternativa para as cidades, pois as árvores urbanas quando bem implantadas e manejadas transmitem múltiplos benefícios e estão longe de serem caracterizadas como um problema. Os benefícios podem ser desordem estética, relacionados principalmente a efeitos visuais que as plantas fornecem,proporcionando um contato do homem com a natureza, produzindo um efeito harmônico através de suas linhas suaves e orgânicas, formas, cores e texturas, criando paisagens específicas, proporcionando identidade às ruas. Quanto ao meio ambiente incluem benefícios na melhoria do microclima, amenização da poluição atmosférica e acústica, proteção do solo e fauna, diminuição da velocidade do vento e fornecendo sombra a população humana. Fontes benéficas de ordem

física estão relacionadas ao conforto que as árvores proporcionam com a alteração do microclima, já as psíquicas trazem benefícios incalculáveis ao homem, principalmente na atenuação do estresse. A arborização urbana também é positiva no fomento ao turismo, incentivando atividades lúdicas e físicas o que pode propiciar uma diminuição do sedentarismo populacional e no desenvolvimento da educação ambiental, estando assim, relacionada a valores políticos, sociais e econômicos (Biondi e Althaus, 2005).

Proporciona também maior absorção da radiação ultravioleta,dióxido de carbono e redução do impacto da água da chuva sobre o solo com diminuição de seu escoamento superficial pelo aumento da permeabilidade, Milano e Dalcin (2000).Contribui desta forma como fonte de recreação e lazer urbanos, estimulando a ampliação do círculo social (Souza, 1995).

Para produção de efeitos positivos as árvores devem ser submetidas a adequados tratos silviculturais, desde a produção de mudas de alta qualidade à manutenção com podas regulares em indivíduos adultos. No Brasil, o que ocorre na maioria das vezes, salvo raras exceções, é que a arborização urbana não passa por um planejamento prévio, sendo em sua maioria executada com improvisos de técnicos não especializados na área, não havendo existência de políticas dirigidas ao setor, assim como conscientização da população de sua importância (Santos, 2001).

Conforme Schallenbergeret al. (2010) com o recente crescimento da arboricultura no Brasil, gestores municipais tem voltado suas atenções quanto à qualidade das árvores que ocupam os espaços urbanos na busca da otimização de suas diversas funções. Desta maneira, há pesquisadores que demonstram um forte interesse no estudo de metodologias que permitem avaliar em que condições se encontram as florestas urbanas, buscando a elaboração de projetos administrativos mais eficientes. Biondi e Reissmann (1997) realizaram estudos relacionados, avaliando o vigor das espécies *Acer negundo* L. e *Tabebuia chrysotricha* (Mart ex DC.)Standl., seguindo parâmetros quantitativos de avaliação, como: diâmetro de copa, perímetro à altura do peito, peso de folhas, elongação do ramo, peso do ramo e área foliar.

A avaliação de árvores urbanas para fins de supressão, segundo Gonçalves et al. (2007), tem sido uma preocupação constante para os técnicos, porque implica, quase sempre, em uma decisão que envolve o patrimônio e a vida de terceiros.

O risco em um acidente com árvores é potencializado pelo objeto que será atingido na queda. Quando o risco do dano é apenas material, este é considerado menor. Diversos métodos têm sido buscados com análises locais dos riscos, normalmente com o estabelecimento de notas e de pesos conforme as diferentes modalidades de risco, Seitz (2005).

Isto posto este trabalho teve como objetivo avaliar uma metodologia qualitativa para fins de supressão de exemplares arbóreos na Praça Camilo Mércio, São Gabriel – RS.

2.Metodologia de Trabalho

A metodologia aplicada foibaseada em Gonçalves (2007), que consiste na criação de critérios para análise de parâmetros que podem determinar,ou não, a retirada de determinado exemplar arbóreo em uma condição urbana.

Esta metodologia foi aplicada na Praça Camilo Mércio no município de São Gabriel-RS, onde a avaliação foi realizada em quinze (15) exemplares arbóreos. Os mesmos foram previamente escolhidos por apresentar visualmente algum tipo de perturbação que pudesse impedir o desenvolvimento colocando em risco a vida de munícipes frequentadores do local.

Foram estabelecidos quatro níveis de interesse para esta avaliação: paisagístico, ecológico, fitossanitário e risco. Dentro destes níveis de interesse foram elaboradas três

perguntas respondidas como falso e verdade, de forma que as respostas falsas conduzem a retirada da árvore e as verdadeiras conduzem a permanência do mesmo. As perguntas que foram elaboradas são referentes a cada nível de interesse, demonstradas conforme o Quadro 1.

Quadro1: Critérios paisagísticos, ecológicos, fitossanitários e de risco que foram considerados na análise de supressão de árvores na Praça Camilo Mércio, São Gabriel, RS.
Chart 1: scenic, ecological, plant protection and risk criteria that were considered in the analysis suppression trees in the Square Camilo Mércio, São Gabriel, RS.

Nível Paisagístico			
1	A árvore que se deseja suprimir é uma espécie muito rara nesse ambiente, existindo, em toda cidade, não mais que três exemplares.	Falso	Verdade
2	A árvore que se deseja suprimir é de uma espécie nativa da região e, portanto, muito bem adaptada às condições locais	Falso	Verdade
3	A árvore que se deseja retirar esta muito bem posicionada paisagisticamente e sua falta provocará um enorme impacto visual	Falso	Verdade
Nível Ecológico			
1	A árvore a ser retirada tem grande valor afetivo para a população podendo ser considerada um marco referencial psicológico.	Falso	Verdade
2	A árvore que se deseja retirar é muito antiga na paisagem, passando por diversas gerações que a contemplam com prazer	Falso	Verdade
3	A árvore que se deseja retirar tem uma enorme importância ecológica, trazendo, de algum modo, qualidade de vida para a população	Falso	Verdade
Nível Fitossanitário			
1	A árvore que se deseja retirar não apresenta nenhuma doença que a comprometa, ou seja, nenhum mal que seja irreversível.	Falso	Verdade
2	A árvore que se retirar não apresenta nenhum ataque de pragas que seja irreversível, comprometendo seu pleno desenvolvimento.	Falso	Verdade
3	A árvore que se deseja retirar não apresenta qualquer problema de ordem estrutural ou estético que esteja exigindo sua supressão.	Falso	Verdade
Nível de Risco			
1	A árvore que se deseja retirar não apresenta nenhum conflito com os serviços urbanos aéreos com fiações, placas, marquises, etc.	Falso	Verdade
2	A árvore que se deseja retirar não apresenta nenhum problema com os serviços urbanos de solos como água, esgoto, calçamento, etc.	Falso	Verdade
3	A árvore que se deseja retirar não está em iminente risco de queda, muito ao contrário, apresenta-se com boa estrutura anatômica.	Falso	Verdade

Depois de respondido o quadro como os questionamentos de cada nível, contou-se o número de respostas FALSO e o número de respostas VERDADE, estabelecendo uma relação entre as respostas. Esta relação foi comparada a escala (figura1) conforme a metodologia citada acima, para definir aretirada ou permanência dos indivíduos com base nas respostas.

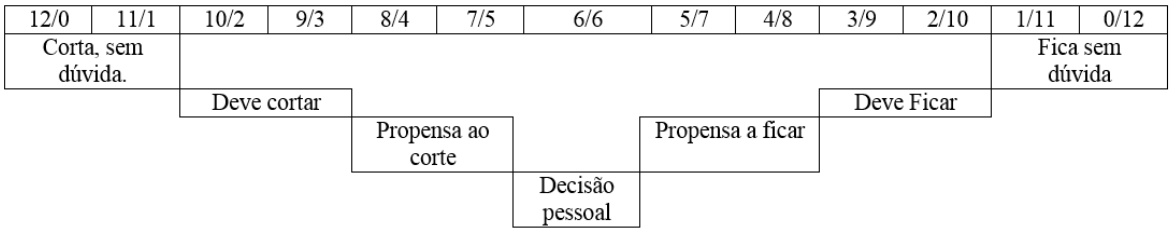


Figura 1: Escala de decisão de supressão do exemplar arbóreo.
Figure 1: Decision-scale suppression tree exemplary.

A tabela 1 apresenta os exemplares arbóreos pré-selecionados a participaremda análise metodológica. Os me selecionada no trabalho, estes indivíduos apresentaram algumas características que colocaram sua permanência no local em dúvida, devendo ser submetidos aos questionamentos presentes na metodologia para efetuar ou não sua retirada.

Tabela 1: Lista das árvores selecionadas para avaliação.
Table 1: List of trees selected for evaluation.

Nome Comum	**Nome Botânico**	**Motivo**
Grevílea	*Grevillea robusta* A.Cunn	Danos a Calçada
Grevílea	*Grevillea robusta* A.Cunn	Proximidade à Prédio
Grevílea	*Grevillea robusta* A.Cunn	Presença de Galha
Casuarina	*Casuarina equisetifolia* L	Deformação por Poda
Tipuana	*Tipuanatipu* (Benth.)O.Kuntze	Danos as Calçada
Grevílea	*Grevillea robusta* A.Cunn	Danos a Calçada
Jacarandá Mimoso	*Jacaranda mimosifolia*, D. Don	Proximidade a Casas
Ligustro	*Ligustrum lucidum* W. T. Aiton	Inclinação do Tronco
Cinamomo	*Melia azedarach* L.	Deformação por podas
Corticeira do banhado	*Erythrina crista-galli* L.	Deformação por podas
Amendoim bravo	*Pterogyne nitens* Tul.	Danos a fiação e a calçada
Perna de Moça	*Brachychiton populneus* (Schott & Endl.) R. Br	Arvore Morta
Uva do Japão	*Hovenia dulcis* Thumb.	Inclinação do tronco
Uva do Japão	*Hovenia dulcis* Thumb.	Árvore com injurias mecânicas.
Tipuana	*Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze	Danos a Sinalização

3.Resultados e Discussão

A tabela 2 apresenta a pontuação de cada indivíduo, e sua classificação dentro da metodologia aplicada e a tomada de decisão sobre suapotencial retirada ou permanência na Praça Camilo Mércio, São Gabriel - RS.

A análise da tabela supracitada permite aferir que dos quinzeexemplares que foram submetidos à avaliação através da metodologia proposta, cinco destes tiveram pontuação de sete para afirmações falsas e cinco para verdadeiras (7/5), assim sendo classificadas como propensa ao corte. Nesta classificação as arvores ainda não apresentavam um grande risco imediato, podendo sofrer alguma intervenção técnica a fim de corrigir o problema, como por exemplo, uma poda para a manutenção da estrutura da copa e ou aumento da área livreno entorno das raízes.

A poda de manutenção objetivaria a observação e correção de desenvolvimentos perigosos para a árvore, pessoas ou tráfego. Por outro lado, a poda de segurança seria realizada para prevenir acidentes eminentes em resultado a podas incorretas efetuadas anteriormente, diferentemente da poda de manutenção que seria realizada em galhos que estão com bom desenvolvimento vegetativo, Silva Filho et al. (2002).

Tabela 2: Resultado final da Analise dos Indivíduos arbóreos.
Table 2: EndresultofAnalysisof Individual trees.

Três destas tiveram pontuação de nove para afirmações falsas e três para verdadeiras

Espécies	F/V	Cortar sem dúvida	Deve cortar	Propensa ao corte	Decisão pessoal	Propensa a ficar	Deve ficar	Fica sem duvida	Motivo que Influenciou na decisão
Grevilha	6/6				X				Localização inadequada
Grevilha	6/6				X				Localização inadequada
Grevilha	10/2		X						Doenças (galha)
Casuarina	5/7					X			Raridade da sp.
Tipuana	5/7					X			Importância ecológica
Grevilha	5/7					X			Importância ecológica
Jacarandá	7/5			X					Proximidade deconstruções
Ligustro	8/4			X					Inclinação
Cinamomo	8/4			X					Estrutura comprometida
Corticeira	3/9						X		Valor ecológico da sp.
Amendoin	3/9						X		Valor ecológico da sp.
Perna de Moça	9/3		X						Arvore morta
Uva do Japão	7/5			X					Inclinação da copa
Uva do Japão	9/3		X						Estrutura Física
Tipuana	7/5			X					Danos acalçada
Total			**3**	**5**	**2**	**3**	**2**		

(9/3) com esta pontuação a indicação de que se deve suprimir oexemplar,pois estas estavam apresentando problemas na estrutura física, sanitária e morte dos indivíduos, podendo ocasionar a queda trazendo risco aos usuários da mesma.

Duas espécies tiveram pontuação de seis afirmações falsas e seis afirmações verdadeiras (6/6), assim a retirada da arvore passará por uma decisão pessoal do avaliador, o que por sua vez irá depender muito da experiência do mesmo.

Três espécies apresentaram pontuação de cinco para afirmações falsas e sete verdadeiras (5/7) e foram classificadas como propensas a ficar, destas três classificadas, duas são Tipuanas, por sua importância para fins de conforto térmico no local propiciando sombra e bem estar à população, além de abrigar um grande numero de espécies de aves nativas da região.

Backes e Irgang (2004) afirmam que a Tipuana é uma das árvores mais plantadas no sul do Brasil. Por apresentar fuste curto e ramos divergentes e tortuosos formam enormes copas, que nas ruas estreitas se transformam em grandes túneis verdes, locais que propiciam grande conforto térmico a população.

A Casuarina também recebeu a mesma pontuação e foi outra propensa a ficar por sua raridade, sendo muito difícil de encontrar na cidade de São Gabriel-RS, onde a mesma possui dois exemplares.

Duas espécies, uma de Amendoin Bravo e outra de Corticeira do Banhado, recebeu a pontuação de três afirmações falsas e nove verdadeiras (3/9), onde ambas segundo a metodologia devem permanecer por serem espécies nativas e estarem bem adaptadas ao local onde se encontram.

Nenhuma espécie obteve segundo a metodologia aplicada, pontuação para que ficasse em duvida alguma ou que seu corte fosse indicado como a única solução.

Gonçalves (2007) ao realizar avaliação no campus da UFV (Universidade Federal de Viçosa) no município de Viçosa-MG obteve resultados semelhantes utilizando a mesma metodologia, obtendo sete casos decorte e 36 casos de permanência.

4.Conclusões

A metodologia mostrou-se eficiente para avaliação de árvores em ambiente urbano demonstrando que o método é um substituto válido para as decisões arbitrárias porque oferece justificativa para as decisões tomadas e sendo um orientador na prescrição de laudos técnicos facilitando o entendimento de que o assim solicitar.

Referências Bibliográficas

BACKES, P.; IRGANG, B. Mata atlântica: as árvores e a paisagem. **Porto Alegre: Paisagem do Sul,** 2004. 396 p.

BIONDI. D; ALTHAUS, M. **Árvores Urbanas de Curitiba – Cultivo e manejo.** 1. ed. Curitiba: FUPEF, 2005. 117p.

GONÇALVES, W.; STRINGHETA, A.C.O.;COELHO, L.L. Análise de árvores urbanas para fins de supressão. **REVSBAU**, Piracicaba, v.2, n.4, dez. 2007, p. 1-19.

MILANO, M. S.; DALCIN, E. C. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro, RJ: Light,2000. 226p.

SANTOS, E. **Avaliação Quali-quantitativa da arborização e comparação econômica entre a poda e asubstituição da rede de distribuição de energia elétrica da Região Administrativa Centro-Sul de Belo Horizonte-MG.**Viçosa, MG: UFV, 2001. 219 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

SCHALLENBERGER, L.S.; ARAÚJO, A.J.de;ARAÚJO,M.N.de L. DEINER, J., MACHADO, G. de O.Avaliação da condição de árvores urbanas nos principais parques e praças do município de Irati-PR. **REVSBAU,** v.5, n.2, p.105-123, 2010.

SEITZ, R.A. A avaliação visual das árvores de risco. **Revista Ação ambiental**, n33. set/out.ano VIII, 2005, p.15-20.

SILVA FILHO, D. F.; PIZETTA, P. U. C.; ALMEIDA, J. B. S. A.;PIVETTA, K. F. L.; FERRAUDO, A. S. Relational database for inventory system evaluation and management of urban street trees. **Revista Árvore, Viçosa,** v. 26, n. 5, p. 629-642 2002**.**

SOUZA, M. A. de I.B. **Curso sobre arborização urbana**. Belo Horizonte: CEMIG/SBAU/IEF/AMIFLOR, 1995. 33p.

Epifitas e hemiparasitas vasculares ocorrentes em três espaços livres públicos de São Gabriel, RS

Epiphytes and hemiepiphytes vascular occurring in three public spaces in São Gabriel, RS

Italo Filippi Teixeira[1]
Jordana Caroline Nagel[2]

[1]Universidade Federal do Pampa Campus São Gabriel; Antonio Trilha, 1847, São Gabriel – RS; italo.filippi@gmail.com

[2] Universidade Federal do Pampa Campus São Gabriel; Antonio Trilha, 1847, São Gabriel – RS; jordana.nagel@yahoo.com.br

Resumo Este trabalho teve como objetivo caracterizar a composição florística e estrutural do componente epifítico vascular, classificar as espécies em categorias ecológicas, de acordo com a relação com o forófito e calcular a diversidade da comunidade epifítica. As áreas de estudos localizam-se no Centro Histórico do município de São Gabriel, RS. Os forófitos que apresentaram no mínimo 30 cm de circunferência de caule a 1,3 m de altura do solo (CAP) foram considerados como unidades de observação. Sobre as quais foram registradas, fotografadas e coletadas todas as espécies pertencentes às categorias ecológicas em questão, para posterior identificação taxonômica. Foram identificadas 12 espécies de epífitas pertencentes a nove gêneros e oito famílias, sendo que a família com maior riqueza de espécies foi Bromeliaceae. *Tillandsia*, com três espécies, foi o gênero mais abundante e as holoepífitas características foram as mais representadas, com 75% das espécies. Quanto à estrutura da comunidade epifítica: *Tillandsia recurvata, Tillandsia aeranthos* e *Pleopeltis angusta* foram os taxa mais importantes (com maior VIe) na comunidade estudada. O pequeno número de espécies e o baixo índice de diversidade epifítica ocorrem por se tratar de uma área urbana, com características diferentes daquelas encontradas nos ecossistemas preferenciais desse grupo de plantas.
Palavras-chave: Interações; Florística; Estrutura, Áreas verdes.

Abstract The aim of this work was to characterize the structural and the floristic composition of vascular epiphytes, to classify ecological categories species, according to hoist and to calculate diversity of the epiphytic community. Furthermore, to analyze the infestation of plants parasites, was made through the identification of the main host species and their hemiparasites and the quantification of the mistletoes infestation level. The studied areas standed at the district center of São Gabriel, RS. The hoist that had presented 30 cm of circumference of stem at least the 1,3 m of height of the ground (CAP) had been considered as units of comment. On which they had been registered, photographed and collected all the pertaining species to the ecological categories in question, for after taxonomic identification. It had been indentified 12 species epiphytes encompassing 9 gender and 8 families, being with best improvement the Bromeliaceae. *Tillandsia,,* with three species, was the most abundant gender and featured holoepiphytes were represented, with 75% species. About epiphyte community structure: *Tillandsia recurvata, Tillandsia aeranthos* and *Pleopeltis angusta* were the most important (with bigger VIe) in the studies community. The small number of species and low diversity index should be due to local conditions, urban area, with different features from that founded at normal eco-systems.
Keywords: Interactions; Floristic; Structure, Green Areas.

1.Introdução

A constante manutenção dos espaços livres públicos tem se verificado como uma ação importante devido a problemas bióticos, como cita Milano e Dalcin (2000), onde podem ocorrer plantas ditas parasitas comumente conhecidas como erva-de-passarinho, que em sua grande parte são hemiparasitas.

Em áreas verdes urbanas é muito comum encontrarmos sobre as árvores as epífitas que são plantas que utilizam o suporte mecânico proporcionado por uma árvore hospedeira denominada forófito, sem emitir estruturas haustoriais (Richards, 1996). Embora confundidas

frequentemente com espécies parasitas, as epífitas são independentes do forófito na obtenção e aproveitamento de nutrientes e água (Benzing, 1990). As principais fontes de captação de água e nutrientes são: precipitação atmosférica (chuva direta ou lixiviada da copa, orvalho e neblina), acúmulo de matéria orgânica e associações micorrízicas (Kersten, 2006).

No Brasil, a maior parte dos trabalhos envolvendo a composição florística ou estrutura de epífitas vasculares de nossas florestas foi realizada nas regiões sul e sudeste do país segundo (Kersten; Silva,2002). Sendo que, em muitos desses estudos, o modo de vida mais frequente, encontrado dentre as epífitas da região sul, é do tipo holoepífito habitual, seguido pelo holoepífito facultativo (Gaiotto; Acra, 2005).

Ao contrário das epífitas, as plantas hemiparasitas que são chamadas popularmente de erva-de-passarinho crescem sobre os ramos de outros vegetais, dos quais retiram a água e nutrientes minerais por meio de um sistema haustorial, mantendo, no entanto, sua capacidade fotossintética. Devido a essas características, são independentes de um contato com o solo, sendo, na maioria dos casos, encontradas nos galhos das árvores. Essas especificações certamente contribuem para a sua grande capacidade de proliferação e as tornam muito resistentes à erradicação (Tattar, 1978; Rotta, 2001; Tainter, 2002).

Árvores com alto grau de infestação por erva-de-passarinho são mais predispostas ao ataque por insetos e mais susceptíveis à seca ou algum outro estresse ambiental adverso do que indivíduos saudáveis da mesma espécie. Elas podem ser atacadas e mortas por qualquer agente biótico, devido à perda de seu vigor. Até mesmo as árvores moderadamente infestadas têm com freqüência sua taxa de crescimento reduzida, o que pode levá-las a um estado de declínio (Cazetta; Galletti, 2003).

Com o presente trabalho, objetivou-se caracterizar a composição florística e estrutural do componente epifítico vascular presente em árvores urbanas; classificar as espécies em categorias ecológicas, de acordo com sua relação com o forófito e calcular a diversidade da comunidade estudada nos três espaços livres públicos do Centro Histórico de São Gabriel-RS.

2.Metodologia de trabalho

O estudo foi realizado em árvores urbanas nos três espaços livres públicos (Praças Fernando Abbott, Tunuca Silveira e Camilo Mércio) do Centro Histórico de São Gabriel, RS.

Para o estudo qualitativo, foram coletados três exemplares de cada espécie, herborizados e identificados com auxílio de bibliografia e consultas a especialistas. A herborização foi realizada conforme procedimentos usuais para todas as espécies epifíticas e de hemiparasitas ocorrentes. O material está depositado no acervo do Herbário Dr. Bruno Edgar Irgang (HBEI), da Universidade Federal do Pampa Campus São Gabriel, São Gabriel - RS.

A lista florística foi organizada conforme os sistemas de classificação de Smith *et al.* (2005) para filicíneas (samambaias) e da APG II (2003) para plantas floríferas (angiospermas).

As espécies de epífitas foram classificadas em categorias ecológicas, de acordo com seu tempo de permanência sobre o forófito (Benzing, 1990):

1. Holoepífitas características: plantas que em nenhum momento de sua vida mantêm contato com o solo (maioria das orquídeas);

2. Holoepífitas facultativas: plantas que podem crescer normalmente sobre o solo ou em árvores (maioria das bromélias);

3. Holoepífitas acidentais: plantas que, embora não possuam nenhuma adaptação para o hábito epifítico, podem, ocasionalmente, crescer sobre outros vegetais;

4. Hemiepífitas primárias: espécies que germinam sobre os forófitos e posteriormente estabelecem contato com o solo através de raízes geotrópicas pendentes ou adpressas aos ramos e fustes (pertencem a esta categoria as figueiras mata-pau);

5. Hemiepífitas secundárias: espécies que germinam no solo e, posteriormente, estabelecem contato com um forófito, perdendo a ligação com o solo por meio da degeneração basal do sistema radicial (principalmente aráceas do gênero *Philodendron* e *Anthurium*).

A partir da lista taxonômica, foi calculado o número e a porcentagem de espécies de cada categoria ecológica.

Para o estudo quantitativo foram amostrados forófitos que apresentaram caule no mínimo com 30 cm de circunferência a altura do peito (CAP), medido a 1,3 m de altura do solo (Kersten;Silva, 2002). Foi utilizado o sistema proposto por Waechter (1992) de divisão vertical dos forófitos em intervalos de dois metros (estratos), a partir da superfície do solo, nos quais foram amostrados todos os indivíduos epifíticos ocorrentes. Os intervalos dos forófitos e altura dos mesmos foram estabelecidos com auxílio de uma trena digital Bosch DLE 30.

Os parâmetros quantitativos calculados foram frequência absoluta e relativa sobre os forófitos individuais (FAi e FRi), frequência absoluta e relativa sobre os forófitos específicos (FAj e FRj) (Waechter, 1998), e frequência absoluta e relativa nos estratos, ou seja, intervalos de altura (FAe e FRe) (Kersten; Silva, 2001).

Também foi calculado o Valor de Importância epifítica (VIe), obtido através da média aritmética das três freqüências relativas citadas (Kersten; Silva, 2001). A diversidade foi calculada segundo o Índice de Shannon-Weaver (H') (Ricklefs, 1996), considerando como probabilidade participativa de cada espécie (pi) a frequência absoluta decimal sobre os forófitos individuais (Waechter, 1998).

Avaliou-se a homogeneidade das variâncias dos tratamentos pelo teste de Bartlett. As variáveis homogêneas foram testadas por meio do teste de F, enquanto que as heterogêneas tiveram os valores originais transformados aplicando-se $\sqrt{(y)}$para posterior análise. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância.

3.Resultados e discussão

Através da tabela 1 observou-se que na Praça Fernando Abbott foram identificadas oito espécies pertencentes a seis gêneros,sendo uma família de Filicíneas (Polypodiaceae) e quatro famílias de Angiospermas (Cactaceae. Bromeliaceae, Orchidaceae e Araliaceae). Na Praça Tunuca Silveira foram identificadas nove espécies pertencentes a sete gêneros, sendo três famílias de Filicíneas (Dryopteridaceae, Lomariopsidaceae e Polypodiaceae) e três de Angiospermas (Bromeliaceae, Cactaceae e Moraceae). E, na Praça Camilo Mércio foram identificadas nove espécies pertencentes a seis gêneros, sendo duas famílias de Filicíneas (Polypodiaceae e Lomariopsidaceae) e três de Angiospermas (Bromeliaceae, Cactaceae e Moraceae).

O reduzido número de espécies em comparação com outros estudos (Borgo; Silva, 2003; Giongo; Waechter, 2004; Gonçalves; Waechter, 2002, 2003; Kersten; Silva, 2001, 2002; Rogalski; Zanin, 2003), atribui-se ao fato de se tratar de uma área urbana, portanto pouco similar aos habitats naturais daquelas espécies. A presença destas espécies no ambiente estudado demonstra que as mesmas são muito tolerantes aos impactos da antropização, além de apresentarem ampla distribuição geográfica.

Bromeliaceae foi a família que apresentou o maior número de espécies com o mesmo gênero (tabela 1). Tal resultado mostra a mesma tendência já revelada em outras pesquisas realizadas no Brasil (Aguiar *et al*., 1981).

Tabela1:Famílias e espécies amostradas nos 3 espaços livres públicos estudados, São Gabriel, RS.

Famílias	Espaços Livres Públicos		
	Praça Fernando Abbott	Praça Tunuca Silveira	Praça Camilo Mércio
Bromeliaceae	*Tillandsia aeranthos* *Tillandsia recurvata*	*Tillandsia aeranthos* *Tillandsia recurvata*	*Tillandsia aeranthos* *Tillandsia recurvata* *Tillandsia stricta*
Cactaceae	*Lepismium lumbricoides*	*Lepismium lumbricoides*	*Lepismium lumbricoides*
Polypodiaceae	*Pleopeltis angusta* *Pleopeltis squalida* *Microgramma squamulosa*	*Pleopeltis angusta* *Pleopeltis squalida* *Microgramma squamulosa*	*Pleopeltis angusta* *Pleopeltis squalida* *Microgrammas quamulosa*
Araliaceae	*Schefflera arborícola*		
Dryopteridaceae		*Rumohra adiantiformis*	
Orchidaceae	*Dendrobium nobile*		
Lomariopsidaceae		*Nephrolepis cordifolia*	*Nephrolepis cordifolia*
Moraceae		*Ficus luschnathiana*	*Ficus luschnathiana*

Tillandsia foi o *taxa* com maior riqueza com três espécies, seguido de *Pleopeltis* com duas espécies. O fato de *Tillandsia* possuir características altamente xeromórficas e heliófitas (Reitz, 1983) certamente contribuiu para tal resultado. Este gênero é o maior de sua família (Bromeliaceae), chegando a mais de 400 espécies espalhadas pelas três Américas (SBBR, 2002). Em outros estudos este grupo também se revelou o mais abundante (Kersten; Silva, 2002; Giongo; Waechter, 2004).

Com relação à categoria ecológica, 75% das espécies se encontram na condição de holoepífitas características (tabela 2), resultado semelhante aos encontrados em outros estudos (Gonçalves; Waechter, 2003; Kersten; Silva, 2001, 2002; Rogalski; Zanin, 2003).

Tabela 2: Espécies e respectivas categorias ecológicas encontradas nos três espaços livres públicos estudados. São Gabriel, RS.

Espécies	Categorias Ecológicas
Tillandsiaaeranthos	Holoepífita característica
Tillandsiarecurvata	Holoepífita característica
Tillandsiastricta	Holoepífita característica
Lepismiumlumbricoides	Holoepífita característica
Pleopeltisangusta	Holoepífita característica
Pleopeltissqualida	Holoepífita característica
Microgrammasquamulosa	Holoepífita característica
Nephrolepiscordifolia	Holoepífita característica
Rumohraadiantiformis	Holoepífita acidental
Ficusluschnathiana	Hemiepífita primária
Dendrobiumnobile	Holoepífita característica
Schefflera arborícola	Hemiepífita primária

Para o estudo fitossociológico foram estudados individualmente os espaços livres públicos, sendo que na Praça Fernando Abbott foram amostrados 181 forófitos distribuídos

em 19 espécies que obedeceram aos critérios de inclusão. Deste montante quatro indivíduos apresentaram ausência de epífitos.

Na divisão vertical dos forófitos observou-se 606 estratos, onde a espécie *Tillandsia. Aeranthos* apareceu em 31 estratos, *T. recurvata* em 454, *Lepismium lumbricóides* em 75, *Pleopeltis angusta* em 264, *P. squalida* em 131, *Microgramma squamulosa* em 87, *Schefflera arboricola* e *Dendrobium nobile* em um estrato cada um.

Na tabela 3, observam-se as espécies amostradas em ordem decrescente de Valor de Importância epifítica (VIe) e respectivas freqüências estudadas.

Tillandsia recurvata e Pleopeltis angusta foram os *taxa* mais importantes na comunidade estudada, por apresentarem, respectivamente, a primeira e segunda maiores freqüências sobre os forófitos individuais, a maior freqüência sobre os forófitos específicos, a segunda e a primeira maior freqüência nos estratos. Na comunidade epifítica estudada, a diversidade segundo o Índice de Shannon-Weaver (H`) (RICKLEFS, 1996), foi de 1,63 nats/indivíduo para espécie.

Tabela 3: Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas. Praça Fernando Abbott, São Gabriel,RS.

Espécies	VIe	FAi	FRi	FAj	FRj	FAe	FRe
Tillandsia recurvata	33,69	95,03	34,40	100,00	23,17	74,92	43,49
Pleopeltis angusta	24,14	72,93	26,40	89,47	20,73	43,56	25,29
Pleopeltis squalida	14,94	41,99	15,20	73,68	17,07	21,62	12,55
Lepismium lumbricoides	10,00	25,97	9,40	57,89	13,41	12,38	7,18
Microgramma squamulosa	9,24	23,20	8,40	47,37	10,98	14,36	8,33
Tillandsia aeranthos	6,99	16,02	5,80	52,63	12,20	5,12	2,97
Schefflera arboricola	0,51	0,55	0,20	5,26	1,22	0,17	0,10
Dendrobium nobile	0,51	0,55	0,20	5,26	1,22	0,17	0,10

VIe – Valor de Importância epifítica; FAi e FRi – Freqüência absoluta e relativa sobre os forófitos individuais; FAj e FRj – Freqüência absoluta e relativa sobre os forófitos específicos; FAe e FRe – Freqüência absoluta e relativa nos estratos.

Na Praça Tunuca Silveira foram amostrados 150forófitos distribuídos em 14 espécies que obedeceram aos critérios de inclusão. Deste montante, 13 indivíduos apresentaram ausência de epífitos. O número máximo de espécies epifíticas foram amostradas em três forófitos.

Na divisão vertical dos forófitos observou-se 473 estratos, onde a espécie *Tillandsia aeranthos* apareceu em 196 estratos, *T. recurvata* em 271, *Lepismium lumbricóides* em 11, *Pleopeltis angusta* em 94, *P. squalida* em 76, *Microgramma squamulosa* em 86, *Rumohra adiantiformis, Nephrolepis cordifolia* e *Ficus luschnathiana* em um estrato cada um. Na tabela 4, observam-se as espécies amostradas em ordem decrescente de Valor de Importância epifítica (VIe).

Foram *Tillandsia recurvata, T. aeranthos*os *taxa* mais importantes na comunidade estudada, por apresentarem, respectivamente, a primeira e segunda maiores freqüências sobre os forófitos individuais, assim como a maior frequência sobre os forófitos específicos, a segunda e a primeira maior freqüência nos estratos. Na comunidade epifítica estudada, a diversidade segundo o Índice de Shannon-Weaver (H`) (Ricklefs, 1996), foi de 1,59 nats/indivíduo para espécie.

Para o estudo fitossociológico, na Praça Camilo Mércio foram amostrados 76 forófitos distribuídos em 31 espécies que obedeceram aos critérios de inclusão. Deste montante sete indivíduos apresentaram ausência de epífitos. O número máximo de espécies epifíticas foi amostrado em um forófito.

Tabela4:Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas. Praça Tunuca Silveira, São Gabriel, RS.

Espécies	VIe	FAi	FRi	FAj	FRj	FAe	FRe
Tillandsia recurvata	32,61	89,33	34,63	100,00	26,42	57,29	36,77
Tillandsia aeranthos	26,17	70,67	27,39	92,86	24,53	41,44	26,59
Pleopeltis squalida	10,11	27,33	10,59	35,71	9,43	16,07	10,31
Pleopeltis angusta	13,30	36,00	13,95	50,00	13,21	19,87	12,75
Microgramma squamulosa	11,28	28,00	10,85	42,86	11,32	18,18	11,67
Lepismium lumbricoides	4,24	4,67	1,81	35,71	9,43	2,33	1,49
Rumohra adiantiformis	0,76	0,67	0,26	7,14	1,89	0,21	0,14
Nephrolepis cordifolia	0,76	0,67	0,26	7,14	1,89	0,21	0,14
Ficus luschnathiana	0,76	0,67	0,26	7,14	1,89	0,21	0,14

VIe – Valor de Importância epifítica; FAi e FRi – Freqüência absoluta e relativa sobre os forófitos individuais; FAj e FRj – Freqüência absoluta e relativa sobre os forófitos específicos; FAe e FRe – Freqüência absoluta e relativa nos estratos.

Na divisão vertical dos forófitos observou-se 269 estratos, onde a espécie *Tillandsia aeranthos* apareceu em 61 estratos, *T. recurvata* em 168, *T.stricta* em sete, *Lepismium lumbricóides* em oito, *Pleopeltis angusta* em 77, *P. squalida* em 75, *Microgramma squamulosa* em 61, *Nephrolepis cordifolia em dois* e *Ficus luschnathiana* em quatro estratos. Na tabela 5, observam-se as espécies amostradas em ordem decrescente de Valor de Importância epifítica (VIe).

Foram *T. recurvata e T. aeranthos* os *taxa* mais importantes na comunidade estudada, por apresentarem, respectivamente, a primeira e segunda maiores freqüências sobre os forófitos individuais, a maior freqüência sobre os forófitos específicos, a segunda e a primeira maior freqüência nos estratos. Na comunidade epifítica estudada, a diversidade segundo o Índice de Shannon-Weaver (H') (Ricklefs, 1996), foi de 1,81 nats/indivíduo para espécie.

Tabela 5 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas. Praça Camilo Mércio, São Gabriel, RS.

Espécies	VIe	FAi	FRi	FAj	FRj	FAe	FRe
Tillandsia recurvata	32,62	86,84	31,88	96,77	29,70	62,45	36,29
Tillandsia aeranthos	17,43	52,63	19,32	64,52	19,80	22,68	13,17
Pleopeltis angusta	15,98	42,11	15,46	51,61	15,84	28,62	16,63
Pleopeltis squalida	14,20	36,84	13,53	41,94	12,87	27,88	16,20
Microgramma squamulosa	11,39	30,26	11,11	32,26	9,90	22,68	13,17
Lepismium lumbricoides	3,19	7,89	2,90	16,13	4,95	2,97	1,73
Tillandsia stricta	2,79	7,89	2,90	12,90	3,96	2,60	1,51
Ficus luschnathiana	1,59	5,26	1,93	6,45	1,98	1,49	0,86
Nephrolepis cordifolia	0,80	2,63	0,97	3,23	0,99	0,74	0,43

VIe – Valor de Importância epifítica; FAi e FRi – Freqüência absoluta e relativa sobre os forófitos individuais; FAj e FRj – Freqüência absoluta e relativa sobre os forófitos específicos; FAe e FRe – Freqüência absoluta e relativa nos estratos.

Nas três áreas de estudo *T. aeranthos* e *T.stricta* apresentaram preferência de altura, estando presente sempre entre o 2º e 4º estrato, ou seja, entre os dois e oito metros. Todas as outras espécies demonstraram ser generalistas, não só quanto à altura de fixação, mas

também ao tipo e local do substrato e quanto ao microclima (luminosidade, umidade, entre outros).

Dantas (2005) observou que tanto a altura quanto a idade são variáveis que influenciam positivamente o processo parasito-hospedeiro. A maior incidência de hemiparasitas em árvores de grande porte é explicada por trabalhos como o de Reid *et al.* (1999), que afirma que grandes árvores são mais susceptíveis a reinfestação, pois suas sementes caem novamente na planta hóspede e há, assim, a germinação de uma nova planta parasita.Arruda (2004) afirma que a maior ocorrência de hemiparasitas em árvores mais altas pode ocorrer em razão do modo de utilização das árvores pelas aves dispersoras.

Para este estudo quantitativo desprezou-se o número de indivíduos por espécie devido ao grande número de espécimes de *Tillandsia recurvata*, *Pleopeltis angusta*, *P. squalida* e *Microgramma squamulosa.*

O valor apresentado do Índice de Shannon-Weaver (H') nos três espaços livres públicos foi relativamente baixo quando comparado com outros estudos que usaram (Giongo; Waechter, 2004; Gonçalves e Waechter, 2002; Kersten; Silva,2001, 2002). Novamente remonta-se às condições adversas do local que, em se tratando de uma área urbana não pode ser equiparada aos ambientes naturais, no que concerne à fitodiversidade.

4.Conclusões

Entre as epífitas, a família com maior riqueza de espécies foi Polypodiaceae com três *taxa*. Já o gênero *Tillandsia* foi o gênero mais abundante com três espécies. No que tange à categoria ecológica, as holoepífitas características foram as mais representadas, com 75% das espécies amostradas. *Tillandsia recurvata*, *Tillandsia aeranthos* e *Pleopeltis angusta* foram os *taxa* que obtiveram os maiores Valores de Importância epifítica (VIe), por apresentarem as maiores frequências sobre os forófitos individuais, as maiores frequências sobre os forófitos específicos e as maiores frequências nos estratos.

O pequeno número de espécies amostrados pode ser atribuído ao baixo esforço amostral e as condições do local estudado: uma área urbana antropizada, distante de áreas nativas e que apresenta grandes obstáculos a ocorrência de epífitas (microclima desfavorável, baixa capilaridade gênica, baixa diversidade de árvores, dentre outras). Mesmo assim observa-se a importância dos espaços livres públicos com árvores adultas contribuindo significativamente no tocante a biodiversidade dentro da estrutura das cidades.

Referências bibliográficas

AGUIAR, L. W.; CITADINI-ZANETTE, V.; MARTAU, L.; BACKES, A. Composição florística de epífitos vasculares numa área localizada nos municípios de Montenegro e Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, v. 28, 55-93.1981.

APG II (Angiosperm Phylogeny Group). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Bot. J. Linn. Soc.** 141, 399-436. 2003.

BENZING, D.H.**Vascular epiphytes.** Cambridge, Cambridge University Press. 354 p. 1990

BENZING, D.H. Vascular epiphytes. In: LOWMAN, M.D. & NADKARNI, N.M. ed. 1995. *Forest canopies*. San Diego: Academic Press. 544 p. 1995.

BORGO, M. ; SILVA, S. M.Epífitos vasculares em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 3, jul./set. 2003.

CAZETTA, E.; GALETTI, M. Ecologia das ervas-de-passarinho. **Ciência Hoje**, São Paulo, v.3, n. 94, 72 – 74. 2003.

GAIOTTO, D. F; ACRA, L. A. Levantamento qualitativo de epífitos da Fazenda Gralha Azul-Fazenda Rio Grande- Paraná. **Revista Estudos de Biologia**, 27(60):25 – 32. 2005.

GIONGO, C.; WAECHTER, J. L. Composição florística e estrutura comunitária de epífitos vasculares em uma floresta de galeria na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Botânica,** São Paulo, v. 27, n. 3, jul./set. 2004.

GONÇALVES, C. N.; WAECHTER, J. L.Epífitos vasculares sobre espécimes de Fícus organensis isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul: padrões de abundância e distribuição. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 16, n. 4,out./dez. 2002..

GONÇALVES, C. N.; WAECHTER, J. L. Aspectos florísticos e ecológicos de epífitos vasculares sobre figueiras isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 17, n. 1, jan./mar. 2003.

KERSTEN, R. A.; SILVA, S. M. Composição florística e estrutura do componente epifítico vascular em Floresta da planície litorânea na Ilha do Mel, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica,** São Paulo, v. 24, n. 2. 2001.

KERSTEN, R. A; SILVA, S. M. Florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta ombrófila mista aluvial do rio Barígui, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica,** 25(3): 259 – 267. 2002.

KERSTEN, R.A. **Epifitismo vascular na Bacia do Alto Iguaçu**, **Paraná.** Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 218p. 2006.

MILANO, M.S; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: LIGHT,206p.2000.

OLIVEIRA, R. R. Importância das bromélias epífitas na ciclagem de nutrientes da Floresta Atlântica. **Acta Botânica Brasílica**, 18(4): 793 – 799. 2004.

REITZ, R.Bromeliáceas e a malária: bromélia endêmica. In:___. **Flora ilustrada catarinense**. Florianópolis: [s.n.]. 1983.

RICKLEFS, R. E.**A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 470 p. 1996.

RICHARDS, P.W. **The Tropical Rain Forest.** Cambridge University Press. p.135-149.1996.

ROGALSKI, J. M.; ZANIN, E. M. Composição florística de epífitos vasculares no estreito de Augusto César, Floresta Estacional Decidual do Rio Uruguai, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 4, dez./out. 2003.

ROTTA, E. **Erva-de-passarinho (Loranthaceae) na arborização urbana: Passeio Público de Curitiba, um estudo de caso**. 135 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2001.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE BROMELIAS.(2002) *Bromélias*. Disponível em: <www.bromelias.org.br>. Acesso em: 17 fev 2015.

SMITH, A.R.; PRYER, K.M.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P. G. A classification for extant ferns**. Taxon** 55(3):705-731. 2006.

TAINTER, F. H. What does mistletoes have to do with Christmas? Feature Story. St. Paul: The American Phytopathological Society. 2002. Disponível em: http://www.apsnet.org/online/feature/mistletoes.Acesso em 8 de mar 2013.

TATTAR, T. A. **Diseases of ShadeTrees**. New York: Academic. 361 p. 1978.

WAECHTER, J. L.Epífitos vasculares da mata paludosa do Faxinal, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil**. Iheringia Série Botânica**, *v. 34*, 39-49. 1986.

WAECHTER, J. L. **O epifitismo vascular na planície costeira do Rio Grande do Sul.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.1992.

WAECHTER, J. L. O epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. **Revista Ciência e Natura**, *v. 20*, 43-66. 1998.

Metodologia para avaliação de espécies arbóreas: estudo de caso da Praça Fernando Abbot, São Gabriel-RS.

Metodology of evaluation of tree species: a case study of Fernando Abbot Square, São Gabriel-RS.

Jéssika dos Santos Nunes[1]
Rafael Rodrigues de Lima[2]
Italo Filippi Teixeira[3]

[1] Universidade Federal do Pampa Campus São Gabriel, Avenida AntonioTrilha, 1847, São Gabriel – RS; jessnunes104@gmail.com

[2] Universidade Federal do Pampa Campus São Gabriel; Antonio Trilha, 1847, São Gabriel – RS; rafaelrodriguesdelima9@gmail.com

[3] Universidade Federal do Pampa Campus São Gabriel; Antonio Trilha, 1847, São Gabriel – RS; italo.filippi@gmail.com

Resumo: Este trabalho objetivou avaliar através de parâmetros qualitativos de uma metodologia a atual situação da arborização da Praça Dr. Fernando Abbott, São Gabriel–RS para fins de manejo, especificamente supressão. Foram descartadas do processo árvores frutíferas, plantas com menos de 3 m de altura e as palmeiras. Foi aplicada uma metodologia baseada nos seguintes parâmetros: localização no espaço livre público, compatibilização ao espaço, copa, bifurcação, deterioração do tronco, tronco, raízes, solo e planta com parasitas e, ao final, foram atribuídas notas que forneceram um diagnóstico prático e de fácil entendimento sobre o resultado da avaliação. Assim observou-se que 52,84% das árvores apresentam espaço livre de até 5m, 49,43% das árvores apresentaram bifurcação antes do DAP, 46,02 % não são compatíveis com o espaço, somente 13,64 % delasapresentaram copa equilibrada, 43,75% de árvores com danos na casca, 52,40 % dos troncos inclinados, 61,93 % dasplantas com raízes expostas, 83,52 % possuem solo descoberto e 30,12 % das árvores apresentam parasitas. Logo 53% do total avaliado se encontram em condição ruim com pontuação entre 17-25, o que significa que essas plantas não oferecem risco à população, porém necessitam de intervenção e da implantação de um manejo adequado.
Palavras chave: parâmetros; manejo; espaço livre público; diagnóstico prático.

Abstract: This study evaluated through qualitative parameters of a methodology the current state of arborization of Dr. Fernando Abbott Square, San Gabriel-RS for the management purposes specifically suppression.. Were discarded from the process fruit trees, plants under 3 m high and palm trees.One based on methodology was applied in the following parameters: location in the public space, compatibility to space, cup, fork, deterioration of the trunk, trunk, roots, soil and plant with parasites and the end grades were attributed that provided a practical diagnosis and easy to understand on the outcome of the evaluation, so 52.84% of the trees with up to 5m clear, 49.43% of the trees had split before the DAP, 46.02% are not compatible with the space, only 13.64% had balanced canopy, 43.75% of trees with damage to the bark, 52.40% of inclined trunks, 61.93% of the plants with exposed roots, 83.52% claim bare soil and 30.12 % of trees with parasites. Soon 53% of rated is in bad condition with scores between 17-25, which means that these plants do not offer risk to the population, but they require intervention and the implementation of a planned management.
Key words: parameters; the management; public free space; practical diagnostic

1.Introdução

A vegetação apresenta importância fundamental no equilíbrio dos ecossistemas. Torna o solo fértil, quando da decomposição das folhas e de outras partes, reduz a velocidade do escoamento da água, evitando assim, o assoreamento dos rios. Permite maior solidez e porosidade do solo através do seu sistema radicular, como também propicia a formação de materiais coloidais, importantes para a aeração do solo. A vegetação ainda protege os recursos hídricos e abriga inúmeras formas de vida (SILVA, 2003).

A vegetação ocorre também em meio urbano denominada por arborização urbana, que é o conjunto de terras públicas e privadas, com vegetação predominantemente arbórea que uma cidade apresenta, ou ainda, é um conjunto de vegetação arbórea natural ou cultivada que uma cidade apresenta em áreas particulares, praças, parques e vias públicas (SANCHOTENE, 1994; SILVA JÚNIOR E MÔNICO, 1994).

Com a crescente urbanização das cidades, a preservação, recuperação e criação de espaços verdes urbanos são as grandes preocupações de estudiosos e planejadores urbanos, já que tais espaços são fundamentais para a qualidade ambiental e de vida da população (MILANO; DALCIN, 2000; SILVEIRA; BARROS, 2001). Dentre as medidas importantes para reduzir os impactos ambientais urbanos estão a arborização urbana e a criação de áreas verdes (MILANO, 1987).

As árvores em vias públicas e demais áreas livres de edificação são constituintes da floresta urbana, atuando sobre o conforto humano no ambiente, por meio das características naturais da vegetação arbórea, proporcionando sombra para pedestres e veículos, abrigo para os pássaros, entre outros benefícios que amenizam as diferenças entre a natureza e as construções, trazendo uma maior harmonia estética (SILVA FILHO, 2003).

Além dos benefícios social, ecológico e estético, as áreas verdes também podem auxiliar na educação e na melhoria da saúde física e mental da população, devido às vantagens do elemento anti-stress e o relaxamento proporcionado pelo contato com a natureza (OLIVEIRA, 1996; MILANO; DALCIN, 2000; NUCCI, 2001; ROCHA et al., 2004).

Isto posto o objetivo do trabalho foi avaliar qualitativamente através de uma metodologiae atribuição de notas o componente arbóreo da Praça Dr. Fernando Abbott, São Gabriel (RS) buscando um diagnóstico das condições atuais destas para fins de estabelecimento de critérios técnicos de manejo e até eventual supressão

.

2.Metodologia de trabalho

O estudo foi realizado na Praça Dr. Fernando Abbott, São Gabriel – RS, onde as árvores foram avaliadas através de uma metodologia utilizando-se de parâmetros qualitativos e atribuição de notas a essas características que após a análise foram somadas atribuindo-se uma nota final a cada uma. Com as mesmas se tornou possível a elaboração de um diagnóstico indicando algumas práticas de manejo com intuito de melhorar a qualidade da arborização desta praça. Os parâmetros utilizados e as notas atribuídas foram:

- Nome comum;
- Nome botânico;
- Origem: Nativa do RS e Brasil (1); Exótica (2)
- Localização no espaço livre público: próximo de construção e/ou rua até3m (1); afastada de construção e/ou rua dentro do espaço livre público até 5 m (3);
- Bifurcação: com bifurcação abaixo do diâmetro a altura do peito (1), com bifurcação acima do diâmetro a altura do peito (3), sem bifurcação (5).
- Compatibilização ao Espaço:árvore compatível (5), árvore medianamente compatível com espaço de construção e/ou árvorenecessitando de intervenção mecânica para compatibilização (3), árvore incompatível com o espaço de construção e/ou árvore necessitando de intervenção mecânica pesada para compatibilização ou remoção (1).
- Copa; desequilibrada (1), medianamente equilibrada (3), equilibrada (5).
- Deterioração do tronco: com resquícios de poda e bastante comprometido (1); com apodrecimento (2); danos à casca (3); sólido e sadio visualmente (5);
- Tronco: inclinado com perigo potencial de queda (1); levemente inclinado (3); reto (5);
- Raízes: aparentes (1); não aparentes (5);
- Solo: solo coberto ao redor da árvore (3), solo descoberto (1).

- Presença de plantas parasitas: com parasitas 1, sem parasitas ou com epífitas 3.

Não foram avaliadas árvores menores de 3 metros de altura, árvores frutíferas e palmeiras.Os resultados da análise foram computados e somados, pois as notas facilitam o diagnóstico e a compreensão da avaliação feita, sendo assim a nota de 9-16 as árvores são consideradas impróprias que geram risco à população (PÉSSIMA), 17-25 as árvoresque não geram risco mas devem receber intervenções (RUIM), de 26-30 a árvore é considerada em boa condição, e utilizando algumas técnicas de manejo é possível elevar sua nota (BOA) e de 31-39 a árvore está em condição saudável e em local adequado (EXCELENTE). Visto que qualquer avaliação atribuindo nota boa ou excelente não significa que os cuidados devem cessar, pelo contrário para manter e ou melhorar a situação da Praça é necessário o contínuo manejo e planejamento de benfeitorias.

3.Resultados e discussão

Foram encontrados 176 indivíduos arbóreos, sendo 27 espécies diferentes e a maioria exótica. Analisou-se a localização da árvore no seu meio, a distância até o próximo obstáculo o que pode influenciar no crescimento sadio da planta.

Desta forma foram observadas 94 árvores com até 5 m livres no seu entorno, o que é considerado um espaçamento razoável para o seu melhor desenvolvimento visto que está localizada em ambiente urbano (figura 1).

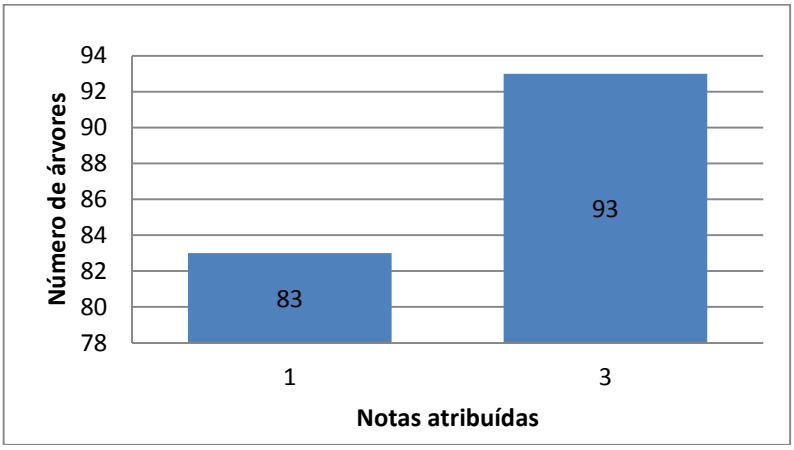


Figura 1 –Espaçamentodos exemplares na Praça Fernando Abbott, São Gabriel - RS.

O plantio de indivíduos muito próximos uns aos outros, resulta em grande competição por radiação solar, água e nutrientes, diminuindo o vigor das plantas, e consequentemente a sua condição. O espaçamento ideal varia de acordo com o porte da espécie, comumente recomenda-se o diâmetro da copa da espécie mais 1 metro, ou quando se deseja uma sombra contínua é igual ao diâmetro da copa da árvore no seu máximo desenvolvimento (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2002). Miller (1988) sugere espaçamentos de 7 metros entre árvores de pequeno porte, 10 metros entre árvores médias e 15 metros entre árvores de grande porte.

A bifurcação tem influência direta no que diz respeito ao perigo de queda das árvores, qualidade de madeira e contaminação da mesma visto que quanto mais baixa for a bifurcação do fuste maior probabilidade de tombamento do galho ou até mesmo, o tombamento completo da árvore. A presença de bifurcação independente da altura danifica a madeira devido a facilitação da entrada de patógenos pelo espaço entre o fuste e o galho desequilibrado.

Este grau de interferência é também observado na arborização urbana em outros municípios, como demonstra Ruschel e Leite (2002), em Lageado-RS, onde a interferência da copa foi registrada em 23,9% do total da vegetação inventariada, sendo deste total dividido em 42,13% de ocorrências sobre a fiação, 22,55% de ocorrências relacionadas a pedestres, 20% relacionadas a imóveis e 15,32% sobre veículos. A interferência sobre a fiação foi ausente em alta tensão, rara na baixa tensão e mais frequente sobre a fiação telefônica.

Na avaliação desse fator encontrou-se mais de 80 árvores ou praticamente 50% das analisadas com bifurcação a baixo do DAP, o que se torna um alerta se tratando de segurança e bem estar da população (figura 2).

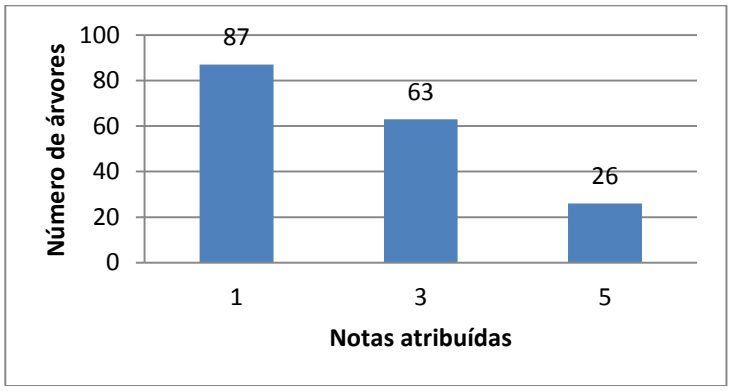


Figura 2 –Nível de bifurcação dos exemplares na Praça Fernando Abbott, São Gabriel - RS.
.

Cada espécie possui um porte (alto, médio, baixo) e demanda um determinado espaço para o seu pleno desenvolvimento, buscando garantir o recebimento deradiação solar, água, nutrientes e dessa maneira o meio colabora com o crescimento da árvore. Na Praça Dr. Fernando Abbott foram encontradas 80 árvores incompatíveis com o espaço atual e que necessitam de intervenção mecânica para que se tornem compatíveis com o espaço disponível e somente 17 árvores foram consideradas compatíveis (figura 3).

A vegetação no ambiente urbano está sujeita às condições adversas do meio, que provocam o estresse e prejudicam o seu desenvolvimento. Vários fatores podem ser considerados como críticos, tais como: poluição do solo e ar, compactação do solo, espaço limitado para raízes e parte aérea, danos mecânicos, insetos e doenças (FOSTAD e PEDERSEN, 1997).

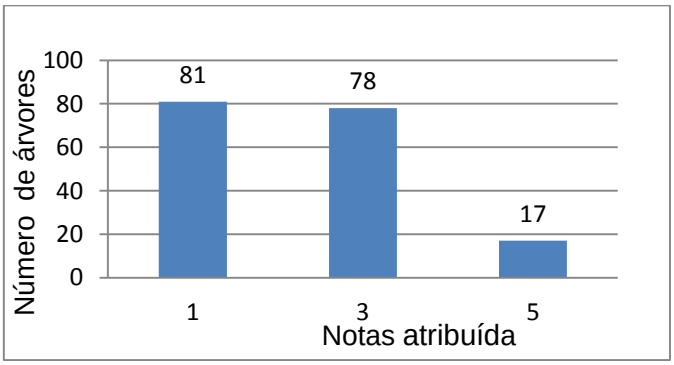


Figura 3 –Compatibilizaçãodos exemplares com o meio na Praça Fernando Abbott, São Gabriel - RS.
.

O equilíbrio da copa é necessário para a garantia da saúde da árvore, além de ser um fator determinante para segurança da população. Normalmente em ambientes urbanos as plantas se tornam desequilibradas devido ao pequeno espaçamento onde a competição por radiação e nutrientes influencia no comportamento das árvores, o que induz alguns galhos a promover crescimento para diferentes sentidos em busca deenergia solar, esses galhos logo pendem e desequilibram a copa da planta.

Mesmos em calçadas livres de fiação elétrica, Bobrowski et al (2013) observaram na espécie *Tipuna tipu* (Benth.) O. Kuntze, em Curitiba-Pr, que quando plantadas em espaçamentos restritos também podem apresentar modificações na forma da copa mais precocemente devido ao entrelaçamento dos galhos e morte dos mesmos. O aumento da concorrência entre copas propicia a morte de galhos pequenos por diminuição da incidência lumínica e, desta forma, mais frequentes são as necessidades de poda para fins de limpeza da copa e eliminação de riscos ao tráfego local.

Nesse caso a maior parte das árvores obtiveram nota 3 o que significa que são medianamente equilibradas, sem perigo de queda eminente (figura4).

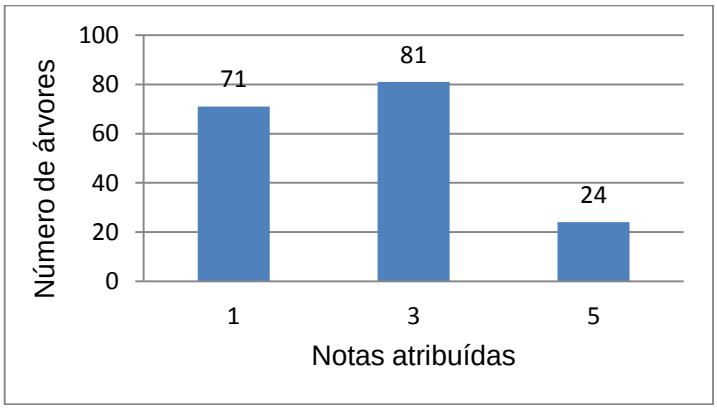


Figura 4 - Equilíbrio da copados exemplares na Praça Fernando Abbott, São Gabriel - RS.

Toda árvore tem como base as raízes e o tronco, este queé responsável pela sustentação da planta. A deterioração do tronco foi avaliada devido a sua grande importância para a árvore, foram encontradas deteriorações de toda origem, deteriorações resultantes do manejo inadequado, do uso de maquinário impróprio, pela presença de doença na planta e até depredação humana.

De acordo com esse fator menos de 30 árvores receberam nota 5, que seria um tronco considerado sadio (figura 5).

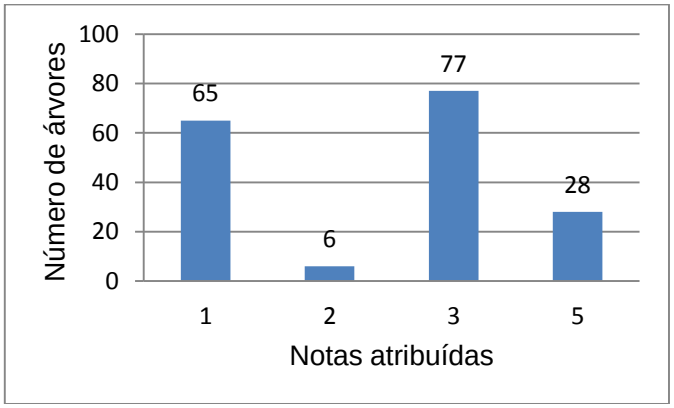


Figura 5 - Deterioração do tronco dos exemplares na Praça Fernando Abbott, São Gabriel - RS.

A inclinação do tronco é resultado da competição, do espaçamento e da qualidade da muda. Essa inclinação dificulta o pleno desenvolvimento da planta além de ocasionar risco de queda da árvore. Na análise, 94 árvores receberam nota 3 que equivale ao tronco levemente inclinado (figura 6).

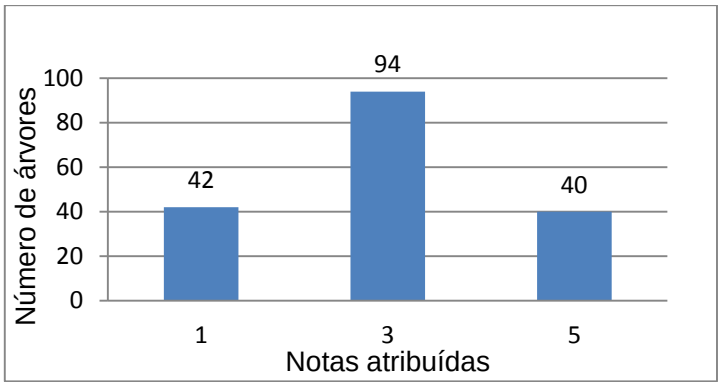


Figura 6 –Nível de inclinação do tronco dos exemplares na Praça Fernando Abbott, São Gabriel - RS.

As raízes da árvore são seu alicerce, portanto é importante que não estejam expostas nem sofrendo injúrias para que consigam realizar sua função. Nesse caso 109 árvores apresentaram raízes expostas, o que prejudica seu crescimento (figura 7)

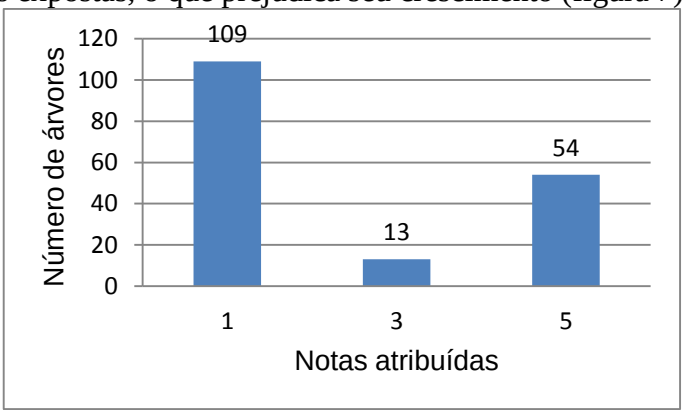


Figura 7 – Árvores com raízes expostas dos exemplares na Praça Fernando Abbott, São Gabriel - RS.

No fator solo foi analisada a presença de solo exposto no entorno da árvore, o que facilita a erosão e o escoamento superficial e dificulta a infiltração de água próximo às raízes da planta. Dentre as árvores avaliadas 147 delas apresentaram solo exposto, ou seja, praticamente 84 % das plantas são prejudicadas por essa característica.

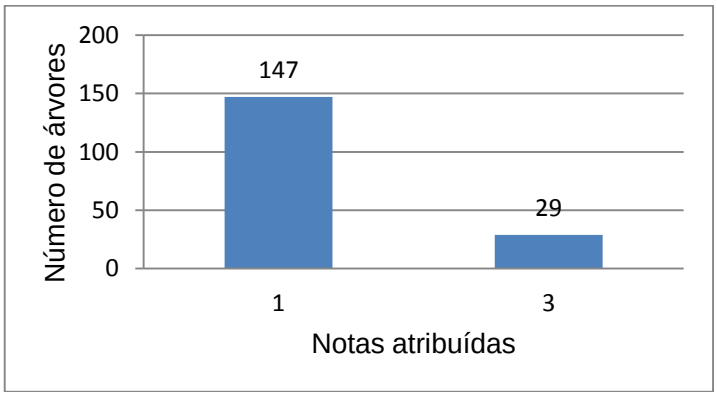


Figura 8 - Presença de solo exposto no entornodos exemplares na Praça Fernando Abbott, São Gabriel - RS.

Schallenberger e Machado (2013) ao avaliar a arborização da região central do município de Mangueirinha, estado do Paraná, observaram durante o inventário que em sua maioria as árvores se encontravam condicionadas em uma área permeável de apenas 0,45 m², ou seja, menor ainda que o observado neste trabalho em São Gabriel-RS.

Conforme Raber e Rebelato (2010), a falta de área livre (espaço livre que permite a infiltração de águas e nutrientes para a planta) provoca um desenvolvimento inadequado das plantas e a utilização de espécies com sistema radicular pouco profundo numa área pequena pode comprometer a calçada, em função da pressão exercida pelas raízes.

A presença de parasitas sobre as árvores é um fator de extrema importância, visto que além de dificultar o acesso das plantas à radiação, são consideras porta de entrada para outros patógenos e utilizam os nutrientes da planta como fonte de energia o que dificulta sua ascendência. Desta forma 123 árvores não apresentaram parasitas e/ou epífitas (figura 9).

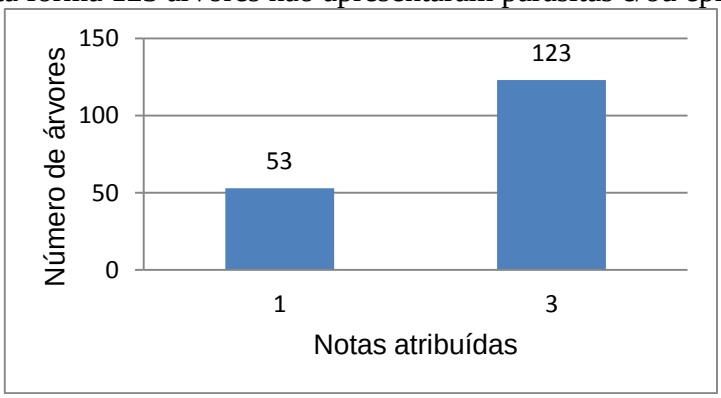


Figura 9 –Presença de parasitismo nos exemplares na Praça Fernando Abbott, São Gabriel - RS.

Então de acordo com a metodologia empregada, após os dados computados pode-se conhecer o diagnóstico da condição da Praça, sendo assim depois de analisar todos os parâmetros 56% das árvores analisadas foram consideradas em condição RUIM, 22% em condição PÉSSIMA, 17% em situação BOA e5% delas em situação excelente (figura 10).

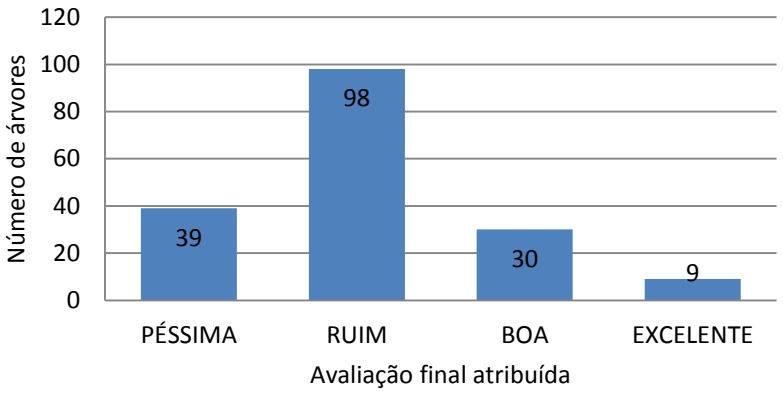


Figura 10 - Resultado final da avaliação da Praça Dr. Fernando Abbott.

4. Conclusões

Por meio da análise dos resultados obtidos nesse estudo pode-se concluir que a metodologia proposta é eficiente e prática na análise da condição de árvores urbanas e nas propostas de manejo.

Torna-se uma importante ferramenta, que pode auxiliar o Poder Público a respaldar as tomadas de decisões técnicas com base nos resultados de umestudo semelhante no que tange ao manejo e até situações de supressão de exemplares arbóreos.

Estes estudos metodológicos são importantes, pois as administrações públicas são demandadas sobre situações de tomada de decisão sobre avaliação de espécies vegetais no meio urbano e além do respaldo de um laudo técnico pode valer-se de metodologias análogas.

Referências bibliográficas

BOBROWSKI, Rogério; LIMA NETO, Everaldo Marques de; BIONDI, Daniela. Alterações na arquitetura típica de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze na arborização de ruas de Curitiba, Paraná. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 281-289, jul.-set., 2013.

CARTILHA DA ARBORIZAÇÃO URBANA. **Cidade das Árvores**. Porto Alegre, Prefeitura Municipal, 2002. v.1.

GRIFFITH, J.J.; SILVA, S.M.F. Mitos e métodos no planejamento de sistemas de áreas verdes. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1987, Maringá. **Anais...** Maringá: Imprensa da Prefeitura Municipal, 1987. p. 34-42.

MENEGHETTI, G. I. P. **ESTUDO DE DOIS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM PARA INVENTÁRIO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DOS BAIRROS DA ORLA MARÍTMA DO MUNICÍPIO DE SANTOS, SP**. 2002. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

MILANO, M.S. O planejamento da arborização, as necessidades de manejo e tratamentos culturais das árvores de ruas de Curitiba, PR. **Floresta**, Curitiba, v.17, n.12, p.15-21,jun./dez.1987.

MILANO, M.S.; DALCIN, E.C. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000. 226p.

MILLER, R. W. **Urban Forestry: planning and managing urban greenspaces**. Englowood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1988. 404 p.

NUCCI. J.C. Qualidade ambiental & adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). São Paulo: **Humanitas**/FFLCH/USP, 2001. 234 p.

OLIVEIRA, C.H. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos/SP com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas**. São Carlos, 1996, 181 p. Dissertação (Mestrado) UFSCar, São Carlos, 1996.

RABER, A. P., REBELATO, G. S. Arborização viária do município de Colorado-RS - Brasil: análise quali-quantitativa.**REVSBAU,** Piracicaba - SP; v.5, n.1, p.183-190, 2010.

ROCHA, R. T.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. Arborização de vias públicas em Nova Iguaçu: o caso dos bairros Rancho Novo e Centro. **Revista Árvore**. Viçosa, v.28, n.4, p. 599-607, jul./ago. 2004.

RUSCHEL, D.; LEITE, S. L. de C. Arborização urbana em uma área da cidade de Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil.**Caderno de Pesquisa Sér. Bio.**, Santa Cruz do Sul-RS, v. 14, n. 1, p. 07-24, jan./jun. 2002.

SANCHOTENE, M. do C.C. Desenvolvimento e perspectivas da arborização urbana no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 2, 1994. São Luís-MA. **Anais...** São Luís, Sociedade Brasileira de Arborização Urbana; 1994.

SCHALLENBERG, L. S.; MACHADO, G. de O. Inventário da arborização na região central de Mangueirinha–PR.**REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.8, n.1, p.54-64, 2013.

SILVA, M. M. P. da.**Desmatamento e queimadas**. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande (PB): 2003.

SILVA FILHO, D. F.da.**Silvicultura Urbana: O desenho florestal da cidade**. São Paulo: Usp, 2003.

SILVA JÚNIOR, O. A. B. da E MÔNICO, M. O. M. Arborização em Harmonia com a Infraestrutura Urbana

SILVEIRA, G.; BARROS, M.V.F. Perfil geoambiental de praças: região norte na cidade de Londrina-PR. **Semina**: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 22, p. 63-71, dez. 2001.

Utilização de espécies florestais nativas em espaços residenciais de São Gabriel – RS

Use of native species in residential areas of San Gabriel – RS

Jéssika dos Santos Nunes[1]
Marciele Santos Mello da Silva[1]
Alexandra Boligon[2]

[1]Universidade Federal do Pampa, Av. Antonio Trilha, 1847, Centro. CEP: 97.300-000
jessnunes104@gmail.com; marcielesilva2009@gmail.com;

[2]Professora Doutora. Universidade Federal do Pampa, Av. Antonio Trilha, 1847, Centro. CEP: 97.300-000.
aboligon@yahoo.com.br

Resumo: O objetivo do trabalho foi incentivar e orientar a implantação de espécies florestais nativas nos espaços residenciais da cidade de São Gabriel (RS).Para tal, foram aplicados questionários visando verificara a demanda da população por espécies florestais nativas nestes locais, bem como as características das espécies. Verificou-se que existe demanda por parte da população para o plantio de espécies florestais nativas nos espaços residenciais da cidade, especialmente para espécies frutíferas. Assim, foram definidas as espécies Pitangueira (*Eugenia uniflora*), Cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata*), Guabiju (*Myrcianthes pungens*), Guavirova (*Campomanesia xanthocarpa*) e Araçá (*Psidium cattleianum*) para produção e posterior distribuição à população. Além disso, foram confeccionadas cartilhas com informações da ecologia da espécie, sua utilização e seu cultivo a serem entregues juntamente com as mudas.
Palavras-chave: espécie nativa; extensão universitária; material informativo; produção de mudas.

Abstract: The aim of this work was to encourage and guide the use of native forest species in residential areas of São Gabriel city, RS, Brazil. Questionnaires were administered to population for to know the demands relatives to native species use in these places. It was found that there is demand from the population for the using of native species in residential areas, especially for fruit trees. So, seedlings of the species *Eugenia uniflora*, *Eugenia involucrata*, *Myrcianthes pungens*, *Campomanesia xanthocarpa* and *Psidium cattleianum* are being produced for further distribution to the population, whit information about their ecology, culture and use.
Key words: native species; university extension;information material; seedlings production.

1.Introdução

Arborizar uma cidade não significa apenas plantar árvores em ruas, jardins e praças, ou criar áreas verdes de recreação. A arborização deve atingir objetivos de ornamentação, proporcionando um ambiente agradável, melhorando a qualidade do ar, diminuição da poluição, diminuição de ruídos e melhorando o ambiente social.

Além dos benefícios social, ecológico e estético, as áreas verdes também podem auxiliar na educação e na melhoria da saúde física e mental da população, devido às vantagens do elemento anti-stress e o relaxamento proporcionado pelo contato com a natureza (GRIFFITH; SILVA, 1987; OLIVEIRA, 1996; MILANO; DALCIN, 2000; NUCCI, 2001; ROCHA et al., 2004).As áreas verdes têm papel fundamental na qualidade de vida da população e na redução dos impactos ambientais urbanos (SILVA, 2005; TOLEDO; SANTOS, 2008).

Para que a arborização urbana forneça estes benefícios de forma completa à população, não basta a criação e/manutenção de parques e praças públicas, sendo necessário também, que as residências mantenham áreas verdes, visando a maior abrangência destes locais na área urbana.

Porém, na maioria das cidades e das residências não há cuidado na escolha das espécies, fazendo com que muitas sejam utilizadas de maneira equivocada, principalmente quanto ao porte, tratos culturais (adubação, poda, entre outros) e ecologia da espécie (caducifólia, produção de frutos carnosos, plantas alergênicas e/ou tóxicas, raízes, entre outros). Com isso, muitos exemplares são eliminados na fase adulta ou próxima a esta por apresentar alguma característica indesejável para a população.

Assim, se faz necessária a correta orientação acerca da escolha da espécie e do correto manejo a ser utilizado, de acordo com a finalidade que se busca para o local. O objetivo do trabalho foi incentivar e orientar a implantação de espécies florestais nativas nos espaços residenciais da cidade de São Gabriel (RS).

2. **Metodologia de trabalho**

O trabalho foi conduzido na cidade de São Gabriel, RS, durante o ano de 2014. Para tal, foram aplicados aleatoriamente 100 questionários a população da cidade, visando definir as espécies a serem descritas nas cartilhas, a partir das demandas principais da população: espécies para sombra, espécies ornamentais, espécies frutíferas ou outras.

Após a análise dos questionários, foram definidas espécies de acordo com as demandas da população, a disponibilidade de mudas na cidade, além de exigências silviculturais de fácil execução.Estas espécies foram detalhadas em cartilhas, contendo o nome da espécie (científico e comum), porte, produção de frutos, necessidade de poda, adubação e irrigação.

Cada cartilha foi estudada e planejada para que a instrução contida nela seja repassada de forma sucinta, permitindo que a população em geral aplique as técnicas de manejo das espécies de forma correta, visando evitar a insatisfação dos moradores e consequente supressão destes exemplares futuramente.

Além da elaboração das cartilhas, mudas estão sendo produzidas para distribuição à população, juntamente com as cartilhas informativas.

3.**Resultados e discussão**

Pela análise dos dados obtidos nos questionários verificou-se que 60% das pessoas gostariam decultivar árvores nativas no seu espaço residencial. Além disso, 60% das pessoas entrevistadas possuem preferência por árvores frutíferas, 30% por árvores que possibilitem sombreamento e 10% árvores que produzam flores (Figura 1). Estes resultados restringem o número de espécies a serem recomendadas à população da cidade, devido à limitação por espécies frutíferas nativas. Além disso, a maioria das árvores para sombra possuem grande porte, o que inviabiliza sua utilização em vários espaços residenciais devido ao pequeno espaço disponível, além da presença de calçadas, as quais podem ser danificadas pelo sistema radicular de algumas espécies.

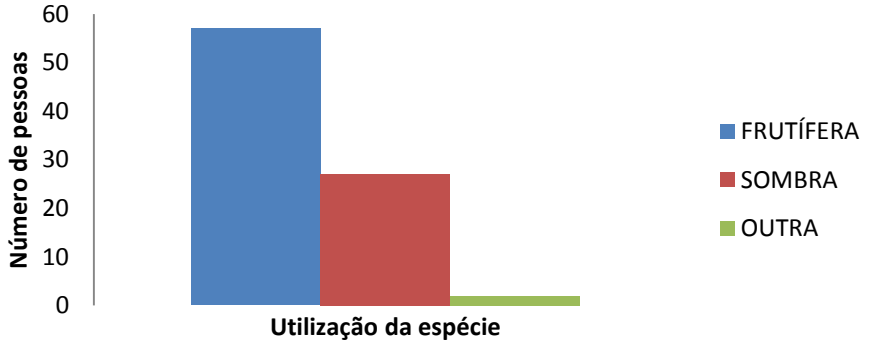


Figura 1. Quantidade de pessoas entrevistadas de acordo com a suapreferência quanto a utilização de espécies florestais em espaços residenciais da cidade de São Gabriel, RS. 2015.
Figure 1.Amount of people interviewed according to their preference on the utilizacion of forest species in residential areas in the city of São Gabriel, RS 2015.

Devido a isso, optou-se por produzir espécies florestais frutíferas e de porte médio e grande, as quais fornecem também, sombreamento. Devido a aceitação dos frutos, rusticidade e a necessidade de poucos tratos culturais deu-se atenção especial à produção de mudas de espécies da família Myrtaceae.

Para auxiliar os moradores nos cuidados com os exemplares arbóreos após o plantio, bem como fornecer informações a respeito da sua ecologia, foram confeccionadas cartilhas para cada espécie definida para distribuição junto à população (Figura 2).

Estão sendo produzidas na estufa plástica da Universidade Federal do Pampa/São Gabriel mudas das seguintes espécies: Pitangueira (*Eugenia uniflora*), Cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata*), Guabiju (*Myrcianthes pungens*), Guavirova (*Campomanesia xanthocarpa*) e Araçá (*Psidium cattleianum*). As mesmas estão sendo produzidas em recipientes individuais e serão distribuídas à população da cidade quando atingirem porte para o plantio em local definitivo. Juntamente com a entrega da muda, será entregue a cartilha informativa e realizada a orientação quanto à escolha da melhor espécie para cada condição.

GUAVIROVA

Nome comum: Guavirova
Nomecientífico: *Campomanesia xanthocarpa*
Família: Myrtaceae
Tipo: Nativa
Descrição Botânica: Arvore de pequeno a médio porte, 8 a 10 metros de altura. Folhas simples, 5 a 6 cm. Frutos com 1,5 cm, redondos, amarelos quando maduros, comestível, sabor um pouco ácido. 4 a 6 sementes por fruto, envoltas em polpa amarela. Germina facilmente, desenvolvimento normal.
Plantio: Outubro a novembro.
Cuidados: Não necessita de cuidados especiais, apenas deve-se fazer capinas periódicas para que as plantas daninhas não sufoquem a planta. Fazer apenas podas de formação eliminando os ramos que nascerem na base do tronco e os galhos voltados para baixo ou para o interior da copa.
Floração e frutificação: Floresce entre junho a dezembro.Frutos amadurecem entre setembro e março.

Sérgio Bordignon

A

GUABIJU

Nome comum: Guabiju
Nome científico: *Myrcianthes pungens*
Família: Myrtaceae
Tipo: Nativa
Descrição Botânica: A árvore é muito bonita, de tronco tortuoso e copa densa, com as brotações jovens avermelhadas. Apropriada para paisagismo ou pomares domésticos, cresce de 3 a 5 metros de altura; é muito rústica e decorativa.Os frutos são deliciosos quando consumidos ao natural. Prestam-se, ainda, para o fabrico de geléia.
Plantio: Outubro a novembro.
Cuidados: Deve ser cultivado a pleno sol, em solo bem drenado, rico em húmus ou restos orgânicos da residência.
Tempo para frutificar: Floresce entre outubro e novembro.Frutos amadurecem entre dezembro e fevereiro .

B

Figura 2. Exemplo de cartilhaspara auxílio no cultivo de espécies florestais nativas em espaços residenciais na cidade de São Gabriel, 2015. Guavirova (*Campomanesia xanthocarpa*) (A) e Guabiju (*Myrcianthes pungens*) (B).
Figure 2.Exemple of information material for using in the forest species cultivation in residential areas of São Gabriel City, 2015. Guavirova (*Campomanesia xanthocarpa*) (A) e Guabiju (*Myrcianthes pungens*) (B).

As mudas das espécies definidas para distribuição estão sendo produzidas na estufa plástica da Universidade Federal do Pampa/São Gabriel. Num primeiro momento, estão sendo cultivadas as seguintes espécies: Pitangueira (*Eugenia uniflora*), Cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata*), Guabiju (*Myrcianthes pungens*), Guavirova (*Campomanesia xanthocarpa*) e Araçá (*Psidium cattleianum*), questão sendo plantadas recipientes individuais e serão distribuídas à população da cidade quando atingirem porte para o plantio em local definitivo e na época recomendada. Juntamente com a entrega da muda, será entregue a cartilha informativa e realizada a orientação quanto à escolha da melhor espécie para cada condição.

4. Conclusões

Há demanda pelo cultivo de espécies florestais nativas em espaços residenciais da cidade de São Gabriel, especialmente por árvores frutíferas e produtoras de sombra.

Com a entrega das mudas, juntamente com cartilha informativa, espera-se um maior cuidado da população quanto ao cultivo e utilização das espécies a serem distribuídas.

Referências Bibliográficas

GRIFFITH, J.J.; SILVA, S.M.F. Mitos e métodos no planejamento de sistemas de áreas verdes. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1987, Maringá. **Anais...** Maringá: Imprensa da Prefeitura Municipal, 1987. p. 34-42.

OLIVEIRA, C.H. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos/SP com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas**. São Carlos, 1996, 181 p. Dissertação (Mestrado) UFSCar, São Carlos, 1996.

MILANO, M.S.; DALCIN, E.C. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000. 226p.

NUCCI. J.C. Qualidade ambiental & adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). São Paulo: **Humanitas**/FFLCH/USP, 2001. 234 p.

ROCHA, R. T.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. Arborização de vias públicas em Nova Iguaçu: o caso dos bairros Rancho Novo e Centro. **Revista Árvore**. Viçosa, v.28, n.4, p. 599-607, jul./ago. 2004.

SILVA, V. A. **Geografia do Brasil e Geral: povos e territórios**. São Paulo: Escala Educacional, 2005. 400p.

TOLEDO, F.S.; SANTOS, D.G. Espaços livres de construção. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana,** Piracicaba, v.3, n.1, p. 73-91, mar. 2008.

SILVEIRA, G.; BARROS, M.V.F. Perfil geoambiental de praças: região norte na cidade de Londrina-PR. **Semina**: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 22, p. 63-71, dez. 2001.

Diagnostico da vegetação arbórea de praças de São Gabriel-RS

Diagnosis of arboreal vegetation of public squares in São Gabriel-RS

Everton Bastos Gonçalves[1]
Antônio de Souza Barbosa Junior[2]
Bárbara de Souza Lopes[3]
Darlionei Andreis[4]
Gabriel Martini Lemos[5]
Jeferson Diego da Silva Dias[6]
Patrícia de Oliveira Neves[7]

[1]Universidade Federal do Pampa, Av. Antônio trilha 1847, tonbg@msn.com

[2]Universidade Federal do Pampa, Av. Antônio trilha 1847, juninho_ajskt@yahoo.com.br

[3]Universidade Federal do Pampa, Av. Antônio trilha 1847, barbarita.lopes@gmail.com

[4]Universidade Federal do Pampa, Av. Antônio trilha 1847, darlioneiandreis@gmail.com

[5]Universidade Federal do Pampa, Av. Antônio trilha 1847, gabrielmartinisgrs@gmail.com

[6]Universidade Federal do Pampa, Av. Antônio trilha 1847, jefersondiego_2005@hotmail.com

[7]Universidade Federal do Pampa, Av. Antônio trilha 1847, patricianeves@unipampa.edu.br

Resumo: No contexto geral, a arborização urbana se destaca em pontos positivos, desde que a seleção de espécies atenda a critérios técnicos ajustados às condições locais e que considere os caracteres vegetais para que sejam compatíveis com a real finalidade (exemplo: sombreamento, abrigo e alimento para avifauna, diversidade biológica, diminuição da poluição e condições de permeabilidade do solo e paisagem). O presente trabalho teve como objetivo conhecer e avaliar o patrimônio arbóreo das principais praças de São Gabriel e indicar proposições de manejo e as espécies arbóreas menos indicadas para fins de arborização nessas áreas. O levantamento foi qualitativo, onde foram avaliados os aspectos gerais da planta e a sua relação com o entorno. Os resultados indicaram que a maioria das espécies se encontram em situação satisfatórias. O que levou a conclusão da necessidade de criar e/ou aumentar a área livre de algumas plantas e a adoção de podas regulares, a fim de evitar a infestação por erva de passarinho, conflito com a fiação ou outras estruturas e evitar a queda de galhos secos. Sendo as espécies menos recomendáveis: *Grevillea robusta, Tipuana tipu, Jacaranda mimosifolia* e as figueiras do gênero *Ficus*,
Palavras-chave: Avaliação, Arborização urbana, Podas, Manejo.

Abstract: In a general context, the urban arborisation stands in positive points, as long as specie selection meets to technical criteria adjusted to local conditions, and which consider the vegetative characteristics to be compatible to the real purpose (example : shading, shelter, food to birdlife, biological diversity, decrease pollution, and permeability conditions of soil and landscape). This study had as an objective, discover and evaluate the arboreal heritage of São Gabriel's squares, and indicate management propositions to the arboreal species less indicated to use in the arborisation of these areas. The survey was qualitative, which were evaluated the general aspects of the trees in relation to its surroundings. The results showed that the most species were in satisfactory situation, which lead a conclusion of the necessity of create and/or increase free areas to some species, and adopt periodic pruning, in order to avoid mistletoes infestation, conflict with electrical wiring or others structures, and avoid falling of dry branches. Thus, the less recommended species were *Grevillea robusta, Tipuana tipu, Jacaranda mimosifolia, and Ficus sp.* .
Key words: Evaluation, Urban arborisation, Pruning, Management.

1. Introdução

A vegetação urbana tem um papel relevante na melhora da vida urbana, contribuindo para a harmonia da paisagem ao quebrar a rigidez do concreto, porém, seu potencial vai além do simples valor estético ao contribuir de forma relevante com outros fatores importantes para a qualidade de vida, como a amenização climática, a integração no sistema hidrológico e o controle das condições do ar urbano (Paiva & Gonçalves, 2002).

As árvores através de sua diversidade de formas, cores e aromas, identificam os locais e qualificam os espaços (Santos & Teixeira 2001), melhorando as condições ambientais, sobretudo, pela capacidade de produção de sombra (Batistel *et al*., 2009).

No contexto geral, a arborização urbana se destaca em pontos positivos, desde que a seleção de espécies atenda a critérios técnicos ajustados às condições locais e que considere os caracteres vegetais para que sejam compatíveis com a real finalidade (exemplo: sombreamento, abrigo e alimento para avifauna, diversidade biológica, diminuição da poluição e condições de permeabilidade do solo e paisagem) (Barbedo *et al.*, 2009).

Então a falta de planejamento técnico é apontada como a principal causa da problemática envolvendo a arborização pública (Pereira *et al.*, 2011; Andreatta *et al.*, 2011), conflitando muitas vezes com outros elementos urbanos, como os postes de iluminação, fiações, telefones públicos e placas de sinalização. Estes conflitos muitas vezes acabam comprometendo o benefício do elemento vegetal no ambiente urbano, sendo, portanto, indispensável para o desenvolvimento urbano uma arborização planejada (Dantas & Souza, 2004).

São comuns estudos que abordam a arborização viária, entretanto, há ainda uma carência daqueles com foco na arborização de espaços de uso coletivo, como praças e parques. Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivos conhecer e avaliar o patrimônio arbóreo de três praças públicas de São Gabriel, indicando o estado fitossanitário das árvores ali presentes, proposições de manejo e as espécies arbóreas que se mostraram menos indicadas para fins de arborização nessas áreas verdes.

2. Material e Métodos

O município de São Gabriel é de porte médio, localizado na fronteira oeste do estado do Rio Grande do Sul, na região da campanha, concentrando uma população em torno de 65.000 habitantes (IBGE, 2010), entre as coordenadas 30° 20' 09"S e 54°19'12"O. A base econômica do município é calçada essencialmente em serviços e agropecuária, cuja cobertura vegetal abrange apenas uma área de 252,90 Km^2 (5,03%), dividida em 4,7% de área nativa, e 0,33% de Silvicultura (Plano diretor, 2007).

O diagnóstico foi realizado nas principais praças centrais do município, sendo elas: Praça Dr. Fernando Abbott (17.576,83 m^2), Praça Tunuca Silveira (13.136,56 m^2) e Praça Camilo Mércio (9.250,00m^2). Em cada praça, os espécimes arbóreos foram qualificados, conforme descrição abaixo.

2.1 Levantamento qualitativo

No levantamento qualitativo, foram considerados todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 5 cm. Os indivíduos amostrados foram identificados segundo Angiosperm Phylogeny Group – APG (2009), onde as amostras coletadas foram incorporadas no acervo do herbário da Universidade Federal do Pampa (Herbário Bruno Edgar Irgang – HBEI), localizado no campus São Gabriel, como material testemunho.

Os critérios de avaliação utilizados foram adaptados de Cunha & Paula (2013), considerando aspectos gerais da planta e a sua relação com o entorno.

2.2 Aspectos gerais da planta

A) Caracterização geral do vegetal

Aspecto geral da planta: compreende dados da altura total (estimativa), diâmetro do caule (DAP), diâmetro da projeção da copa. O diâmetro do caule é obtido através de uma fita diamétrica e a projeção da copa através de uma trena de 30 m.

B) Condições físico-sanitárias

Copa: a classificação das copas seguiu a escala numérica de 1 a 3, considerado a sua condição geral de desenvolvimento, conforme segue: 1- Copa ruim: quando o indivíduo apresenta galhos quebrados, sinais visíveis de desenvolvimento de patógenos ou pragas, queda das folhas ou qualquer outra característica que não seja típica da espécie. 2- Copa razoável: quando a árvore apresenta condições e vigor para o local, ou seja, danos físicos, pragas e/ou doenças com menor severidade. 3- Copa boa: quando a copa apresenta-se bastante vigorosa e com a forma típica da espécie.

C) Injúria mecânica

Cada exemplar foi avaliado conforme a presença de alguns danos causado ao indivíduo, seja ele originário de vandalismo, acidente, poda mal conduzida, obras de construção, outro. A classificação seguiu a escala numérica de 1 a 4, conforme segue:

1- Ausência de injúria mecânica. 2- Presença, mas com boa recuperação. 3- Presença, mas com recuperação insatisfatória. 4- Presença e sem recuperação.

D) Podas: quando mal conduzidas podem apresentar um sério dano à vitalidade da planta. A classificação foi feita em escala numérica de 1 a 4, conforme segue:

1- Sem sinais de podas anteriores. 2- Com sinais e boa recuperação. 3- Com sinais e recuperação insatisfatória. 4- Com sinais e sem recuperação.

2.3. Relação da planta com seu entorno

A) Copa: corresponde à relação da copa do indivíduo com o espaço tridimensional onde está localizada, considerando a presença de construções (muros, paredes), fiação elétrica, postes diversos, placas de sinalização, outros vegetais, área livre para o trânsito de pedestres, etc. Para a avaliação do tamanho da copa em relação ao espaço disponível para o seu desenvolvimento foi utilizada a escala de 1 a 3, conforme segue:

1- Compatível: quando a copa não necessita de manejo para o controle do tamanho e forma. 2- Mediamente compatível: quando há necessidade de realização de poda leve, porém, sistemática. 3- Pouco compatível: quando é necessária a realização de poda pesada e sistemática para o controle do tamanho e da forma da copa. 4- Incompatível: quando o desenvolvimento do vegetal está completamente impedido em função da presença de estruturas (muros, paredes, etc.).

B) Tronco: a análise do tronco consiste na sua morfologia. A avaliação considerou a escala de 1 a 4, conforme segue:

1- Reto e sem interferência no transito de pessoas e animais. 2- Reto e com interferência no transito de pessoas e animais. 3- Torto e sem interferência no transito de pessoas e animais. 4- Torto e com interferência de pessoas e animais.

C) Sistema radicular: corresponde ao comportamento das raízes em relação à área destinada para o desenvolvimento da planta. A avaliação considerou a escala de 1 a 4, conforme segue:

1- Superficial com danos a pavimentação ou construção. 2- Superficial sem danos a pavimentação ou construção. 3- Profundo com danos a pavimentação ou construção. 4- Profundo sem danos a pavimentação ou construção.

D) Área livre: corresponde à área livre de pavimentação, isso é, a área permeável destinada para o desenvolvimento da planta. A avaliação considerou a escala de 1 a 3, conforme segue:

1- Inexistente: quando a área pavimentada cobre todo o colo da planta. 2- Pequena: quando o espaço permeável disponível permite o desenvolvimento parcial da planta. 3- Boa: quando o espaço permeável disponível permite o desenvolvimento satisfatório da planta.

3. Resultados

No levantamento total, foram amostrados 540 indivíduos vivos e 14 mortos, pertencentes a 74 espécies, distribuídas em 25 famílias botânicas (Tabela 1). Onze espécies ficaram identificadas em nível de gênero, e apenas uma não foi identificada. Das espécies avaliadas, as que apresentaram maiores frequências foram *Ligustrum lucidum* (22,78%), *Jacaranda mimosifolia* (11,67%) e *Yucca gigantea* (4,81%), todas exóticas da flora brasileira. Do total das 66 espécies identificadas em nível específico, 71,2% corresponderam a espécies exóticas da flora do Brasil, as demais, corresponderam a nativas.

Quanto às condições físico-sanitárias, a maioria das copas apresentou boas condições nas três praças avaliadas. Do total de indivíduos amostrados, apenas 18 foram classificados com copa em condições ruins, dos quais 10 (55,55%) corresponderam à espécie *Ligustrum lucidum.* Poucos indivíduos apresentaram injúrias mecânicas com recuperação não satisfatória, destacando-se novamente *L. lucidum*. Apenas um espécime de *Casuarina equisetifolia* apresentou injúrias, com dificuldades de recuperação. O diagnóstico revelou que a maioria dos espécimes é podada, sem que a mesma afete a fitossanidade da planta, onde apenas 28 árvores (5,18% do total amostrado), apresentaram recuperação insatisfatória. Ainda existem as que foram podadas e estão em situação de deterioração acentuada, são elas (*Brachychiton populneus, Lagerstroemia indica, Jacaranda mimosifolia, Yucca gigantea* e *Ligustrum lucidum*).

Quanto à relação da planta com seu entorno, o diagnóstico revelou que as copas se encontraram compatíveis a mediamente nas três praças avaliadas, onde aquelas pouco compatíveis somaram 24 exemplares (4,44% do total amostrado), destacando *Ligustrum lucidum* (seis espécimes), *Jacaranda mimosifolia* (quatro) e *Ficus* sp. (três). As espécies que apresentaram copas incompatíveis corresponderam a *Spathodea campanulata*, *Parapiptadenia rigida* e *Nerium oleander*. Os troncos tanto retos e tortuosos quase em sua totalidade não interferem no trânsito de pessoas, sendo que apenas seis espécimes têm causado transtorno aos pedestres, correspondendo a *Jacaranda mimosifolia.* A avaliação do sistema radicular revelou que boa parte dos espécimes amostrados apresentou sistema radicular profundo e sem danos. Na praça Fernando Abbott (praça 1), a espécie mais problemática correspondeu a *Jacaranda mimosifolia.* Já na praça Camilo Mércio (praça 2), as raízes das espécies *Grevillea robusta* e *Tipuana tipu* foram as que mais apresentaram problemas em relação a danos da pavimentação e na praça Tunuca Silveira (praça 3), às figueiras do gênero *Ficus.* No que diz respeito às áreas livres para desenvolvimento das árvores, na praça 1, 15 espécimes (6,2%) estão dispostos em áreas de dimensões pequenas para o seu desenvolvimento, correspondendo às espécies *Grevillea robusta* e *Tipuana tipu.* Os casos onde inexiste área livre corresponderam a 13,3% do total dos espécimes amostrados nessa praça. Na praça 2, existem 46 espécimes (43,8%) plantados em espaços considerados pequenos, como é o caso de *Jacaranda mimosifolia, T. tipu* e *L. lucidum.* A proporção de árvores plantadas sem qualquer área livre é baixa, totalizando 4,8% do total de espécimes amostrados nessa praça. Na praça 3, foram diagnosticadas 32 árvores se desenvolvendo em área livre pequena (*Jacaranda mimosifolia, L. lucidum* e *Ficus* sp.), onde a proporção de árvores dispostas sem quaisquer espaço livre é baixa, totalizando 9 espécimes (4,6%).

Tabela 1. Relação das espécies arbóreas amostradas nas três praças avaliadas, com as respectivas famílias, origens e frequência dos indivíduos. Onde 1 (Praça Dr. Fernando Abbott); 2 (Praça Camilo Mércio) e 3 (Praça Tunuca Silveira).

Espécie	**Família**	**Origem**	**Praça (1)**	**Praça (2)**	**Praça (3)**	**Frequência (%)**
Annona neosalicifolia H. Rainer	Annonaceae	Natíva	1	0	0	0,19
Brachychiton populneus (Schott & Endl.) R. Br.	Malvaceae	Exótica	0	6	0	1,11
Butia sp.	Arecaceae	-	0	1	1	0,37
Buxus sp.	Buxaceae	-	0	0	1	0,19
Caesalpinia pluviosa DC.	Leguminosae	Natíva	17	1	0	3,33
Caesalpinia sp.	Leguminosae	-	0	0	1	0,19
Caesalpinia spinosa (Feuillée ex Molina) Kuntze	Leguminosae	Natíva	2	0	0	0,37
Callistemon sp.	Myrtaceae	-	0	0	1	0,19
Callistemon viminalis (Sol. ex Gaertn.) G. Don	Myrtaceae	Exótica	0	2	0	0,37
Camellia japonica L.	Theaceae	Exótica	3	1	0	0,74
Camellia japonica cf.	Theaceae	Exótica	0	0	1	0,19
Casuarina equisetifolia L.	Casuarinaceae	Exótica	1	1	2	0,74
Casuarina equisetifolia cf.	Casuarinaceae	Exótica	0	0	2	0,37
Catalpa bignonioides Walter	Bignoniaceae	Exótica	4	0	0	0,74
Cedrela fissilis Vell.	Meliaceae	Natíva	0	2	9	2,04
Ceiba speciosa (A. St.-Hil.) Ravenna	Malvaceae	Natíva	0	0	3	0,56
Cinnamomum burmannii (Nees & T. Nees) Blume	Lauraceae	Exótica	0	1	0	0,19
Cinnamomum camphora (L.) J. Presl	Lauraceae	Exótica	1	0	0	0,19
Cinnamomum cf *burmannii*	Lauraceae	Exótica	1	0	0	0,19
Citrus limon (L.) Osbeck	Rutaceae	Exótica	2	0	0	0,37
Citrus reshni Hort ex Tan.	Rutaceae	Exótica	1	0	0	0,19
Citrus sinensis (L.) Osbeck	Rutaceae	Exótica	3	0	0	0,56
Cupressus cf *sempervirens*	Cupressaceae	Exótica	1	0	0	0,19
Cupressus lusitanica Mill.	Cupressaceae	Exótica	1	1	0	0,37
Cupressus sp.	Cupressaceae	-	1	0	10	2,04
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	Leguminosae	Natíva	2	0	1	0,56
Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.	Rosaceae	Exótica	0	1	0	0,19
Erythrina crista-galli L.	Leguminosae	Natíva	0	1	0	0,19
Eugenia uniflora L.	Myrtaceae	Natíva	2	1	0	0,56
Euterpe sp.	Arecaceae	-	0	1	0	0,19
Ficus benjamina L.	Moraceae	Exótica	2	0	0	0,37
Ficus cestrifolia Schott ex Spreng.	Moraceae	Natíva	2	0	0	0,37
Ficus elastica Roxb. ex Hornem.	Moraceae	Exótica	1	0	0	0,19
Ficus luschnathiana cf	Moraceae	Natíva	0	0	2	0,37
Ficus sp.	Moraceae	-	0	0	5	0,93
Grevillea robusta A. Cunn. ex R. Br.	Proteaceae	Exótica	0	17	1	3,33
Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex A. DC.) Mattos	Bignoniaceae	Natíva	9	1	0	1,85
Handroanthus heptaphyllus (Vell.) Mattos	Bignoniaceae	Natíva	6	0	0	1,11
Hibiscus rosa-sinensis L.	Malvaceae	Exótica	2	1	0	0,56
Hovenia dulcis Thunb.	Rhamnaceae	Exótica	0	2	0	0,37
Jacaranda macrantha Cham.	Bignoniaceae	Natíva	0	1	0	0,19
Jacaranda mimosifolia D. Don	Bignoniaceae	Exótica	40	4	19	11,67
Lagerstroemia indica L.	Lythraceae	Exótica	5	1	12	3,33
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	Leguminosae	Exótica	1	0	0	0,19
Ligustrum lucidum W.T. Aiton	Oleaceae	Exótica	25	12	86	22,78
Lithraea molleoides (Vell.) Engl.	Anacardiaceae	Natíva	4	0	0	0,74

Espécie	Família	Origem	Praça (1)	Praça (2)	Praça (3)	Frequência (%)
Livistona chinensis (Jacq.) R. Br. ex Mart.	Arecaceae	Exótica	4	1	0	0,93
Luehea divaricata Mart.	Malvaceae	Natíva	1	1	0	0,37
Melia azedarach L.	Meliaceae	Exótica	0	3	0	0,56
Morus nigra L.	Moraceae	Exótica	0	0	2	0,37
Nerium oleander L.	Apocynaceae	Exótica	0	2	0	0,37
Não Identificada (NI)	-	-	0	1	0	0,19
Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan	Leguminosae	Natíva	6	3	3	2,22
Paulownia tomentosa (Thunb.) Steud.	Paulowniaceae	Exótica	0	1	0	0,19
Peltophorum dubium (Spreng.) Taub.	Leguminosae	Natíva	3	3	0	1,11
Persea americana Mill.	Lauraceae	Exótica	4	0	0	0,74
Phoenix canariensis Wildpret	Arecaceae	Exótica	0	3	0	0,56
Phoenix roebelenii O'Brien	Arecaceae	Exótica	7	0	0	1,30
Phoenix sp.	Arecaceae	-	0	0	4	0,74
Photinia sp.	Rosaceae	-	1	0	0	0,19
Pinus elliottii Engelm.	Pinaceae	Exótica	1	0	0	0,19
Pinus sp.	Pinaceae	-	1	0	8	1,67
Platanus sp.	Platanaceae	-	0	0	1	0,19
Psidium guajava L.	Myrtaceae	Exótica	1	0	2	0,56
Pterogyne nitens Tul.	Leguminosae	Natíva	0	4	1	0,93
Pyrus communi L.	Rosaceae	Exótica	0	0	6	1,11
Schizolobium parahyba (Vell.) S.F. Blake	Leguminosae	Natíva	5	0	0	0,93
Spathodea campanulata P. Beauv.	Bignoniaceae	Exótica	14	0	0	2,59
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman	Arecaceae	Natíva	12	1	1	2,59
Thuja occidentalis cf.	Cupressaceae	Exótica	0	0	3	0,56
Thuja sp.	Cupressaceae	-	15	2	6	4,26
Tipuana tipu (Benth.) Kuntze	Leguminosae	Exótica	5	11	1	3,15
Washingtonia sp.	Arecaceae	-	0	2	1	0,56
Washingtonia × *filibusta* hort. ex Hodel	Arecaceae	Exótica	1	0	0	0,19
Yucca gigantea Lem.	Asparagaceae	Exótica	11	8	7	4,81
Total	**-**	**-**	**540**			**100**

4. Conclusão

Embora a composição florística das praças municipais avaliadas não represente de forma satisfatória a flora nativa regional, os aspectos físico-sanitários das árvores e sua relação com o entorno mostraram um panorama satisfatório. Podas regulares são indicadas, especialmente com o intuito de remover infestação por ervas-de-passarinho, impedir o conflito com a fiação elétrica ou outras estruturas, e evitar a queda de galhos secos. Para melhorar o desenvolvimento de alguns espécimes, sugere-se a ampliação da área verde em seu entorno, e, sobretudo, criar uma área naqueles onde foi apontado a inexistência completa de uma.

Nas referidas praças, as espécies arbóreas que se mostraram menos recomendáveis para o uso em espaços públicos dessa natureza foram *Grevillea robusta*, *Tipuana tipu*, *Jacaranda mimosifolia* e as figueiras do gênero *Ficus*, em razão de seu vigoroso sistema radicular superficial, que destrói a pavimentação e que pode causar algum eventual transtorno a quem circula nesse espaço.

Referências Bibliográficas

ANDREATTA, T. R.; BACKES, F. A. A. L.; BELLÉ R. A.; NEUHAUS, M.; GIRARDI, L. B.; SCHWAB, N. T. & BRANDÃO, B. S. 2011. **Análise da arborização no contexto urbano de avenidas de Santa Maria, RS.** Revista da Associação Brasileira de Arborização Urbana. Piracicaba. V. 6, n. 1. P. 36-50.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III.** Journal of the Linnean Society, London, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.

BARBEDO, A. S. C.; BIANCHI, C. G.; KELLER, L. R.; ORTEGA, M. G. & ORTEGA, S. E. H. 2009. **Manual Técnico de Arborização Urbana**. Secretaria da Cidade de São Paulo (Secretaria do Verde e do Meio Ambiente). 2 edição. 45 p.

BATISTEL, L. M.; DIAS, M. A. B.; MARTINS, A. S. & RESENDE, I. L. M. 2009. **Diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização urbana nos bairros Promissão e Pedro Cardoso, Quirinópolis, Goiás.**

CUNHA, D. V. P. & PAULA, A. 2013. **Análise quali-quantitativa da arborização em praças públicas do município de Vitória da Conquista – Bahia.** Enciclopédia Biosfera. V. 9, n. 16. P. 259-276.

DANTAS, I. C. & SOUZA, C. M. C. 2004. **Arborização urbana na cidade de Campinas Grande – PB: inventário e suas espécies**. Revista de Biologia e Ciências da Terra. V (4), n (2).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro. 2010.

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

PEREIRA, P. H.; TOPANOTTI, L. R.; DALLACORT, S.; MOTA, C. J.; BRUN, F.G. K. & SILVA, R. T. L. 2011. **Estudo de caso de risco de queda de árvores urbana em via pública na cidade de Dois Vizinhos – PR.** Synergismus Scyentifica UTFPR, Pato Branco. V. 6, n. 1.

Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de São Gabriel. 2007. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

SANTOS, N. R. Z.; TEIXEIRA, I. F. **Arborização de Vias Públicas: Ambiente x Vegetação.** RS: Clube da árvore, 2001.

Qualidade do conforto térmico proporcionado pela espécie *Lagerstroemia indica* (extremosa)

Comfort quality thermal provided by kind *Lagerstroemia indica* (extremosa)

Aline Delfino Germano[1],
Charles Costa Coelho[2,]
Flávia Gizele König Brun[3],

[1] Graduanda do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Câmpus Dois Vizinhos. Bolsista do Programa de Educação Tutorial – PET.
E-mail: germanoad@outlook.com.br

[2] Graduanda do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Câmpus Dois Vizinhos. Bolsista do Programa de Educação Tutorial – PET.
E-mail: charlesccolho@hotmail.com

[3]EngºFtal. Dr. Profª do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. E-mail: flaviag@utfpr.edu.br

Resumo: O acelerado crescimento dos centros urbanos faz com que a demanda pela arborização urbana cresça em virtude da qualidade e do conforto climático que a mesma oferece. O objetivo foi avaliar o conforto térmico proporcionado pela espécie *Lagerstoemia indica* (extremosa) para arborização urbana. Foram selecionados cinco indivíduos na estação de primavera do ano de 2013 aferindo-se: temperatura do ar e superfície, umidade relativa do ar e velocidade do vento para calcular valores de PMV e PPD. Foram realizadas medições quinzenais em três horários distintos (nove, quinze e dezoito horas) coletando a três distâncias do indivíduo (zero, cinco e quinze metros). Os resultados obtidos para o PMV variaram entre +1 e +2 considerados levemente quente e quente segundo a classificação de Fanger. O PPD variou entre 59,3% e 70,5% sendo que a norma ISO 7730 considera este valor acima do ideal de 10%. Conclui-se que esta espécie não é indicada para melhoria de conforto térmico em regiões de clima subtropical na estação da primavera, porém deve ser avaliada nas demais estações do ano.
Palavras-chaves: Arborização Urbana, Qualidade de vida, Melhoria térmica.

Abstract: The rapid growth of urban centers makes the demand for urban trees grow because of the quality and climatic comfort that it offers. The objective was to evaluate the thermal comfort provided by the species *Lagerstoemia indica* (extremosa) for urban areas. Five individuals were selected in the 2013 year of the spring season gauging up: air temperature and surface, relative humidity and wind speed to calculate PMV and PPD values.Biweekly measurements were performed at three times (nine, three eighteen p.m. hours) collecting three distances of the individual (zero, five and fifteen meters). The results obtained for the PMV ranging from +1 to +2 considered slightly warm and hot Fanger according to the classification.The PPD ranged between 59.3% and 70.5% with the ISO 7730 takes this optimal value above 10%. It is concluded that this species is not indicated for improvement of thermal comfort in subtropical climates in the springtime, but should be evaluated in the other seasons.
Keywords: Urban Forestry, Quality of life, thermal improvement.

1. Introdução

Sirvinskas (2014) afirma que as árvores plantadas em área urbanas trazem vários benefícios como por exemplos, o sombreamento, purificação do ar, estética de paisagem, atraem pássaros e atenua na poluição sonora. Sabendo-se que todos esses benefícios fazem com que a qualidade de vida do ser-humano melhore consideravelmente.

A necessidade de sentir-se bem em centros urbanos faz com que a demanda da arborização urbana cresça. Segundo Shuch (2006) a arborização viária é essencial na

composição verde urbano e desempenha importante papel na manutenção da qualidade ambiental das cidades, influenciando significativamente nas condições microclimáticas.

Segundo Romero (2006) as intervenções microclimáticas são causadas por alteração dos materiais que constituem a superfície urbana construída, estas possuem a capacidade térmica mais alta, contribuído para as ilhas de calor.

Segundo Pezzuto (2007) em seu estudo específico da qualidade climatológica, se notou significativas diferenças entre os dados climáticos do ambiente urbano comparado com o rural, ou seja, o clima nas cidades sofre influência do conjunto complexo da estrutura urbana. Contudo, essa qualidade climática em centros urbanos pode ser alcançada se considerarmos os parâmetros físicos para o ambiente urbano juntamente com os dados ambientais. Isto é, realizar a implantação e/ou fazer a manutenção da arborização urbana.

Contudo o crescimento desordenado das cidades brasileiras chamou a atenção dos planejadores e da população no sentido de se perceber a vegetação como um componente necessário ao espaço urbano. As áreas arborizadas apresentam uma aproximação maior das condições ambientais em relação ao meio urbano, todavia apresenta temperaturas mais elevadas, principalmente em áreas de elevados índices de construção e desprovidas de cobertura vegetal (GOMES e SOARES, 2003).

Para que este estresse de temperaturas mais elevadas se apresente mais ameno e que estas condições ambientais sejam significativas em centros urbanos, Mascaró e Mascaró (2005) recomendam indivíduos que se igualam com a altura dos edifícios, para que se limitem as incidências dos raios solares em pelo menos dois terços da área dos caminhos de pedestres, praças e estacionamentos.

O comportamento das espécies em relação ao conforto térmico no microclima é importante para os planejadores e pesquisadores para que estes estudos sejam incorporados no planejamento ou intervenções dos espaços abertos, assim se aproveitando com inteligência os benefícios dos indivíduos arbóreos, visando à melhoria da qualidade de vida das pessoas (ABREU e LABAKI 2010).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de melhoria de conforto térmico que a espécie *Lagerstroemia indica* (Extremosa) proporciona para centros urbanos.

2. Metodologia de trabalho

O estudo foi desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Dois Vizinhos, com área total de 191,3 ha, localizada na região sudoeste do Paraná entre as coordenadas geográficas 25º 53’ 49” de latitude sul e 53º 04’61” de longitude oeste e altitude de 577 metros do nível do mar, sendo o clima do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfa) com verões quentes, segundo a classificação de Alvares et al.(2013). Na figura 1 encontra-se a Universidade Tecnológica Federal do Paraná- campus Dois Vizinhos e nesta área que foi avaliada a espécie estudada.

Figura 1 -área ilustrada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná- campus Dois Vizinhos.
Figure 1 - area shown in Federal Technological University of Paraná campus Dois Vizinhos.

No campus da universidade, segundo Colombo (2012) foram identificadas quarenta e seis espécies distintas, totalizando 605 indivíduos, sendo que a espécie estudada *Lagerstroemia indica* (extremosa) foram identificados 10 indivíduos, sendo 1,7% do total do campus.

Para o estudo de conforto Térmico foram selecionados cinco indivíduos da espécie *Lagerstroemia indica* (extremosa) como demonstrado na figura 2. Está espécie pertence à família Lythraceae, a qual é caducifólia, seu porte é geralmente 3 a 6 m de altura, originária da índia, de tronco ereto e liso, tem o formato da copa aberta com folhas simples, elíticas. Frutos do tipo cápsula, deiscentes com sementes aladas. Esta espécie é muito ornamental principalmente pela intensa floração, é adequada para uso paisagístico para composição de parques e jardins e para arborização de ruas (LORENZI, 1992).

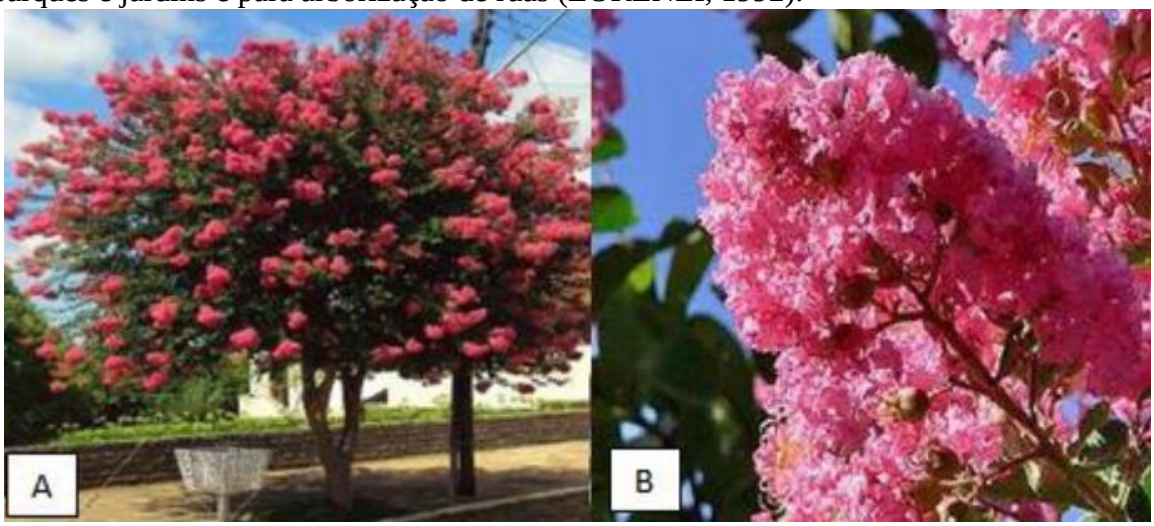


Figura 2 - Espécie *Lagerstroemia indica*; A - Individuo completo e B - Floração da espécie.
Figure 2 - species *Lagerstroemia indica*; A - Complete the Individual and B - Flowering of the species.

As avaliações ocorreram no período de primavera, nos meses de setembro a novembro de 2013, com avaliações quinzenais por três dias consecutivos em três horários diferentes (9, 15 e 18horas), com medições em três diferentes distâncias em relação à copa do individuo (0, 5 e 15 metros), portanto totalizando noventa medições mensais.

Foram aferidas variáveis climáticas para coletar dados como: velocidade do vento (V.V. m/s) mensurado com anemômetro de pás digital, Modelo: Instruterm AD 250; Umidade relativa do ar (%) obtida com auxílio de medidor de stress térmico sendo a leitura realizada 1,5 m do solo, temperatura do ar (°C), temperatura de superfície (°C) foi aferida empregando Termômetro de Infravermelho a 0,5 m do solo conforme normatização técnica.

Para o cálculo do conforto térmico conforme a Norma ISO 7730, empregou-se o Voto médio estimado (PMV) que é um índice baseado no balanço do corpo humano com o ambiente, de modo que a sensação de conforto deve ocorrer quando a produção interna de calor for igual à perda de calor para o ambiente (Dacanal et al, 2010).

O PMV serve para identificar o índice de conforto térmico do corpo humano, função de parâmetros pessoal tais como atividades físicas e tipo de vestimentas e também de parâmetros ambientais como: temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade relativa e velocidade do ar.

O PMV é simétrico tendo o valor 0 (zero) como neutralidade térmica e os valores de 1 a 3 como positivos correspondendo ás sensações de calor, ou negativos correspondendo as sensações de frio.

As peças de roupas foram selecionadas de acordo com o vestuário de todas as pessoas durante os dias de medição e seu isolamento térmico foi calculado de acordo com ISO 7730 (1994), totalizando 0,50 clo e também considerado o metabolismo do corpo do usuário como 240,0 W m^{-2} no qual é equivalente a uma pessoa adulta caminhando calmamente a uma velocidade 5 Km h^{-1}, conforme valores tabelados em Brown e Gillispie (1995).

O índice PPD estabelece a quantidade estimada de pessoas insatisfeitas termicamente com o ambiente. Ele se baseia na percentagem de um grande grupo de pessoas que gostariam que o ambiente estivesse mais quente ou mais frio, votando +3, +2 ou -3 e -2, na escala sétima de sensações.

Para avaliar o PPD (porcentual de pessoas desconfortáveis termicamente) utilizou-se o índice definido pela norma ASHRAE 55 (1992) onde o PPD não pode ser superior a 10,0%. A norma considera que um ambiente é termicamente confortável quando este satisfaz pelo menos 90,0% dos seus ocupantes, ou seja, que o Percentual de Pessoas Insatisfeitas (PPD) seja igual ou menor que 10,0%.

Após coletados os dados foram processados em planilha eletrônica Microsoft Excel® e em seguida submetidos à análise de variância no software Assistat 7.6® aplicando o teste Tukey, em nível de 5,0% probabilidade de erro.

3. Resultados e discussão

Com bases nos resultados na tabela 1, o PMV apresenta uma média para distâncias de 1,9 (+2) para zero metro, 1,7 (+2) para cinco metros e 1,7 (+2) para a distância de quinze metros, portanto todas as distâncias apresentaram valores que se aproximam de +2, que na escala representa quente, sendo que as variáveis que podem ter influenciado para que os usuários sentissem calor seria: a umidade relativa do ar, a temperatura de superfície e ar e a velocidade do vento.

Tabela 1: Valores de PMV da espécie Extremosa (*Lagerstroemia indica*) no período da primavera localizada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, na cidade de Dois vizinhos- PR.

Table 1: PMV values of the species doting (*Lagerstroemia indica*) in the period of spring in the Federal Technological University of Paraná, in the city of Dois Vizinhos- PR.

Hora/metros	0	5	15

09h00min	1,67	(+2)	1,76	(+2)	1,66	(+2)
15h00min	1,82	(+2)	1,72	(+2)	1,7	(+2)
18h00min	2,15	(+3)	1,71	(+2)	1,66	(+2)

Comparando as médias referentes aos horários de medições, todos horários apresentaram valores que se aproximam de +2 que na escala de Fanger (1970) significa um ambiente quente, sendo assim em condições de vestimenta casual e caminhando em uma velocidade relativamente lenta o usuário não sente frescor ao passar por este ambiente.

O valor de PMV da extremosa nos meses de primavera corresponde a 88,8% dos dados em +2, significando quente e 11,2% dos dados em +3, significando muito quente. O índice de +3 encontrado no horário das dezoito horas significa que o local recebeu muito calor durante o dia, sendo este horário mais representativo pelo estoque de calor do dia.

O maior valor encontrado do PMV foi de 2,15 (+3) no horário das dezoito horas e na distância zero metros, isso se dá pelo fato de que neste período este ambiente fica maior tempo recebendo calor durante o dia, também pode ser pela variação de velocidade do vento neste horário e local, com o aumento da temperatura da superfície e do ar.

O conforto térmico é a satisfação do usuário com o ambiente, com estes índices apresentados a extremosa na primavera, não apresentou conforto térmico para seus usuários. A espécie não foi representativa para diminuir a sensação térmica, no qual Fanger (1970) determina atribuindo o valor zero em sua escala.

Nos demais horários a sensação térmica encontrada é considerada quente onde os valores se aproximaram de +2, para que os usuários sintam conforto térmico ao passar pelo local, a espécie teria que conseguir reduzir a influência da temperatura do ar e superfície. Caso a espécie apresentasse uma copa mais globosa esta ajudaria a diminuir a incidência de luminosidade e atuaria na regulação da umidade relativa do ar. Com estes fatores devidamente amenizados tanto para aquecer no inverno ou para esfriar no verão, a espécie tenderia a zero na escala.

Em um estudo feito por Lima et al (2009) na cidade de Maringá –PR sobre avaliação de conforto térmico em espaços abertos (praças), notaram que em sobra rala o PMV ficou em 1,75 (+2) no horário das nove horas da manhã, 3 (+3) no horário das doze horas e 3 (+3) no horário das quinze horas. Comparando com a extremosa que apresenta copa rala, nota-se que a espécies de sombra rala apresentou menor eficiência no conforto térmico em relação a extremosa.

O percentual de pessoas desconfortáveis termicamente (PPD) está diretamente relacionado ao PMV que está indicando quente/ frio ou muito quente/frio. O percentual de pessoas desconfortáveis também tem aumento significativo. Conforme a tabela 2 a extremosa apresentou alto índice de desconforto.

Tabela 2: Índice de desconforto proporcionado pela *Lagerstroemia indica* no período da primavera localizada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, na cidade de Dois vizinhos.
Table 2: Discomfort Index provided by *Lagerstroemia indica* during the Spring season in the Federal Technological University of Paraná, in the city of Dois Vizinhos.

Hora/ metros	0		5		15	
09h00min	59,95	a	64,35	a	59,82	b
15h00min	67,66	a	62,82	a	61,87	a
18h00min	70,51	a	62,48	a	59,34	b

Com base nos dados analisados a extremosa apresentou menor desconforto de qualidade térmica no horário das nove horas (59- 64%), sendo que neste horário a massa fria noturna ainda este presente no local, porém para o índice da ISO 7730 este valor é considerado alto.

Os valores de PPD da extremosa apresentam variações de 59,3% a 70,5%, entretanto para a norma ISO 7730 estes percentuais de pessoas insatisfeitas este muito alto, todavia que o valor ideal é de 10,0%.

O menor valor obtido na primavera pela extremosa foi na distância de 15 metros às dezoito horas (59,34%), sendo este um horário em que a temperatura começa a atenuar, diminuindo a incidência de calor e também a redução das temperaturas.

No estudo feito por Lima et al (2009) na cidade de Maringá –PR sobre avaliação de conforto térmico em espaços abertos (praças), notaram que em sobra rala o PDD obteve 64,2% as nove horas da manhã, 99,1% as doze e as quinze horas, sendo que estes valores se apresentam maiores que neste estudo. Esta diferenciação pode ocorrer pela vegetação ao redor do local, se há ou não ambientes construindo colaborando para este aumento. Os dois estudos obtiveram resultados insatisfatórios com PPD maior que 10,0%, recomenda-se implantar novos indivíduos que apresentem copa densa para que sua sombra seja mais eficaz.

4. Conclusão

Portanto conclui-se que a influência da extremosa não proporciona conforto térmico na estação de primavera para o microclima urbano da região da cidade de Dois Vizinhos que apresenta 577 metros do nível do mar e classificado em Cfa com verões quentes.

Os dados de PMV apresentaram resultados levemente quente e quente e os dados de PPD foram superiores a 10,0%.

Assim conclui-se que a espécie extremosa não é indicada para arborização urbana para os meses da primavera, porém as outras estações devem ser avaliadas para melhores conclusões. Recomenda-se para que haja conforto térmico as espécies implantadas apresentem suas copas densas nas estações de primavera e verão e que sejam decíduas ou semi-deciduas nas estações de inverno e outono.

Referências bibliográficas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NB-57: **Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro, 1991.

ALVARES, C. A. et all**. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische.** Zeitschrift, Stuttgart 2013, Vol. 22, No. 6, 711–728, January 2014.

BROWN, R. D.; GILLESPIE, T. J. **Microclimatic Landscape Design: Creating Thermal Comfort and Energy Efficience.** Canada: John Wiley & Sons, 1995, p. 193.

COLOMBO, M. et al. **Levantamento do patrimônio arbóreo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná câmpus Dois Vizinhos**. In: congresso de ciência e tecnologia da UTFPR – câmpus dois vizinhos, v seminário: sistemas de produção agropecuária, i simpósio de ciências florestais e biológicas, 2011, Dois Vizinhos. Resumos. Dois Vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.p. 5.

DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; SILVA, T. M. L. **Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. Ambiente construído**. v.10, n. 2, 2010. p. 115 -132.

FANGER, O. **Thermal comfort: analysis and application in environmental engineering, Compenhagen**, 1970, 244 p.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. **A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras**. Estudos geográficos, v. 1, n. 1, 2003, p. 19 – 29.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 148 p.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. **Vegetação urbana**. Porto Alegre: Editora Mais Quatro, 2ª edição, 2005, 204 p.

PEZZUTO, C. C. **Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos. Estudo de caso em Campinas, SP**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Construção) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. 197p.Campinas, SP, 2007.

ROMERO, M. A. B. **Desenho da cidade e conforto ambiental**. RUA. v.1, n. 1, 2006. p. 12 -19.

SCHUCH, M. I. S. **Arborização urbana: uma contribuição à qualidade de vida com uso de geotecnologias.** Dissertação Mestrado de Geomática/Tecnologia da Geoinformação-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 12 p., 2006.

SIRVINSKAS, L.P. **Arborização Urbana e meio ambiente: Aspectos jurídicos "Justitia – matérias aprovadas para publicações futuras"**. Disponível em: http://www.justitia.com.br/artigos/7c2a76.pdf acessado em: 20/07/2014.

Benefícios ambientais da arborização urbana: Conforto térmico, visual e de ações dos ventos

Environmental benefits of urban arborization: Thermal comfort, visual and actions of the winds

Danieli Regina Klein [1]
Sandra Mara Krefta [2]
Cleverson De Medeira [3]
Taciana Frigotto[3]
Mayara Luma Ferreira[5]
Matheus Da Fonseca Silva[6]
Flavia Gizele Koing Brun[7]
Marcos Vinicius Mazzo[8];

[1] Universidade do Estado de Santa Catarina, (CAV/UDESC), Lages, SC, drkleinn@gmail.com

[2] Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos, Paraná, sandra_krefta@hotmail.com

[3] Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos, Paraná, cleversondemedeira@gmail.com

[4] Universidade do Estado de Santa Catarina, (CAV/UDESC), Lages, SC, tacianafrigotto@gmail.com

[5] Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos, Paraná, mayara-luma@hotmail.com

[6] Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos, Paraná, matheus.fonseca07@hotmail.com

[7] Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos, Paraná, flaviag@utfpr.edu.br

[8] Universidade do Estado de Santa Catarina, (CAV/UDESC), Lages, SC, mvmflorestal@gmail.com

Resumo: O objetivo do estudo foi avaliar os benefícios ambientais da arborização urbana, quanto ao conforto térmico, visual e de ações dos ventos para 4 espécies arbóreas usadas na arborização da UTFPR - Campus Dois Vizinhos. Para a análise foi coletados dados das seguintes espécies: *Michaelia champaca*, *Schinus molle*, *Poincianella pluviosa* e *Handroanthus chrysotrichus*. Para tanto, foi avaliado os seguintes caracteres: umidade e temperatura do ar, luminosidade, temperatura da superfície, velocidade do vento, densidade e forma da copa. Através dos dados coletados foram realizadas as análises estatísticas utilizando-se o software Assistat 7.6. Foi determinada também, a sensação térmica humana, Índice de sombreamento arbóreo, conforto das ações do vento e o conforto humano sob ação dos ventos. Após interpretação dos dados foi possível concluir que dentre as quatro espécies avaliadas, *S. molle* apresentou os melhores resultados em três dos cinco critérios analisados, sendo a umidade relativa do ar, a temperatura do ar e a luminosidade incidente. *M. champaca* exibiu melhores resultados apenas na temperatura de superfície. *H. chrysotrichus* foi mais eficiente na variável velocidade do vento. Já *P. pluviosa* não se destacou em nenhum dos critérios avaliados.
Palavras–chave: silvicultura urbana, escala de Beaufort, microclima, conforto humano.

Abstract: The objective of the study was to evaluate the environmental benefits of urban trees, as thermal, visual comfort and actions of winds for 4 tree species used in arborization UTFPR - Campus Dois Vizinhos. For the analysis was the following species collected data: *Michaelia champaca*, *Schinus molle*, *Poincianella pluviosa* and *Handroanthus chrysotrichus*. Therefore, we evaluated the following characters: humidity and air temperature, luminosity, surface temperature, wind speed, density and shape of the canopy. Through the data collected statistical analyzes were performed using the software Assistat 7.6. It was also determined, human thermal sensation, tree shading Index comfort of wind actions and human comfort under wind action. After

interpretation of the data it was concluded that among the four studied species, *S. molle* showed the best results in three of the five criteria analyzed, the relative humidity, air temperature and the incident illumination. *M. champaca* exhibited better results only in the surface temperature. H. chrysotrichus was more efficient in variable speed wind. Have *P. pluviosa* not excelled in any of the evaluated criteria.
Key words: urban forestry, Beaufort scale, microclimate, human comfort.

1. Introdução

As alterações do clima urbano estão fortemente relacionadas com os efeitos da transformação de energia nas cidades em função da morfologia, das propriedades térmicas dos materiais componentes das superfícies urbanas e da produção de calor humano, o que acarreta na minimização das taxas de resfriamento evaporativo e convectivo (ASSIS, 2005).

Shams et al., (2009) relata que estas mudanças ocorrem principalmente em função da redução de áreas verdes, impermeabilização do solo, poluições hídricas, edáficas e atmosféricas, ficam cada vez mais evidentes com o constante crescimento das cidades e acabam trazendo vários prejuízos, ambientais econômicos e sociais.

Em função desse crescimento desenfreado, os indivíduos arbóreos que compõem a arborização urbana acabam transformando-se na vegetação mais próxima das pessoas, servindo para melhorar a qualidade de vida das mesmas e aproxima-las ao elemento natural (SILVEIRA; PEREIRA, 2011).

Em função dos benefícios atualmente tem-se atentado para o uso de espécies arbóreas nas cidades brasileiras, no entanto a escolha da espécie deve ser baseada segundo Abreu e Labaki (2010) no conhecimento de diversos fatores, entre eles está o comportamento do indivíduo arbóreo em relação ao conforto térmico no microclima, sendo que os dados obtidos por meio de análises são muito importantes para planejadores e pesquisadores do ambiente urbano, conseguirem aliar da melhor maneira possível os aspectos da árvore à necessidade de determinado local.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os benefícios ambientais da arborização urbana, quanto ao conforto térmico, visual e de ações dos ventos para quatro espécies arbóreas usadas na arborização da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos.

2. Metodologia de Trabalho

O presente estudo foi desenvolvido no município de Dois Vizinhos – Paraná, no campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, a qual possui uma área de aproximadamente 193 ha.

Foram coletados dados de cinco indivíduos arbóreos de cada uma das seguintes espécies: *Michaelia champaca* L., *Schinus molle* L., *Poincianella pluviosa* (DC) L.P. Queiroz e *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex A. DC.) Mattos.

Analisou-se as seguintes variáveis: umidade e temperatura do ar mensuradas com o aparelho termohigrômetro digital, luminosidade (Lux) obtida através do aparelho eletrônico luxímetro digital, temperatura da superfície com o termômetro infra-vermelho digital e velocidade do vento com o anemômetro digital.

A coleta dos dados de densidade de copa e forma da copa, foram realizadas visualmente, assim mensurou-se os quatros raios de copa, com trena métrica e posteriormente esses dados foram utilizados para a determinação da área de copa pela fórmula:

$$Ac = \pi x r_m^2 \qquad \text{(Eq.01)}$$

Onde: A_C = Área de copa (m^3) ; r_m = Raio de copa médio (m)

Através dos dados coletados foram realizadas as análises estatísticas através da comparação de médias pelo Teste de Tukey a um nível de significância de 5 % utilizando-

se o software Assistat 7.6 beta, visando a seleção da espécie arbórea mais apta para arborização urbana em termos de melhoria microclimática. Também calculou-se a eficiência das variáveis avaliadas, através da seguinte fórmula:

$$E_x = V_{x\,a\,0,0\,m} - V_{x\,a\,sol\,pleno} \qquad \text{(Eq.02)}$$

Onde:

E_x = Eficiência da variável "x" (Temperatura do ar, umidade, luminosidade, etc);

$V_{x\,a\,0\,m}$ = Valor mensurado da variável "x" a 0 metros de distância (de baixo da copa);

$V_{x\,a\,pleno\,sol}$ = Valor mensurado da variável "x" a sol pleno (área aberta livre de interferência de sombra);

Também foi determinado para as espécies analisadas no presente trabalho o Índice de sombreamento arbóreo, calculado apartir da fórmula:

$$\text{ISA} = \text{AC}\left(\frac{AC}{At}\right) x\ 100 \qquad \text{(Eq.03)}$$

Onde: ISA = Índice de sombreamento arbóreo; AC = Somatório das áreas de copas das árvores (m^2); At = Área total ocupada pela espécie (m^2).

Com a interpretação da tabela de escala de Beaufort, foi determinado o conforto das ações dos ventos e o conforto humano sob ação dos ventos, conforme escala de Beaufort. Foi determinada também, a sensação térmica humana, por meio da interpolação dos dados obtidos, com a Tabela 1, proposta por Gomes e Amorim (2003).

Tabela 1 - Sensação do organismo humano em função da umidade relativa do ar.

Temperatura	Umidade relativa em %					
ºC	30	50	70	80	90	100
20	20	21,1	22,2	22,8	23,4	23,9
25	25	26,6	27,8	28,9	30,0	31,1
30	30	32,2	35,0	37,2	37,8	39,4
35	35	38,8	42,2	44,4	46,7	48,9
40	40	45,0	50	-	-	-

3. Resultados e Discussão

3.1 Temperatura do solo

Ao analisar a Tabela 2, percebe-se que ocorreram diferenças significativas tanto entre as distâncias como entre as espécies.

Tabela 2- Temperatura do solo (°C) em diferentes distâncias para quatro espécies utilizadas na arborização da UTFPR – DV, Dois Vizinhos, Paraná.

Espécies	Distâncias (m)					Média
	0	5	10	15	Pleno Sol	
P. pluviosa	26,50 bC	31,38bBC	41,38aAB	43,22aA	43,22 aA	37,14
H. chrysotrichus	38,10 aA	46,94 aA	43,36aA	36,52 aA	36,52 aA	40,29
S. molle	29,64 abB	34,52bAB	35,24aAB	42,74 aA	42,74aA	36,98
M. champaca	24,96 bB*	35,54bAB	41,92 aA	43,18aA	43,18aA	37,76
Média	29,80	37,09	40,47	41,41	41,41	
CV%	16,79					

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, e pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

H. chrysotrichus apresentou os maiores valores de temperatura do solo, nas diferentes distâncias, isso ocorreu pelo fato dos indivíduos dessa espécie apresentarem copa mais rala

que as demais espécies, até mesmo que do *S. molle*, onde os indivíduos amostrados eram maiores e com copas mais frondosas que as de *H. chrysotrichus*.

3.2 Umidade Relativa do Ar

Na Tabela 3 os resultados encontrados para umidade relativa do ar, em relação às espécies estudadas não obtiveram diferenças estatísticas entre si.

Os valores de umidade relativa do ar não se diferiram, porém, nos valores absolutos notou-se que, as medidas a zero metros das árvores tiveram menor umidade relativa que as árvores a 10 metros e a pleno sol. A zero metro, houve influência da copa das árvores, pois eram mais altas e densas, facilitando o fluxo de vento sob a copa, diminuindo a umidade relativa do ar.

Tabela 3- Umidade relativa do ar (%) em diferentes distâncias para quatro espécies utilizadas na arborização da UTFPR – DV. Dois Vizinhos, Paraná.

Espécies	Distâncias (m)					Média
	0	5	10	15	Pleno Sol	
P. pluviosa	58,02 a*	62,30 a	61,02 a	64,92 a	64,92 a	62,24
H. chrysotrichus	57,98 a	57,10 a	58,08 a	57,00 a	57,00 a	57,43
S. molle	61,92 a	59,84 a	63,20 a	54,96 a	54,96 a	58,98
M. champaca	60,00 a	62,62 a	63,36 a	63,52 a	63,52 a	62,60
Média	59,48	60,47	61,42	60,10	60,10	
CV%	8,92					

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

3.3 Temperatura do ar

A Tabela 4 mostra que não houve diferença estatística entre os valores de temperatura do ar tanto entre as espécies como entre as distâncias, o qual pode ser justificado pelo fato da área ser aberta.

Labaki et al. (2011) em um trabalho realizado com *H. chrysotrichus* também não encontraram diferenças estatísticas de temperatura em diferentes espaçamentos (0, 10, 20, 25 e 50 m), corroborando com os resultados do presente estudo.

Tabela 4- Temperatura do ar (°C) em diferentes distâncias para quatro espécies utilizadas na arborização da UTFPR – DV. Dois Vizinhos, Paraná.

Espécies	Distâncias (m)					Média
	0	5	10	15	Pleno Sol	
P. pluviosa	32,74 a*	32,58 a	33,20 a	33,54 a	33,54 a	33,12
H. chrysotrichus	33,94 a	32,10 a	34,10 a	33,68 a	33,68 a	33,50
S. molle	31,92 a	34,58 a	33,86 a	34,48 a	34,48 a	33,86
M. champaca	33,28 a	33,46 a	33,80 a	34,38 a	34,38 a	33,86
Média	32,97	33,18	33,74	34,02	34,02	
CV%	4,14					

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

3.4 Sensação Térmica Humana

Ao analisar a Tabela 5 nota-se que não houve diferenças estatísticas, tanto entre as distâncias como entre as espécies, referente à sensação térmica humana.

Tabela 5- Temperatura do ar (°C) em diferentes distâncias para quatro espécies utilizadas na arborização da UTFPR – DV. Dois Vizinhos, Paraná.

Espécies	Sensação térmica humana (°C)	Média

	0	5	10	15	Pleno Sol	
P. pluviosa	35,68 a*	35,59 a	31,02 a	33,23 a	33,23 a	33,75
H. chrysotrichus	38,16 a	34,35 a	31,99 a	33,54 a	33,54 a	34,32
S. molle	34,16 a	34,11 a	33,63 a	34,42 a	34,42 a	34,15
M. champaca	36,80 a	31,69 a	33,55 a	33,69 a	33,69 a	33,88
Média	36,2	33,94	32,55	33,72	33,72	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

3.5 Luminosidade e conforto visual

A vegetação é um elemento importante para minimizar os efeitos da luz solar em excesso, pois as árvores absorvem parte dos raios solares, proporcionando conforto e proteção às pessoas que frequentam espaços livres para prática de atividades físicas. Segundo Stuck (2006), uma luminosidade adequada além de auxiliar na visão, aumenta o prazer pela atividade e o bem estar físico, facilita a capacidade de concentração e evita o cansaço e a fadiga, o que também influencia no sistema nervoso da pessoa.

Na Tabela 6, constata-se que os menores valores de luminosidade para todas as espécies foram encontrados na distância zero, no entanto, a ordem crescente dos valores de luminosidade na sequência da menor para a maior distância a partir de 5m foi encontrada apenas para *S. molle*. Para *P.pluviosa* e para *M.champaca* a ordem das menores para as maiores luminosidades ocorreram sequencialmente nas distâncias de 0, 5, 15 e 10m, o que não era esperado, e que pode ter ocorrido em função de que a 15 m, essas espécies podem ter sido influenciadas pelo sombreamento de outras.

Os limites aceitáveis de luminosidade se enquadram entre 500 e 2000 (lux), em ambientes abertos e parques, onde se enquadra o campus da UTFPR – DV, os valores encontrados a zero metro, e a cinco metros para *P. pluviosa* e para *S. molle*, foram considerados baixos, para *H. chrysotrichus* e *M.champaca*, os valores foram baixos apenas na distância zero, sendo assim esses valores para as espécies e distâncias, são considerados desconfortáveis à população. No entanto os demais valores se enquadram nos padrões de confortabilidade visual.

Tabela 6- Luminosidade (Lux x 100) em diferentes distâncias para quatro espécies utilizadas na arborização da UTFPR – DV. Dois Vizinhos, Paraná.

Espécies	Distâncias (m)					Média
	0	5	10	15	Pleno Sol	
P. pluviosa	79,20 aC*	396,40bB	819,40aA	789,40aA	789,40 aA	574,76
H. chrysotrichus	243,20 aB	786,80aA	677,80aA	567,20aA	567,20aA	568,44
S. molle	127,50 aB	312,40bB	670,00aA	697,40aA	697,40aA	500,94
M. champaca	103,24 aB	544,00bA	664,60aA	572,20aA	572,20 aA	491,25
Média	138,29	509,90	707,95	656,55	656,55	
CV%			28,80			

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, e pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

3.6 Velocidade e conforto das ações dos ventos

Analisando-se a Tabela 7 referente à velocidade do vento, houve diferença estatística apenas entre as espécies a zero metro, nas demais condições os resultados não diferiram entre si.

A velocidade de vento obtida nas diferentes distâncias mostraram *P. pluviosa* e *M. champaca* com as maiores velocidades a zero metro de distância, isso ocorre devido as suas copas frondosas e densas, e nessa distância os ventos ficam sob as copas, circulando com maior velocidade.

Tabela 7- Velocidade do vento (m/s) em diferentes distâncias para quatro espécies utilizadas na arborização da UTFPR – DV. Dois Vizinhos, Paraná.

Espécies	Distâncias (m)					Média
	0	5	10	15	Pleno Sol	
P. pluviosa	0,68 abA	0,38 aA	0,56 aA	0,64 aA	0,64 aA	0,58
H. chrysotrichus	0,08 bA	0,20 aA	0,22 aA	0,24 aA	0,24aA	0,20
S. molle	0,16 bA	0,10 aA	0,20aA	0,16 aA	0,16 aA	0,16
M. champaca	1,08 aA	0,52 aA	0,64 aA	0,72 aA	0,72 aA	0,74
Média	0,50	0,30	0,41	0,44	0,44	
CV%	110,39					

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, e pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Com a velocidade do vento, foi possível determinar o conforto humano em relação à ação dos ventos, apartir do número de Beaufort, Tabela 10. A tabela mostra que *H. chrysotrichus* e S. *molle* na escala de Beaufort, resultaram em zero para todas as distâncias, sendo esse valor caracterizado pela presença de ventos calmos, não sendo assim perceptível. Porém, para *P. pluviosa*, obteve-se zero para a distância de cinco metros e para as demais distâncias constatou-se o valor 1, sendo o mesmo caracterizado como vento leve e também não perceptível.

A espécie de *M. champaca* em todas as distâncias obteve resultado igual a 1, sendo assim, ao se enquadrar os lugares onde foram efetuadas as medições como áreas onde são realizadas atividades que a pessoa fica parada, sentado, e com exposição curta e/ou longa, constatou-se que a velocidade do vento é imperceptível às pessoas.

Tabela 8- Escala de Beaufort em diferentes distâncias para quatro espécies utilizadas na arborização da UTFPR – DV. Dois Vizinhos, Paraná.

Espécies	Número de Beaufort			
	0m	5m	10m	15m
P. pluviosa	1	0	1	1
H. chrysotrichus	0	0	0	0
S. molle	0	0	0	0
M. champaca	1	1	1	1

3.7 Forma, Densidade, Área de copa e Índice de Sombreamento Arbóreo

Na Tabela 9 observa-se que tanto para área de copa como para o índice de sombreamento arbóreo (ISA) as espécies não apresentaram diferença. Percebe-se que quanto maior a área de copa, maior o índice de sombreamento.

Considerando o local como predominante para uso de residências o índice aceitável que o ISA seja igual ou maior que 50%, as espécies estudadas mostraram-se aptas para essa variável, obtendo-se o índice mínimo aceitável.

Tabela 9- Área de copa (m²) e Índice de Sombreamento Arbóreo (ISA) em porcentagem para quatro espécies utilizadas na arborização da UTFPR – DV. Dois Vizinhos, Paraná.

Espécies	Área de copa (m²)	ISA (%)
P. pluviosa	78,26 a	613,01 a

H. chrysotrichus	38,68 a	529,72 a
S. molle	62,94 a	586,70 a
M. champaca	31,48 a	507,02 a
Média	52,84	564,11
CV%	50,83	41,29

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), na coluna.

3.8 Eficiência das variáveis analisadas para as espécies em estudo

A Tabela 10 mostra a relação quanto à eficiência da temperatura do solo (T.S.), na distância zero o valor foi menor do que à pleno sol para *P. pluviosa*, *S. molle*, *M. champaca* o que era esperado, isso deve-se ao fato de que quanto menor a distância em relação ao tronco da árvore, maior é a incidência da copa e maior será o sombreamento gerado pela mesma. A partir disso, a espécie que obteve maior diferença em função das distâncias foi a *M. champaca* com -18,22 °C, isto é, a pleno sol a temperatura do solo foi maior em 18,22 °C em relação à distância zero.

Já em relação à eficiência da umidade relativa do ar (U.R.), era esperado que quanto menor a distância em relação ao tronco da árvore, maior seja o valor em comparação à pleno sol. Mas na prática não foi exatamente o que aconteceu com todas as espécies pois as espécies *S. molle* e *H. chrysotrichus* os valores encontrados foram maiores 6,96% e 0,98% respectivamente, já nas espécies *M. champaca* e *P. pluviosa* os valores foram menores -3,52% e -6,9% respectivamente, atendendo as expectativas.

Em função da eficiência da temperatura do ar (T.ar), esperava-se que o valor encontrado fosse menor à distância zero em relação a pleno sol. Nas espécies *S. molle*, *M. champaca* e *P. pluviosa* foi o que aconteceu, os valores encontrados -2,56 °C, -1,1 °C e -0,8 °C respectivamente foram menores na distância zero. Isso não foi o que aconteceu com o *H. chrysotrichus* cujo valor foi maior em 0,26 °C.

Na análise da eficiência de luminosidade incidente (L) é esperado que quanto mais próximo ao tronco menor seja esse índice, pelo fato de que quanto mais sombreado o local, menor será sua luminosidade. Foi o que aconteceu em todas as espécies, principalmente com a *S. molle* cuja diferença foi de -56990 lux em relação a pleno sol. Já a *H. chrysotrichus* obteve menor diferença -324 lux.

Considerando a eficiência da velocidade do vento (V.V.) esperava-se que à distância zero a velocidade seja menor do que à sol pleno, pelo fato de que a copa e o próprio tronco são uma barreira natural de ventos. Os resultados obtidos não foram muito significativos, já que a *H. chrysotrichus* exerceu melhor a função de inibir o vento com -0,16 m/s entre as espécies estudadas. Já a *M. champaca* não exerceu sua função, pois o vento próximo ao tronco foi maior que a sol pleno em 0,36 m/s. Isso pode ser pelo fato de que a *M. champaca* possui forma de copa piramidal e alta, o que à distância zero e na altura dos humanos sua copa não exerça essa função.

Tabela 10- Eficiência das variáveis analisadas para quatro espécies utilizadas na arborização da UTFPR – DV. Dois Vizinhos, Paraná.

Espécie	T.S. (°C)	U.R. (%)	T.ar (°C)	L.I. (lux)	V.V. (m/s)
P. pluviosa	-16,72	-6,9	-0,8	-710,2	0,04
H. chrysotrichus	1,58	0,98	0,26	-324	-0,16

S. molle	-13,1	6,96	-2,56	-56990	0
M. champaca	-18,22	-3,52	-1,1	-46896	0,36

4. Conclusões

Entre as quatro espécies avaliadas, o *S. molle* apresentou melhores resultados em três dos cinco critérios analisados, que são a umidade relativa do ar, a temperatura do ar e a luminosidade incidente. A *M. champaca* apresentou melhor resultado apenas em temperatura do solo. O *H. chrysotrichus* foi o mais eficiente em inibir a velocidade do vento. Já a *P. pluviosa* não se destacou em nenhum dos critérios avaliados.

A espécie mais indicada para a arborização urbana, segundo o presente estudo e considerando os critérios avaliados, foi o *S. molle*, pois se sobressai na maioria das variáveis avaliadas. Entretanto, deve-se levar em consideração o estudo de demais variáveis, como toxidade e inclinação de tronco, para tal espécie, definindo assim sua utilização na arborização urbana.

Referências Bibliográficas

ABREU, L.V; LABAKI, L. C. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 103-117, 2010.

ASSIS, E. S. de. Abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória. In: ENCONTRO NACIONAL E IV ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8, 2005, **Anais...** Maceió: Antac, 2005, p.92-101.

GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. Arborização e Conforto Térmico no Espaço Urbano: Estudo de Caso nas Praças Públicas de Presidente Prudente (SP). **Caminhos de Geografia.** Presidente Prudente, SP. p. 94-105. 2003.

LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; ABREU, L. V. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Fórum Patrimônio,** Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011.

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.

SILVEIRA, M. H. D.; PEREIRA, L. R. Influência da Arborização Urbana no Microclima de Duas Áreas na região Central de Rondonópolis – MT. **Centro Científico Conhecer.** Goiânia, GO. v. 7, n.13, p. 1158-1164. 2011.

STUCK, B. M. **Controle do conforto luminoso e térmico de um ambiente**. Dissertação (monografia de graduação em Engenharia de controle e automação). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2006, 58p.

Caracterização e distribuição espacial de *Mangifera indica* L. na arborização urbana de Frederico Westphalen.

Characterization and spatial distribution of *Mangifera indica* L. in urban forestation of FredericoWestphalen.

Douglas Trautmann e Silva[1],
Fernanda Dias Dos Santos[1].
JaineCristiane Klafke Lanz[1],
Magda Lea Bolzan Zanon[1].

[1]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Centro de Educação Superior Norte do RS, Universidade Federal de Santa Maria, Linha Sete de Setembro s/n, BR 386, Km 40, CEP 98400-000, Frederico Westphalen, (RS). trautmann@hotmail.com.br, fernandadiotti@hotmail.com, jainelanz@gmail.com, magdazanon@ufsm.br.

Resumo: A arborização urbana é caracterizada principalmente pelo plantio de árvores de porte arbustivo ou arbóreo em praças, parques, nas calçadas de vias públicas e nas alamedas e se constitui hoje em dia uma das mais relevantes atividades da gestão urbana, devendo fazer parte dos planos, projetos e programas urbanísticos das cidades. Frente essas necessidades de tomar conhecimento das espécies presentes no município de Frederico Westphalen realizou-se o censo arbóreo, no qual o trabalho irá tratar da caracterização da espécie e também de sua distribuição; bem como seus efeitos quanto a polinização e produção de frutos. Com os dados coletados durante o censo, foi possível concluir que grande parte dos exemplares de Mangífera indica estão em locais compatíveis, porém, grande parte dos mesmos estão sem poda de manutenção, o que implica em danos ao patrimônio, por queda de galhos, ou até mesmo atrapalhando o trânsito de pedestres. Para que se utilize a espécie em arborização urbana, se indica poda de manutenção e condução, já que a mesma é indicada para esses casos.
Palavras-chave: Arborização urbana, Mangifera indica, frutíferas para áreas Urbanas, manga.

Abstract: The urban forestry is characterized mainly by planting trees sized shrub or tree in squares, parks, on public roads and sidewalks in lanes and is today one of the most relevant activities of urban management, and should be part of the plans, projects and urban programs of cities. Facing these needs to learn about the species present in the municipality of FredericoWestphalen it's been held the tree census, in which the work will deal with the characterization of the species as well as their distribution; and its effects as pollination and fruit production. With the data collected during the census, it was concluded that most MangíferaIndica copies are in compatible sites, however, most of them are without pruning maintenance, which involves property damage by falling branches, or even hindering pedestrian traffic. In order to use the species in urban afforestation, it is indicated to conduct maintenance and pruning, since it is suitable for such cases.
Keywords: Urban tree, Mangiferaindica, fruit for Urban areas sleeve.

1. Introdução

As cidades sofrem modificações constantes,desta forma pode vir a ter uma elevada concentração de pessoas, carros, edificações e outros.Isso aliado a problemas como a impermeabilização do solo acaba gerando sérios problemas ambientais, dentre eles uma redução considerável de cobertura vegetal.

O processo de urbanização tem apresentado proporções muitosignificativas nos últimos anos. Isso se deve à progressiva migração dapopulação para as áreas modernas. Mas, por conta da forma como essaspopulações surgem, crescem e se organizam, têm-se efeitos sempre intensivose localizados que provocam profundas alterações nos sistemas naturais e napaisagem original das cidades e, consequentemente, nos padrões de qualidadeambiental do meio urbano.

Neste contexto, a arborização urbana é um dos fatores primordiais a sercontemplado no planejamento urbano de cidades, haja visto a importância que avegetação desempenha no ambiente citadino como referencial de qualificaçãopara a vida urbana, no tocante a aspectos socioeconômicos, culturais eecológicos.

Mas observa-se que muitas cidades brasileiras adotam o plantio maciçode espécies exóticas, em detrimento da flora regional. Essa prática logicamenteinflui na biodiversidade do ecossistema urbano, parâmetro de fundamental importância para a fixação da fauna. Mesmo que haja diversidade nas espéciesimplantadas, muitas vezes com fins de minimizar a competitividade com omobiliário urbano, têm-se reflexos na manutenção do equilíbrio ecológico.

Desta forma a vegetação urbana age de uma forma a suavizar os efeitos do processo de urbanização que geralmente é intenso e acelerado. A arborização das ruas, dos parques, das praças e ainda das áreas verdes atuam na melhoria do microclima e amenizam as temperaturas. Participam do ciclo hidrológico dos centros urbanos e inserem elementos naturais e características orgânicas, diminui a dominância do concreto e do asfalto, deixando os centros mais belos e harmônicos.

Assim, pode-se dizer que há um grande número de espécies que podem ser plantadas nestes centros. Tanto espécies frutíferas quanto espécies para sombra e ou embelezamento.

Neste trabalho será abordado um pouco sobre a espécie *Mangifera indica* do qual possui a característica de uma boa sombra e também de bons frutos do qual pode ser consumido pela população em geral.

A *Mangifera indica* é uma árvore frutífera da família Anarcadiaceae, nativa do sul e sudeste asiático, foi introduzida no Brasil com sucesso e em outros países tropicais. Sua fruta é muito apreciada, e é considerada um dos frutos mais exportados pelo Brasil, sendo as cultivares Tommy e Handen as mais procuradas no mercado (PINTO et al., 2002). A manga é considerada um dos melhores frutos, devido às suas qualidades organolépticas, motivo da sua principal aceitação. Além de fornecer nutrientes essenciais como minerais, vitamina C, tiamina e ainda niacina (FARIA et al., 1994, SALUKE& DESAI, 1984). Já o formato da copa propicia o uso em arborização urbana de muitas cidades do país. Sua fruta popularmente conhecida como manga é do tipo drupa e sua coloração varia de amarelo a vermelho. Sua polpa é suculenta e saborosa, em alguns casos fibrosa, encerrando em uma única semente no centro.

O objetivo do trabalho foi levantar os exemplares de *Mangifera indica*presentes na arborização urbana no município de Frederico Westphalen, assim como a sanidade dos mesmos e a compatibilização dos mesmos nos locais onde foram implantados e fazer um comparativo entre os exemplares quanto a sua altura e diâmetro à altura do peito.

2. Metodologia de Trabalho

O trabalho de coleta de dados foi realizado no município de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, no período de 10 de novembro de 2013 a 10 de agosto de 2014. As coletas foram feitas *in loco* em todos os pontos onde foram identificados exemplares da espécie, nos quais foram coletadas as variáveis: altura total da árvore, diâmetro à altura do peito, altura do primeiro galho do exemplar, distância que o exemplar está da calçada e do muro. Foram marcados os pontos de localização de cada exemplar encontrado com auxílio de GPS GarminMap e foram fotografados todos os exemplares. Foi realizado o inventário da sanidade de cada exemplar e a necessidade de se fazer manutenção da cova de cada um, a necessidade ou não de realização de podas e/ou retirada dos mesmos, quando houvesse danos à via ou aos transeuntes. Os equipamentos utilizados para a coleta de dados pertencem à Prefeitura Municipal de Frederico Westphalen.

Os dados foram coletados por uma equipe de acadêmicos do Curso de Engenharia Florestal da UFSM, Campus de Frederico Westphalen, quando os mesmos estavam realizando estágio extracurricular na Secretaria Municipal Do Meio Ambiente do Município de Frederico Westphalen – SeMMA.

3. Resultados e discussões

Durante o período de inventário foram computados um total de 69 exemplares. Na Figura 1, é possível observar que os mesmos tem grande variação de altura quando comparados entre si, sendo que em muitos casos a falta de poda é um fator determinante para que esta variação se tornasse evidente.

A menor altura encontrada entre os exemplares foi de 0,62 m e a maior altura foi de 12,0 m. Foram encontrados cinco exemplares com alturas inferiores a 1,30 metros, não sendo nestes casos possível medir o cap (cm). Após análise dos dados determinou-se que 20,28% dos indivíduos encontrados apresentavam alturas inferiores a 3,0 m de altura, 49,27% apresentavam alturas entre 3,0 e 6,0 m, 16,1% apresentavam alturas variando de 6,0 a 8,0 m, e, apenas 2,9% apresentavam alturas maiores que 10 m. Sendo que média geral das alturas foi de 5,0 m.

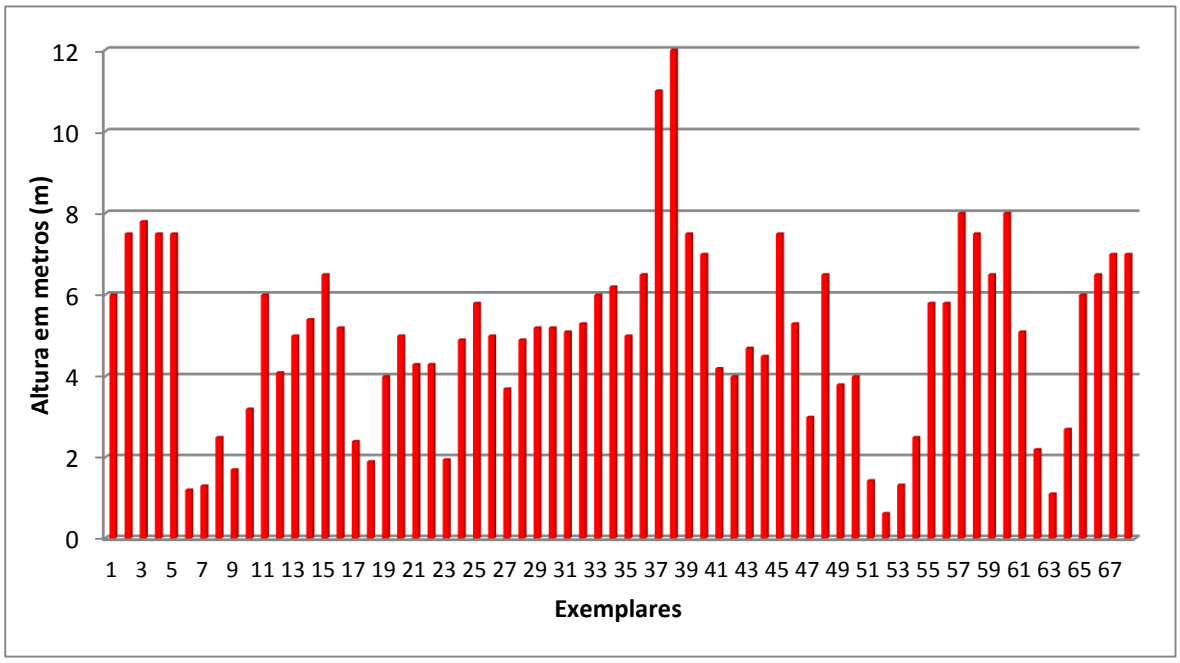


Figura 1: Altura dos exemplares levantados no município de Frederico Westphalen, RS.
Figure 1: Height of the specimens collected in the city of Fredericksburg, RS.

De acordo com a Figura 2, que se refere ao diâmetro à altura do peito de todos os exemplares de *Mangifera indica* encontrados no perímetro urbano do Município de Frederico Westphalen, observou-se que os valores variaram de 0 até 47,7 cm. Sendo que 34,8% ficaram entre as classes 0-10 cm, 34,8% entre as classes 10-20 cm, 20,29% entre as classes 20-30 cm, e 8,7% nas classes superiores. Pode-se concluir que os mesmos possuem grande variação de idades, quando comparados entre si devido a essa variação observada.

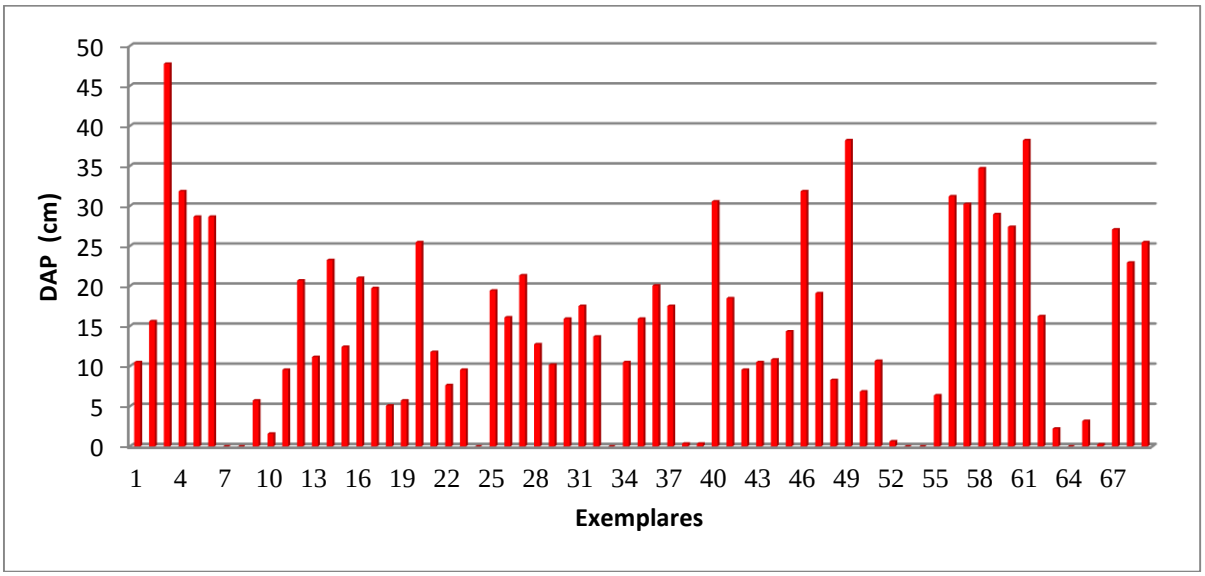


Figura 2: Diâmetro à altura do peito dos exemplares levantados.
Figure 2: diameter at breast height of raised copies.

Foram observados alguns fatores, como a sanidade dos exemplares e a compatibilização dos mesmos com o local em que foi implantado. Alguns exemplares encontram-se com sanidade boa, porém, alguns estão abaixo do ideal, devido ao ataque de insetos e pragas, onde não é feito o controle devido. Quanto ao local em que se encontram, devido a falta de poda de condução, alguns exemplares dificultam o trânsito de pedestres, ressaltando ainda mais a necessidade de manutenção, não somente dessa espécie, mas de toda a arborização do município.

4. Conclusões

Conclui-se que a *Mangifera indica* pode ser uma boa espécie para ser usada na arborização urbana, uma vez que propicia sombra e também frutos, porém, a poda de condução deve ser realizada para que não ocorra danos ao patrimônio e problemas aos pedestres e tenha uma harmonia na arborização urbana, tanto visual quanto física.

Referências Bibliográficas

BAGSHAW, J. **Mango pestand disorders**. Queensland: Departament of Primary Industries, 1989. 44 p. (Bulletin, Q189007).

GAYET, J. P. **Manga para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1994.

ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B.; ASSIS, J. S.; LIMA, M. A. C.; AMORIM, T. B. F.; MARTINS, A. G. Colheita e pós-colheita. In: GENÚ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. (Eds.). **A cultura da mangueira**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 381-406.

MAIA, G. A.; SILVA, M. de F. A.; HOLANDA, L. F. F. de; MONTEIRO, J. C. S.; ORIÁ, H. F.; FIGUEIREDO, R. W. de. Estudo da maturação de algumas variedades de manga (*Mangifera indica* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 8, n. 2, p. 67-74, 1986.

SIQUEIRA, D. L. de; BOTREL, N.; CARVALHO, V. D. de; RAMOS, V. H. V.; ARAUJO, F. A. Características físicas e químicas de frutos de vinte cultivares de mangueira *(Mangifera indica* L.*)* em Uberaba MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 10, n. 2, p. 49-54, 1988.

Composição florística da praça Camilo Mércio no Centro Histórico de São Gabriel – RS.

Floristic composition of the Camilo Mércio square in the Historical Center of São Gabriel - RS.

Italo Filippi Teixeira[1]
Icaro Gustavo Rodrigues Taborda[2];
Francisco Marques de Figueiredo[3];
Leonardo Marques Soares[4].

[1] Universidade Federal do Pampa Campus São Gabriel, Avenida Antonio Trilha, 1847, São Gabriel – RS. italo.filippi@gmail.com

[2] GRANFLOR, Rua dos Andradas, 2714, Rosário do Sul – RS. icarotaborda@gmail.com

[3] Universidade Federal do Pampa Campus São Gabriel, Avenida Antonio Trilha, 1847, São Gabriel – RS. fdemarquesdefigueiredo@gmail.com

[4]GRANFLOR, Rua dos Andradas, 2714, Rosário do Sul.w.axlmarques@gmail.com;

Resumo O conhecimento da composição de espécies de um espaço livre público é essencial no processo de planejamento e nas decisões referentes às técnicas de manejo que podem ser aplicadas.O presente trabalho teve como objetivo apresentar a composição florística da Praça Camilo Mércio, situada na cidade de São Gabriel, RS. Na composição florística foram identificados 103 exemplares arbóreos, distribuídos em 32 espécies e 18 famílias botânicas, tendo as espécies com o maior número de indivíduos a *Grevillea robusta* A. Cunn. ex R. Br.(15,53%) , *Ligustrum japonicum* Thunb. (11,68%), *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze (10,68%). As famílias de maior destaque quanto ao número de espécies foram Fabaceae (18,75%), Arecaceae (15,63%), Bignoniaceae (9,38%). A composição geral da praça apresentou-se com predomínio de espécies exóticas (62%) em detrimento das nativas (38%).
Palavras-chave: silvicultura urbana; espécies vegetais, espaços livres públicos.

Abstract: The knowledge of the species composition of a public space is essential in the planning process and in decisions concerning management techniques that can be applied. This study aimed to present the floristic composition of Camilo Mercian Square, located in São Gabriel, RS. Floristic composition were identified in 103 specimens of trees, distributed in 32 species and 18 botanical families, and species with the largest number of individuals to *Grevillea robusta* A. Cunn. ex R. Br (15.53%), *Ligustrum japonicum* Thunb. (11.68%), *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze (10.68%).The most prominent families on the number of species were Fabaceae (18.75%), Arecaceae (15.63%), Bignoniaceae (9.38%). The general composition of the square was presented with a predominance of exotic species (62%) to the detriment of native (38%).
Keys word: urban forestry; plant species, open spaces.

1.Introdução

O entendimento dos diferentes termos utilizados para fazer referências às áreas verdes urbanas ainda é um ponto de controvérsias, seja à nível de pesquisa, ensino, planejamento ougestão. Conceitos de similaridades e diferenciações entre termos como áreas livres,espaços abertos, áreas verdes, praças, parques urbanos, arborização urbana e tantos outros,confundem os profissionais e pesquisadores, quer sejam ou não dessa área de estudo (MELO; ROMANINI, 2007).

Diante disso, Sanchotene (2004), definiu espaços livres como áreas não edificadas de uma cidade, de domínio do Município, Estado, União ou de particulares independentes de sua destinação de uso. Logo as áreas verdes são os espaços livres dedicados à preservação

ou implantação de vegetação ou ao lazer público, às quais podem ter vegetação natural ou implantada.

Mazzei et al (2007) também desenvolvendo o mesmo tema definiram então como espaço livre qualquer espaço urbano fora das edificações e ao ar livre, de caráter aberto e, independentemente do uso, é destinado ao pedestre e ao público no geral. Os espaços livres de construção, como elementos integradores da paisagem urbana, são normalmente associados à função de lazer para as categorias como praças, jardins ou parques, e devem ser entendidos de acordo com as atividades e necessidades do homem urbano

Para muitos autores, dentre eles Nucci (2008), Toledo e Santos (2008),Jim e Chen(2003), McPherson et al (1994), Magalhães (2001), os vários benefícios que estes espaços trazem para os munícipes no convívio nas cidades são: controle da poluição do ar e acústica, aumento do conforto ambiental, estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas, interceptação das águas da chuva no subsolo reduzindo o escoamento superficial, abrigo à fauna, equilíbrio do índice de umidade no ar, proteção das nascentes e dos mananciais, organização e composição de espaços no desenvolvimento das atividades humanas, valorização visual e ornamental do ambiente, recreação, diversificação da paisagem construída. A vegetação tem efeitos diretos sobre a saúde mental e física da população.

Verifica-se, deste modo, que é a partir dela que muitos problemas serão amenizados ou resolvidos e, portanto, a cobertura vegetal, tanto em termo qualitativo como quantitativo e também sua distribuição espacial no ambiente urbano, deve ser cuidadosamente considerada na avaliação da qualidade ambiental (SILVA JÚNIOR, 2012).

Os espaços verdes e as árvores que se encontram integrada sem áreas urbanas conseguem assim contribuir para uma melhoria da qualidade do ar local,bem como servir de proteção contra as radiações solares ultravioleta.São cinco as formas pelas quais as árvores urbanas beneficiam a qualidade do ar:absorvendo os poluentes gasosos (O3, NO2 e SO2) através da superfície das folhas; interceptando as partículas (pó, cinza, pólen e fumo);reduzindo as emissões provenientes da geração de energia, devido ao decréscimo do consumo de energia nos edifícios;libertando oxigênio e seqüestrando dióxido de carbono através da fotossíntese;transpirando água e ensombrando as superfícies, o que conduz à diminuição da temperatura do ar local e, conseqüentemente, reduz as concentrações de ozônio (MACO et al, 2003).

Mas para que ocorra um manejo adequado, há a necessidade de se conhecer bem esse patrimônio arbóreo, e isso pode ser feito através do inventário e diagnóstico da arborização das praças, que tem o objetivo de estudá-las para compreendê-las e indicar uma atuação de forma mais incisiva (SILVA, FILHO, 2010).

O inventário da arborização tem como objetivo geral conhecer o patrimônio arbustivo e arbóreo de uma localidade. Tal levantamento é fundamental para o planejamento e manejo da arborização,fornecendo informações sobre a necessidade de poda, tratamentos fitossanitários ou remoção e plantios, bem como para definir prioridades de intervenções (MELO et al, 2007).

O crescimento desordenado das cidades brasileiras e as conseqüências geradas pela falta de planejamento urbano despertaram a atenção de planejadores no sentido de se perceber a vegetação como componente necessário ao espaço urbano (RIBEIRO, 2009).

Isto posto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a composição florística da Praça Camilo Mércio no centro histórico da cidade de São Gabriel – RS.

2.Material e Métodos

O presente estudo foi realizado no município de São Gabriel (latitude -30,336 e longitude -54,32) localizado na fronteira oeste do Estado do Rio Grande do Sul. O mesmo está localizado as margens da BR-290 e é banhado pelas águas do rio Vacacai, fazendo divisa com os municípios de Rosário do Sul, Lavras do Sul, Dom Pedrito, Cacequi, Dilermando de Aguiar, Vila Nova do Sul, São Sepé e Santa Maria. São Gabriel tem uma população de 60.425 habitantes e a sua área corresponde a 5.024 km², o clima do município é o subtropical onde a temperatura media é de 26ºC, a altitude é de 114 m acima ao nível do mar (IBGE, 2013).

Nesta cidade foi realizado um levantamento florístico na praça Camilo Mércio (figura 1) localizada no centro histórico de São Gabriel entre as avenidas, Av. General Marques (norte), a Av. Mascaranhas De Morais(sul) e as ruas Gen. Malett (oeste) e a Rua Francisco P M Leivas (leste), sendo que a praça apresenta uma área total de 13.304,01 m², onde foi desconsiderada a área do Avenida Tênis Clube pois esta é particular.

O levantamento florístico foi realizado através de um censo sendo realizada a identificação das espécies *in loco* e em excicatas do Herbário da Universidade Federal do Pampa Campus São Gabriel.

3.Resultados e Discussão

No inventário florístico realizado na Praça Camilo Mércio, São Gabriel-RS, foram identificados 103 exemplares, distribuídos em 18 famílias botânicas, 31 gêneros e 32 espécies, conforme tabela 1.

Através de um censo da vegetação arbóreo-arbustiva realizado por Rocha etal (2008) na Praça Tunuca Silveira, também localizada no Centro Histórico do município de São Gabriel-RS obtiveram como resultado da sua composição florística 310 indivíduos distribuídos em 40 espécies vegetais.

A diversidade florística é desejável no ambiente urbano por isso Roderjan e Barddal (1998) comentam que a paisagem rica e diversificada de um espaço destinado à grande circulação de pessoas é garantia de um ambiente onde há benefícios ecológicos, sociais e econômicos.

Segundo Santamour Júnior (2002) uma grande diversidade de espécies de árvores na paisagem urbana se faz necessária justamente para garantir o máximo de proteção contra pragas e doenças, evitando assim, o aniquilamento de espécies, onde a arborização é muito homogênea. Dessa forma, segundo o mesmo autor, recomenda-se não exceder mais que 10% da mesma espécie, 20% de um mesmo gênero e 30% de uma família botânica.

As famílias que contribuíram com maior número de espécies foram Fabaceae com 6 espécies (18,75%), Arecaceae com 5 espécies (15,63%), Bignoniaceae com 3 espécies (9,38%), Malvaceae, Meliaceae e Myrtaceae com 2 espécies (6,25%) e as outras famílias contribuíram com apenas 1 espécie cada (3,13%).Já as famílias que tiveram maior número de indivíduos foram: Fabaceae com 23 indivíduos (22,33%), Proteaceae com 16 indivíduos (15,53%), Oleoaceae com 12 indivíduos (11,65%), Arecaceae com 10 indivíduos (9,71%0, Asparagaceae e Malvaceae com 7 indivíduos (6,80%), Bignoniaceae e Meliaceae com 6 indivíduos (5,83%), Cupressaceae e Myrtaceae com 3 indivíduos (2,91%), Rhamnaceae com 2 indivíduos (1,94%) e o restante das famílias com apenas 1 indivíduo cada (0,97%).

Tabela 1 - Espécies arbóreas classificadas por família, nome botânico e comum, número total de indivíduos (NI) e procedência, Praça Camilo Mércio, São Gabriel-RS.
Table 1 - Tree species classified by family, botanical and common name, total number of individuals (NI) and origin, Camilo Mércio Square, São Gabriel-RS.

Família	Nome Científico	Nome Comum	NI	Procedência
Apocynaceae	*Nerium oleander*L.	Espirradeira	2	Exótica
Arecaceae	*Dypsis lutescens* (H. Wendl.) Beentje& J. Dransf.	Areca-bambú	2	Exótica
	Butia capitata (Mart.) Becc.	Butiazeiro	1	Nativa
	Washingtonia robusta H. Wendl.	Coqueiro-de-saia	3	Exótica
	Livistona chinensis (Jacq.) R. Br. ex Mart.	Palmeira-de-leque	1	Exótica
	Phoenix canariensis Chabaud.	Tamareira-das-canárias	3	Exótica
Asparagaceae	*Yucca guatemalensis* Baker.	Yucca	7	Exótica
Bignoniaceae	*Jacaranda micrantha* Cham.	Caroba	1	Nativa
	Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex A. DC.) Mattos	Ipê-amarelo	1	Nativa
	Jacaranda mimosaefolia D. Don.	Jacarandá-mimoso	4	Exótica
Cupressaceae	*Cupressus sempervirens* L.	Cipreste	3	Exótica
Fabaceae	*Pterogyne nitens* Tul.	Amendoim-bravo	4	Nativa
	Parapiptadenia rigida (Bentham) Brenan.	Angico-vermelho	3	Nativa
	Peltophorum dubium (Spreng.) Taub.	Canafístula	3	Nativa
	Erythrina crista-galli L.	Corticeira-do-banhado	1	Nativa
	Caesalpinia peltophoroides Benth.	Sibipiruna	1	Nativa
	Tipuana tipu (Benth.) Kuntze	Tipuana	11	Exótica
Lauraceae	*Cinnamomum camphora* (L.) J. Presl.	Canforeira	1	Exótica
Lythraceae	*Lagerstroemia indica* L.	Extremosa	1	Exótica
Malvaceae	*Luehea divaricata* Mart.	Açoita-cavalo	1	Nativa
	Brachychiton populneus (Schott &Endl.) R. Br.	Braquiquito	6	Exótica
Meliaceae	*Cedrela fissilis* Vell.	Cedro	2	Nativa
	Melia azedarach L.	Cinamomo	4	Exótica
Myrtaceae	*Callistemon viminalis* (Sol. exGaertn.) G. Don	Escova-de-garrafa	2	Exótica
	Eugenia uniflora L.	Pitangueira	1	Nativa
Oleaceae	*Ligustrum japonicum*Thunb.	Ligustro	12	Exótica
Paulowniaceae	*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud	Quiri	1	Exótica
Pinaceae	*Pinus taeda* L.	Pinus	1	Exótica
Proteaceae	*Grevillea robusta* A. Cunn. ex R. Br	Grevilha	16	Exótica
Rhamnaceae	*Hovenia dulcis* Thunb	Uva-do-Japão	2	Exótica
Rosaceae	*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.	Nespereira	1	Exótica
Theaceae	*Camellia japonica* L.	Camélia	1	Exótica
Total			**103**	

Dentre as espécies com a maior taxa de indivíduos está *Grevillea robusta* com 16 exemplares, *Ligustrum japonicum* com 12, *Tipuana tipu* com 11, *Yucca guatemalensis* com 7, *Brachychiton populneus* com 6, *Jacaranda mimosaefolia*, *Melia azedarach* e *Pterogyne nitens* com 4 cada, *Cupressus sempervirens*, *Parapiptadenia rigida*, *Peltophorum dubium*, *Phoenix canariensis*e *Washingtonia robusta* com 3 cada, *Callistemon viminalis*, *Cedrela fissilis*, *Dypsis lutescens*, *Hovenia dulcis* e *Nerium oleander* com 2 cada o restante das espécies são representadas apenas com 1 exemplar cada, conforme Figura 1.

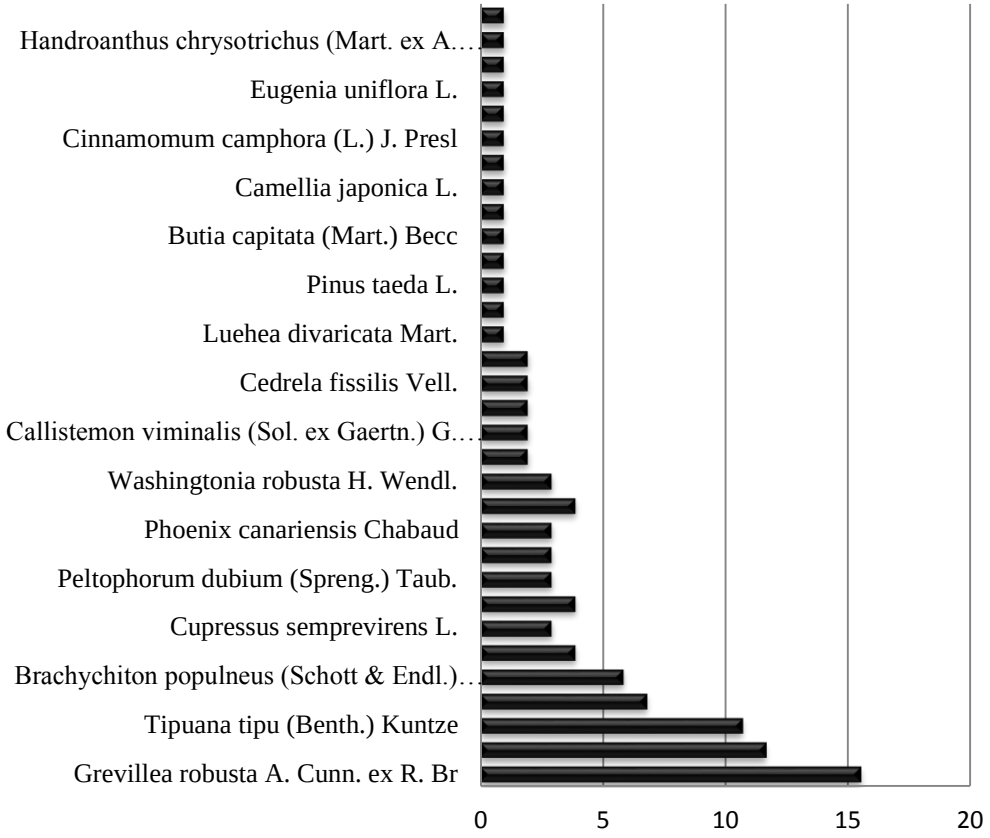


Figura 1. Número de indivíduos em relação a espécies na Praça Camilo Mércio, São Gabriel-RS.
Figure 1. Number of individuals for species in the Square Camilo Mércio, São Gabriel-RS.

Na Praça Tunuca Silveira, localizada também em São Gabriel – RS, as espécies mais frequentes obtidas no censo da composição arbórea-arbustiva foram muito semelhantes a área em questão pois obteve-se o *Ligustrum lucidum* W.T. Aiton com 32%, *Yucca elephantipes* Regel (12,08%), *Cupressus sempervirens* L. (6,40%), *Jacaranda mimosaefolia* D.Don (6,40%) e *Lagerstroemia indica* Lam. (6,04%) totalizando 62,92% dos indivíduos inventariados (Rocha et al, 2008).

Quanto à procedência das espécies inventariadas o resultado demonstrou que o número de espécies exóticas foi de 81,55% e o de nativas foi de 18,45%, conforme a Tabela 1.

A utilização de grande quantidade de espécies vegetais exóticas na composição da arborização de áreas verdes é uma realidade não apenas de São Gabriel como de várias cidades brasileiras e um exemplo foi o que nos mostra o estudo de Teixeira e Santos (2007) em que analisando a vegetação das áreas verdes de Veranópolis – RS constataram que 71,7% dos exemplares arbóreo-arbustivos eram de origem exótica e 28,3% nativos.

Valores semelhantes foram obtidos por Mötter e Müller (2012) que ao avaliar a arborização da cidade de Tuparendi – RS verificaram que a mesma é composta por 36,84% de árvores nativas e 63,16 % de exóticas.

No tocante a analise mais detida sobre as famílias, observa-se através da Figura 2 a ocorrência das espécies exóticas e nativas. O predomínio das exóticas é observado na maioria das famílias, sendo que ocorrem exclusivamente em várias delas. A única família onde ocorreu a predominância das espécies nativas sobre as exóticas foi a Fabaceae.

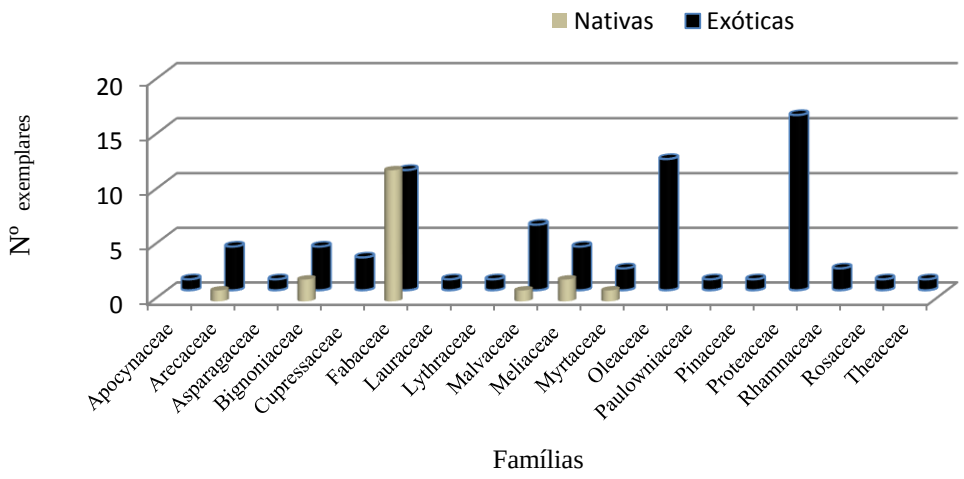


Figura 2 - Número de exemplares nativos e exóticos por família, Praça Camilo Mércio, São Gabriel – RS.
Figure 2 - Number of native and exotic specimens per family, Camilo Mércio Square, San Gabriel - RS.

A super-utilização de espécies exóticas na arborização de áreas verdes urbanas, pode ser atribuída em parte a um reflexo de tendências paisagísticas anteriores, pois, sob o ponto de vista estético, simplesmente é mais fácil encontrar espécies de grande beleza distribuídas por todo mundo, do que somente em um espaço geográfico ou formação vegetal restrita. Também há um evidente desconhecimento por parte da população e órgãos governamentais acerca da riqueza e utilização de espécies de nossa flora (LINDENMAIER; SANTOS, 2008).

O uso excessivo de espécies exóticas não é tecnicamente indicado, já que as espécies nativas salvaguardarão a identidade biológica da região, oferecendo também abrigo e alimentação à fauna local e desta forma protegendo o ecossistema como um todo. Deve-se somente optar por espécies exóticas quando tiver plena certeza de que essas espécies estejam aclimatadas às condições locais e que não interfiram nas relações ecológicas da região (DANTAS; SOUZA ,2004). Dentro deste mesmo prisma Paiva et al. (2010) comentam que é tecnicamente recomendável o uso de espécies nativas da região trabalhada sob o ponto de vista ecológico adaptativo e funcional, principalmente para que se possa garantir relações ecológicas co-evolutivas e genéticas, de dispersão de propágulos (pólen e sementes) envolvendo fauna e flora dentro do ambiente urbano e também para conservação de material genético autóctone.

4.Conclusão

A composição florística da Praça Camilo Mércio, São Gabriel – RS apresentou-se com o predomínio de espécies exóticas o que é um cenário muito recorrente em vários espaços livres públicos distribuídos nas urbes brasileiras. A falta de estudos sobre a silvicultura de espécies nativas, principalmente do Bioma Pampa, e a ausência de mudas no mercado impedem o uso destas no paisagismo das áreas verdes em geral.

Referências Bibliograficas

DANTAS, I.C. ;DE SOUZA, C.M.C. Arborização urbana na cidade de Campina Grande-PB: Inventário e suas espécies. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 4, n.2. 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**.** Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acessoem: 20 de jan.de 2015.

JIM, C.Y.; CHEN, S.S. Comprehensive greenspace planning based on landscapeecology principles in compact Nanjing City, China. **LandscapeandUrban Planning**,[Sl] v. 998. p. 1-22.2003.

LINDENMAIER, D.de S.; SANTOS, N.O.dos. Arborização urbana das praças de Cachoeira do Sul-RS-BRASIL: fitogeografia, diversidade e índice de áreas verdes. **Pesquisas, Botânica** N° 59: 307-320 São Leopoldo : Instituto Anchietano de Pesquisas, 2008.

MACO, S.E; McPHERSON, G.; SIMPSON, J.; PEPER, P.; XIAO, Q. **City of San Francisco, California.Street Tree Resource analysis**. Center for Urban Forest Research, USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station,2003, p. 9.

MAGALHÃES, M.R.*A* **Arquitectura Paisagista, morfologia e complexidade**. Lisboa: Editorial Estampa, 2001, p. 382-383.

MAZZEI, K; COLESANTI, M.T.M.; SANTOS, D.G. dos. Áreas verdes urbanas, espaços livres para o lazer. **Sociedade&Natureza**, Uberlândia, v.19, n. 1, 2007.

McPHERSON, G.; NOWAK, D. ROWNTREE, R.,(Eds). **Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicagourban forest climate project**. General Technical Report Northeastern Forest Experiment Station, USDA Forest Service,1994, No NE-186, p. 1.

MELO, E.F.R.Q.; ROMANINI, A. A gestão da arborização urbana na cidade de Passo Fundo/RS**. REVSBAU**, Piracicaba: SBAU, vol. 2,nº 1, 2007.

MELO, R. R.; LIRA FILHO, J. A.; RODOLFO JUNIOR, F. Diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização urbana no Bairro Bivar Olinto, Patos, Paraíba. **REVSBAU**, v.2, n.1, p.64-80, 2007.

MÖTTER, N; MÜLLER, N.G. Diagnótico da arborização urbana no município de Tuparendi-RS. **REVSBAU.** Piracicaba: SBAU, v.7, n.4, 2012.

NUCCI, J.C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. 2ª ed. Curitiba: O Autor, 2008. 150 p

PAIVA, A. V. de. et al. Inventário e diagnóstico da arborização urbana viária de Rio Branco, AC. **REVSBAU**, Piracicaba, v.5, n.1, p.144-159, 2010.

RIBEIRO, F. A. B. S. Arborização urbana em Uberlândia: :percepção da população.**Revista da Católica**,Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 224-237, 2009.

ROCHA, N.S.da, TABORDA, I.G.R, TATSCH, G.L,TOLFO, M.M,TEIXEIRA,I.F. Estudo da composição da vegetação da Praça Tunuca Silveira, São Gabriel, RS. **Hífen**. Uruguaiana, Vol. 32. n.61. 2008.

RODERJAN, C.V.; BARDALL, M. L. **Arborização das Ruas de Curitiba – PR. Guia Prático para a Identificação das Espécies**.Curitiba: FUPEF, 1998. 14p.

SANCHOTENE, M. do C.C. Conceito e composição do índice de áreas verdes. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. São Paulo: SBAU, n.1, jan./jun. 2004.

SANTAMOUR JÚNIOR, F.S. **Trees for urban planting: diversity unifomuty, and common sense**. Washington: U.S. NationalArboretum, AgricultureResearch Service, 2002.

SILVA JÚNIOR, R.N. da. Caracterização e análise quali-quantitativa da arborização em praças da área central da cidade de Arapiraca, AL. **REVSBAU.** Piracicaba: SBAU, v.7, n.2, 2012.

SILVA, S.V.K.da; FILHO, P.C.de O. Um protótipo para suporte espacial e de decisões à gestão da arborização urbana no município de Guarapuava (PR).**Ambiência,** v. 6, n. 2, 2010**.**

TEIXEIRA, I.F; SANTOS, N.R.Z. dos. Áreas de lazer públicas – caracterização qualitativa da cidade de Veranópolis (RS). **REVSBAU**, Piracicaba:SBAU, v. 2, n.2, p 1-10. 2007.

TOLEDO, F.S; SANTOS, D.G.D; Espaços livres de construção. **REVSBAU**, Piracicaba: SBAU, v. 3, n. 1, 2008.

Diagnóstico da arborização urbana no município de São Gabriel – RS

Urban afforestation diagnosis in the municipality of São Sabriel - RS

Pedro Henrique Paleari Varjão de Oliveira[1]
Henriqueta Caroline de Souza[2]
Fabriciane Pereira Oliveira[3]
Lunardo Soca Mattos[4]
Vanuza Rodrigues Braga[5]
Nirlene Fernandes Cechin[6]

[1] Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, São Gabriel, RS - CEP-97300-000.
pedroo.pho@hotmail.com

[2] Universidade Federal do Pampa-UNIPAMPA, São Gabriel, RS - CEP-97300-000.
henriqueta.c.souza@gmail.com

[3] Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, São Gabriel, RS - CEP-97300-000.
fabricianeoliveira@yahoo.com.br

[4]Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, São Gabriel, RS - CEP-97300-000.
lunardomattosxp@gmail.com

[5]Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, São Gabriel, RS - CEP-97300-000.
minuza1992@gmail.com

[6]Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, São Gabriel, RS - CEP-97300-000.
nirlenecechin@unipampa.edu.br

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo, diagnosticar quantitativamente a arborização de seis vias públicas dos bairros Vila Lima e Vivenda em São Gabriel – RS. Foi realizado um censo da vegetação em relação ao local onde estão inseridas. Foram identificados 252 exemplares de 42 espécies arbóreas, onde as mais representativas são: ingá feijão (*Inga marginata* Wild), ligustro (*Ligustrum japonicum* Thunb), figueira (*Ficus* sp.), extremosa (*Lagerstroemia indica* L.), cinamomo (*Melia azedarach* L.) e aroeira vermelha (*Schinus molle*). A partir das coletas, puderam-se obter dados essenciais para estabelecer a avaliação das seguintes diretrizes: frequência da ocorrência de indivíduos, classes de altura, classes de diâmetro, localização dos indivíduos na via e avaliar a ausência ou presença de conflitos com a arborização urbana. Os resultados mostram que não há grandes conflitos da vegetação no local onde estão inseridas em relação à fiação aérea e ao recuo de edificações, porém, é possível perceber que futuramente, torna-se indispensável um plano de manejo com intervenções silviculturais evitando assim conflitos ao longo do tempo, ampliando a vida útil dos mesmos e maximizando suas funções ambientais.
Palavras-chave: ausência/presença de conflitos, freqüência, plano de manejo, São Gabriel.

Abstract: This study aimed to quantitatively diagnose afforestation six streets of the districts Vila Lima and Vivenda in São Gabriel - RS. We conducted a census of the vegetation due to the place where they are inserted. 252 individuals of 42 tree species have been identified, where the most representative are: ingá-feijão (*Inga marginata* Wild), ligustro (*Ligustrum japonicum* Thunb), ficus sp (*Ficus* sp), extremosa (*Lagerstroemia indica L.*), cinamomo (*Melia azedarach* L.) and aroeira vermelha (*Schinus molle*). From collections, were able to get the data needed to establish the evaluation of the following guidelines: frequency of occurrence of individuals, height classes, diameter classes, location of individuals on the track and evaluate the presence or absence of conflicts with urban forestry. The results show that there are no major conflicts of vegetation at the site where they operate in relation to overhead lines and retreat of buildings, however, you can see that in the future, a management plan is indispensable with silvicultural interventions avoiding conflicts over time, extending the life of them and maximizing their environmental functions.
Key words: absence/presence of conflicts, frequency, management plan, São Gabriel.

1. Introdução

A arborização urbana é um dos fatores mais importantes para a saúde e o bem estar dos habitantes, da fauna polinizadora e, também, para a manutenção do microclima dentro da mesma, além de contribuir para o embelezamento de uma cidade que é de grande importância para o setor social e financeiro.

Quando bem planejada e estruturada, proporciona um elevado controle térmico através do efeito de sombreamento provocado pela copa das árvores e luminoso pela difusão da radiação solar que abrange as áreas urbanas, contribuindo assim, para a melhor qualidade de vida da população residente nessas áreas arborizadas.

A variabilidade de espécies arbóreas, também pode elevar a qualidade de vida da fauna polinizadora, que possui através de suas atividades bióticas, uma extrema importância para a vitalidade ambiental do planeta.

A avaliação da arborização de uma cidade se torna uma prática necessária, a fim de se ter o conhecimento sobre a quantidade de indivíduos presentes na mesma, os gêneros e espécies utilizados, grau de sanidade dos indivíduos, ocorrência ou não de conflitos entre os indivíduos e as edificações, redes elétricas, meio-fio e calçadas, uma vez que o plantio dessas espécies pode danificar estruturas do meio urbano ou sobrepujar biologicamente as espécies nativas, quando implantadas espécies exóticas.

Nesse sentido o objetivo deste estudo foi diagnosticar quantitativamente a arborização urbana de cinco ruas e uma avenida do município de São Gabriel – RS, a partir da realização de um censo das espécies presentes no local, avaliando a frequência de ocorrência de espécies, a distribuição das classes de altura dos indivíduos, a distribuição das classes de diâmetro dos indivíduos, a localização dos indivíduos na via (lado esquerdo, lado direito ou canteiro central), avaliar a ausência ou a presença de conflitos com a arborização urbana (rede elétrica, recuo das construções e presença de elementos).

2. Metodologia de trabalho

2.1.Caracterização da área de estudo

O município de São Gabriel está localizado na região da Campanha na fronteira oeste, do estado do Rio Grande do Sul, nas coordenadas de 30° 20’ 09”S e 54° 19’ 12” O, junto à Rodovia BR-290, a 320 km da capital do Estado (TEIXEIRA et al, 2011).

De acordo com o IBGE, possui uma população de 60.508 habitantes, sendo que ocorre uma concentração de 89% na área urbana (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011).

Segundo a classificação de Köeppen, o clima é do tipo Cfa - subtropical úmido, sem estiagem, com altas temperaturas no verão, chegando a 34° e temperaturas muito baixas no inverno. (GOFFERMANN, 2013). A topografia é de áreas planas com pequenas declividades e a vegetação é predominantemente de campos. Possui solo Planossolo Háplico eutrófico típico, originado do siltito.

As coletas de dados foram realizadas nas ruas Arthur Bethega, Homero V. da Costa Saporeti, Marechal Hermes da Fonseca, Maria Isabel de Soares e Sebastião Mena Barreto, e na Avenida Presidente Vargas, que ficam localizadas nos bairros Vila Lima e Vivenda, zona leste do município, conforme a imagem aérea, figura 1.

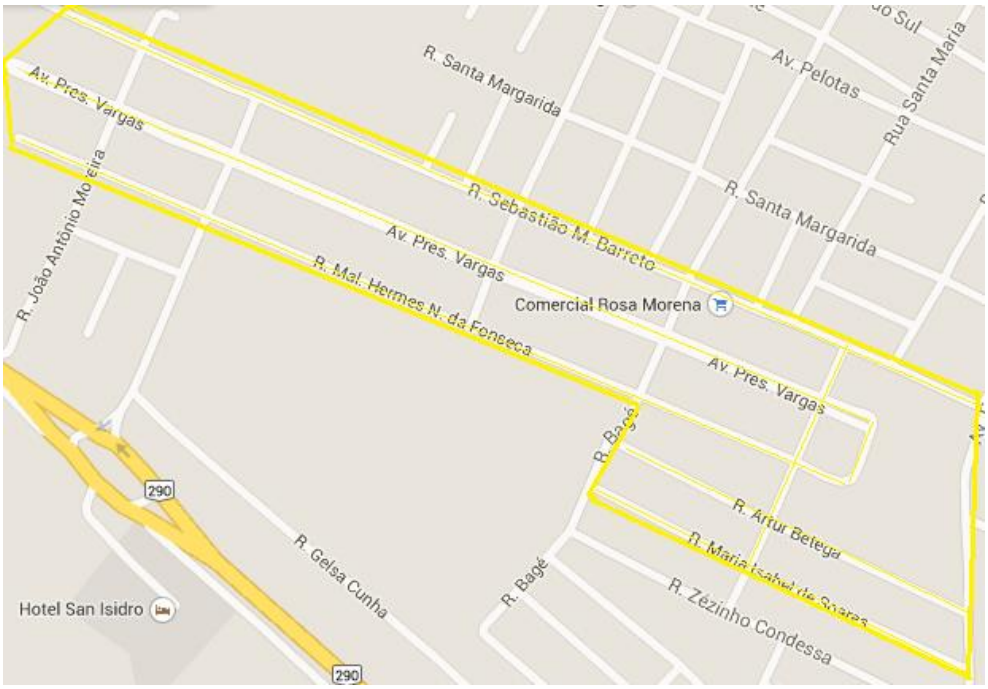


Figura 1. Imagem aérea de 2015 das vias públicas do município de São Gabriel.
Fonte: Google Maps, Município de São Gabriel, Rio Grande do Sul.

As características e os parâmetros selecionados foram considerados de fundamental importância para o diagnóstico quantitativo da arborização urbana do município. Sendo assim, foi elaborada uma planilha para a coleta de dados a campo, com as seguintes informações:

- **Identificação e localização da rua/avenida**: nome e coordenadas geográficas.
- **Número de indivíduos**: se refere à quantidade de indivíduos cujas características e os parâmetros foram coletados.
- **Nome Comum**: refere-se à identificação dos indivíduos no campo e, posteriormente foi verificado o nome científico em bibliografias e sites especializados na área.
- **Localização na via:** se o indivíduo (lado esquerdo, lado direito ou canteiro central),
- **Altura (porte):** se refere à altura total da árvore em metros, sendo considerada desde a superfície do solo, até as folhas no ápice do galho mais alto. As classes de altura foram determinadas por: 1) até 3 m; 2) > 3 a 6 m; 3) > 6 a 9 m; 4) > 9 m. Os dados foram obtidos utilizando-se um HipsomêtroVertex.
- **Diâmetro a altura do peito (DAP): se** refere diâmetro do tronco em centímetros, medido a 1,30 m de altura do solo. Os valores foram obtidos com o auxílio de uma fita dendrométrica. As classes de diâmetro foram determinadas por:
- **Fiação aérea:** corresponde à existência ou não de fiação aérea sobre o passeio em que o indivíduo se encontra e se a fiação e o espécime estão em conflito. Onde: 1) Não há presença de fiação aérea; 2) sim, há presença de fiação aérea e com conflito; 3) sim, há presença de fiação aérea e sem conflito;
- **Recuo de edificações:** foi verificado a situação do recuo das edificações em relação as calçadas, sendo que: 1) sem recuo; 2) com recuo < 5m; 3) com recuo > 5m.
- **Presença de elementos:** foi verificado se havia ou não a presença de elementos a um raio de 2 metros do indivíduo, onde: 1) sem presença de elementos; 2) boca de lobo; 3) poste; 4) lixeira; 5) outros.

No armazenamento e processamento dos dados foi utilizado o programa Microsoft Excel. Os dados foram computados e trabalhados para se obter os percentuais das

características de cada variável pré-determinada (DAP, altura, fiação área, recuo de edificações, presença de elementos).

A frequência (%) relativa de cada espécie foi calculada através da razão entre o número de indivíduos da espécie pelo número total de indivíduos observados. Por fim, foi efetuada a interpretação dos resultados, através da comparação com outros autores e analise dos gráficos elaborados através do software SigmaPlot.

3. Resultados e discussão

O inventário quantitativo total realizado permitiu avaliar a população de árvores presentes nas vias dos bairros Vila Lima e Vivenda no município de São Gabriel, RS, sendo identificado um total de 252 indivíduos, distribuídos em 42 espécies.

Na Tabela 1, observa-se a distribuição da vegetação arbóreo-arbustiva inventariada, que se caracteriza pela presença tanto de espécies exóticas (25 sp) quanto de espécies nativas (17sp).

Tabela 1. Espécies encontradas na arborização de vias públicas dos bairros Vila Lima e Vivenda do município de São Gabriel, RS, onde as mesmas encontram-se dividas em lado direito da rua (D), lado esquerdo (E) e no canteiro central (C) e sua origem, nativa (N) e exótica (E).

Nome comum	Nome botânico	Localização			Origem		Frequência	
		E	C	D	N	E	Absoluta	Relativa
Álamo prateado	***Populus nigra***		**1**	**1**		**X**	**2**	**1%**
Ameixa	*Eriobothrya japonica*			2		X	2	1%
Amora	***Morus nigra***	**1**	**5**	**3**		**X**	**9**	**4%**
Angico vermelho	*Parapiptadenia rigida*	1	1		X		2	1%
Araçá rosa	***Psidium cattleyanum***	**4**		**1**	**X**		**5**	**2%**
Araucária	*Araucara angustifolia*	1			X		1	0%
Aroeira periquita	***Schinus molle***	**1**	**1**		**X**		**2**	**1%**
Aroeira vermelha	*Schinus terebinthifolius*	21	5	13	X		39	15%
Bracatinga	***Mimosa scabrella***	**1**			**X**		**1**	**0%**
Canafístula	*Peltophorum dubium*	2	2		X		4	2%
Caqui	***Diospyros Kaki L.***		**1**			**X**	**1**	**0%**
Cedro	*Cedrela fissilis*			1		X	1	0%
Cinamomo	***Melia azedarach L.***	**6**		**11**		**X**	**17**	**7%**
Cipreste	*Cupressus sempervirens L.*	1				X	1	0%
Eucalipto (clonal)	***Eucalyptus sp***	**4**				**X**	**4**	**2%**
Extremosa	*Lagerstroemia indica L.*	7	30	6		X	43	17%
Falsa canela	***Cinnamomum....***	**2**				**X**	**2**	**1%**
Ficus sp	*Ficus sp*	6	3	11	X		20	8%
Flamboyant	***Delonix regia***	**1**				**X**	**1**	**0%**
Goiabeira	*Psidium guajava L*	3			X		3	1%
Grevílea-robusta	***Grevillea robusta***			**1**		**X**	**1**	**0%**
Guajuvira	*Cordia americana*		1	3	X		4	2%
Guapuruvu	***Schizolobium parahyba***	**1**		**3**	**X**		**4**	**2%**
Ingá feijão	*Inga marginata Wild*	11	3	6	X		20	8%
Ipê-amarelo	***Handroanthus serratifolius***	**4**	**1**	**1**	**X**		**6**	**2%**
Ipê-roxo	*Handroanthus impetiginosus*	1		2	X		3	1%
Jacarandá mimoso	***Jacaranda mimosaefolia***	**2**				**X**	**2**	**1%**
Jambolão	*Syzygium jambolanum*	1				X	1	0%
Laranjeira	***Citrus sinensis***	**3**				**X**	**3**	**1%**
Ligustro	*Ligustrum japonicum Thunb..*	18	1	9		X	28	11%
Limoeiro	***Citrus Limonum***	**1**	**1**			**X**	**2**	**1%**
Mangueira	*Mangifera indica*	3				X	3	1%
Pata de elefante	***Beaucarnea recurvata Lem.***		**1**			**X**	**1**	**0%**
Pingo de ouro	*Duranta erecta*	1		1		X	2	1%
Pinus	***Pinus taeda***			**1**		**X**	**1**	**0%**
Pitangueira	*Eugenia uniplora*	2	1		X		3	1%
Platano	***Platanus acerifolia***	**1**				**X**	**1**	**0%**
Salso chorão	*Salix babylonica*	1		1		X	2	1%
Timbaúva	***Enterolobium contortisiliquum***	**2**			**X**		**2**	**1%**
Tipuana	*Tiuana tipu*	1				X	1	0%
Triquilha	***Trichilia***	**1**			**X**		**1**	**0%**
Uva do Japão	*Hovenia dulcis*	1				X	1	0%
	Total	**117**	**58**	**77**			**252**	**100%**

A grande diversidade de espécies pode não contribuir para identificar, definir espacialmente ou proporcionar coerência visual a um local (COSTA et al., 1996). Possivelmente, o número de espécies encontradas pode ser advindo de plantios realizados pela população do local.

Silva e Gonçalves (2012) citando Grey e Deneke (1986) apud Milano e Dalcin (2000), afirmam que cada espécie não deve ultrapassar 15% do total de indivíduos da população arbórea, para um planejamento adequado da arborização urbana, minimizando a possibilidade de ocorrência de pragas. Com base nisto, a extremosa, foi a espécie que predominou (com 17% do total) (Figura 2), fugindo às recomendações desses autores. Além do que, a predominância de apenas uma espécie ou grupo de espécies pode facilitar a propagação das pragas e disseminação de doenças, algo muito comum nas árvores em ambiente urbano atualmente.

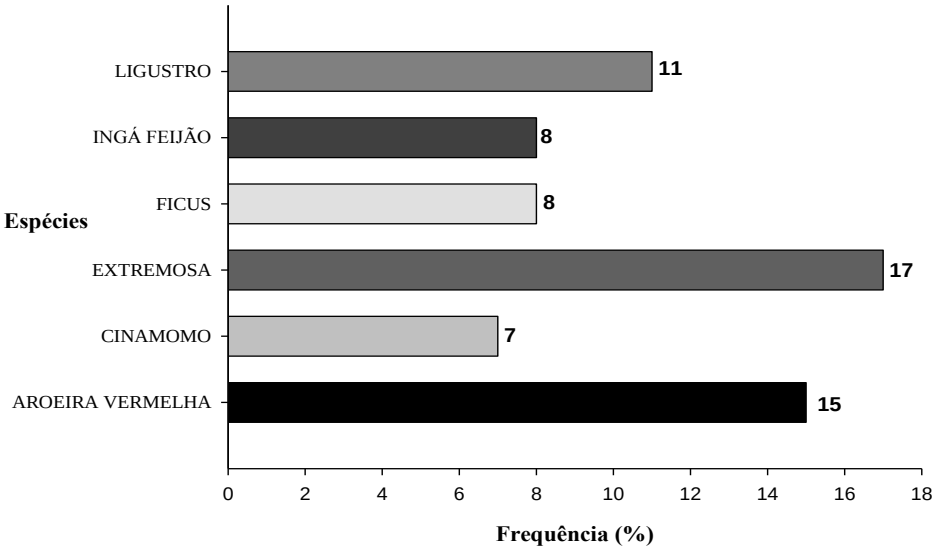
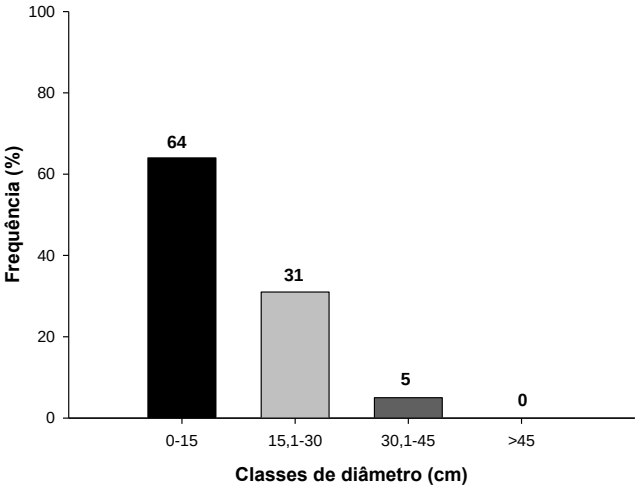
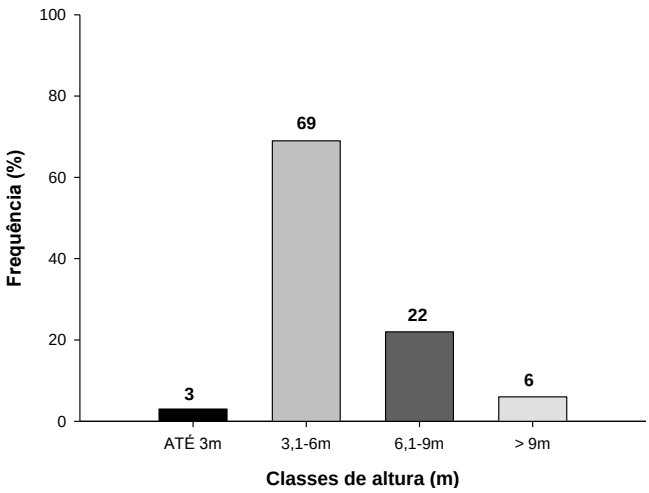


Figura 2. Frequência das seis espécies mais representativas presentes na arborização de vias públicas do município de São Gabriel-RS.

A análise das classes de diâmetro a altura do peito, conforme Figura 3, revela que a maioria da população (64%), possui diâmetro igual ou inferior a 15 cm, apontando uma





possível jovialidade das espécies. O diâmetro é um parâmetro que pode ser utilizado para se determinar a idade aproximada do plantio, desde que se conheçam as características ecológicas das respectivas espécies.

Figura 3. Frequência das classes de altura total e de diâmetro à altura do peito (1,30m), observados na arborização de vias públicas dos bairros Vila Lima e Vivenda em São Gabriel, RS.

O porte da arborização também é um fator de grande relevância, pois ele pode indicar o possível conflito com as estruturas urbanas, uma vez que essa informação seja analisada de forma conjunta com aquelas referentes ao espaço físico. Essa característica está diretamente ligada à espécie utilizada e as práticas adequadas de manejo e manutenção da arborização como, por exemplo, intensidade de poda. A classe de altura com maior concentração de indivíduos foi a de 3,1-6,0 metros, sendo esta a maioria da população arbórea (69%). Este percentual foi superior ao obtido por Teixeiraet al., (2011), estudando a arborização de ruas em São Gabriel, RS, onde a maior porcentagem (62%) está entre as árvores de 3 a 4,9metros de altura.

Foram considerados parâmetros de avaliação para demonstrar a distância em que as árvores se encontravam de edificações, e assim observar as distâncias com o recuo maior ou menor a 5 metros. A porcentagem mais expressiva foi de71% das árvores com recuo menor que 5 metros, 17% das árvores com recuo maior que 5 metros e 12% sem recuo (Figura 4).

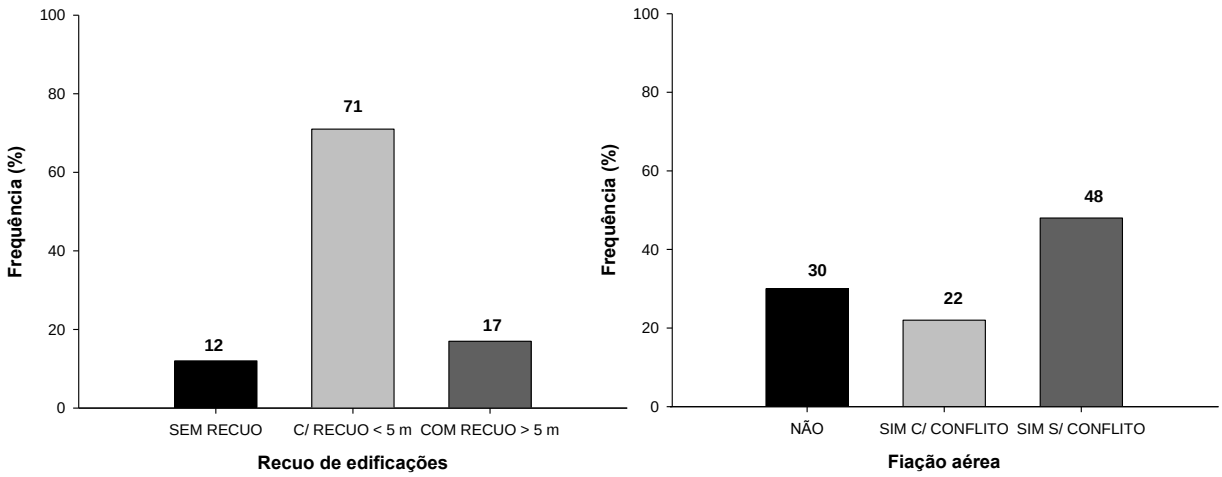


Figura 4. Frequência de conflitos com fiação aérea e o recuo de edificações, observados na arborização de vias públicas dos bairros Vila Lima e Vivenda em São Gabriel, RS.

Em um trabalho de Silva et al (2012), realizado na cidade Jerônimo Monteiro- ES, foram coletados dados de 376 indivíduos, os quais foram divididos em 18 espécies, sendo que 31,6% das árvores não apresentavam conflito com construções, estando a uma distância segura, seguido de 24,2% das árvores em conflito com construções, caracterizado como estado ruim. Em árvores que se encontravam muito próximas às construções, mas sem tocá-las, foram observadas 26,1%, as demais árvores 18,1% estavam plantadas em lotes ou praças distantes das construções.

A compatibilidade das espécies com a rede elétrica foi avaliada e mostrou-se moderadamente aceitável, uma vez que 22% dos indivíduos apresentaram conflitos com a fiação aérea. Dos indivíduos observados, 48% não entram em conflito, fato justificado por

se tratar de árvores jovens, não devendo ser descartado um possível conflito com a fiação aérea futuramente. Por fim, 30% dos indivíduos não apresentam nenhum tipo de conflito com a fiação aérea (Figura 4).

4. Conclusão

Embora não haja grandes conflitos da vegetação que compõe a arborização das vias públicas dos bairros Vila Lima e Vivenda, no município de São Gabriel-RS, a análise da compatibilidade silviculturais é de suma importância para tal. Tal ação permitirá aos exemplares de grande e pequeno porte um crescimento compatível com o local onde estão inseridos, evitando assim conflitos futuros, ampliando a vida útil dos mesmos e maximizando suas funções ambientais, principalmente em relação aos exemplares de ligustro, aroeira vermelha e cinamomo, que mesmo apresentando um baixo conflito com as variáveis analisadas, apresentam um potencial conflito com as vias futuramente.

Referências bibliográficas

COSTA, L. M. S. A.; et al. **Arborização das ruas do Bairro de Copacabana.** In: Congresso brasileiro de arborização urbana, 3.,1996, Salvador. Anais... Salvador: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1996. p.79-88.

GOFFERMANN, M**. Caracterização Hidrogeológica e Hidroquímica da região de São Gabriel, RS**. 137 f.Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências/UFRGS, Porto Alegre, 2013.

GOOGLE MAPAS. Acesso em: 15/03/2015. Disponível em: <www.google.com.br/maps/@-30.3364786,-54.335491,16z?hl=pt-BR>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:< http://www.ibge.gov. br>. Acesso em: 15/03/2015.

SILVA, G. A .; CARDOSO , L. A.; RAPHAEL, M. Diagnóstico quali-quantitativo da arborização viária de cidade de Jerônimo Monteiro – ES. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14; p. 1 1 7 9 – 2012.

SILVA, G. A.; GONÇALVES, W. Inventário e diagnóstico da arborização da cidade de Cajuri, MG. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 1102 - 2012.

TEIXEIRA, T. F.; et al. **Compatibilidade da Arborização de Ruas da Avenida Celestino Cavalheiro, São Gabriel-RS**. Floresta e Ambiente 2011; 18(4):438-450.

Avaliação Qualitativa da Arborização Urbana de Engenho Velho, Rio Grande do Sul, Brasil.

Qualitative Evaluation of the Urban Afforestation of Engenho Velho, Rio Grande do Sul, Brazil.

Luis Paulo Baldissera Schorr[1]
Fabiano de Oliveira Fortes[2]
Lucas Ferreira Dias Nogueira[3]
Gerry Rieth[4]
Jéssica Thalheimer de Aguiar[5]
Wiliam José Zatti[6]
Alisson Rafael Dierings[7]

[1]Universidade Federal de Santa Maria –UFSM, Frederico Westphalen – RS. luispschorr@icloud.com

[2]Universidade Federal de Santa Maria –UFSM, Frederico Westphalen – RS. fabianofortes@gmail.com

[3]Universidade Tecnologica Federal do Parana - UTFPR, Francisco Beltrão – PR. lucas.d.nogueira@hotmail.com

[4]Universidade Federal de Santa Maria –UFSM, Frederico Westphalen – RS. gerry_rieth@hotmail.com

[5]Universidade Federal de Santa Maria –UFSM, Frederico Westphalen – RS. jeh.aguiar93@hotmail.com

[6]Universidade Federal de Santa Maria –UFSM, Frederico Westphalen – RS. wiliamzatti@gmail.com

[7]Universidade Federal de Santa Maria –UFSM, Frederico Westphalen – RS. alisson.r@gmail.com

Resumo: O planejamento urbano esta ligado com a qualidade de vida de toda à população. Uma questão importante a ser analisada neste planejamento é uma boa arborização urbana, pois esta pode causar danos a esta qualidade de vida, como danos na pavimentação, na distribuição de energia elétrica, ou doenças na população. Baseado a isso, o objetivo deste trabalho foi realizar a avaliação qualitativa da arborização urbana do município de Engenho Velho, Rio Grande do Sul, Brasil. Um censo foi desenvolvido através de a utilização de formulário avaliando todos os indivíduos arbóreos da área urbana. Os resultados obtidos demonstram uma diversidade de 45 espécies, com predominância de porte adulto, área livre restrita, sistema radicular profundo sem causar danos, condição fitossanitária boa e compatível. Também pode-se concluir que o manejo de parte dos indivíduos deve ser realizado para melhorar a qualidade desta arborização e corrigir alguns danos causados pela falta de planejamento na instalação da mesma.
Palavras-chave: Planejamento urbano, vegetação, silvicultura, qualidade de vida.

Abstract: Urban planning is connected with the quality of life of all the people. An important question to be addressed in this planning is a good urban afforestation, as this can cause damage on the quality of life, as damage to the flooring, the distribution of electricity, or diseases in the population. Based on this, the objective of this study was to perform a qualitative evaluation of urban landscaping of the Engenho Velho, Rio Grande do Sul, Brazil. A census was developed through the use of form evaluating all trees in the urban area. The results show a diversity of 45 species, with a predominance of adult size, restricted free area, deep root system without causing damage, a good phytosanitary condition and compatible. It can also be concluded that the management of the individuals must be performed to increase the quality of trees and correct any damage caused by lack of planning in the same installation.
Keywords: Urban planning, vegetation, silviculture, quality of life.

1. Introdução

A arborização urbana é definida como o conjunto de árvores que se desenvolvem em áreas públicas e privadas em uma cidade, visando o bem estar sócio-ambiental, fisiológico e econômico da sociedade local (Grey e Deneke, 1978).

Esse característica tem sua origens ligadas primeiramente à estética, porem com o desenvolvimento de centros urbanos mais densamente povoados ela adquiriu também o caráter funcional que áreas verdes têm atualmente na saúde física e psicológica da população urbana. A concepção de um ambiente urbano agradável depende de planejamento urbanístico e este muitas vezes tem suas atenções voltadas mais as questões econômicas do que com as questões ligadas ao âmbito sócio-ambiental (Lodoba e Angelis, 2005).

Neste contexto urbano, as árvores desempenham o papel de tornar o ambiente mais agradável, tornando o clima mais ameno, fornecendo sombreamento em espaços públicos, reduzindo a velocidade dos ventos e das enxurradas, e servindo como abrigo e alimentação para espécies da fauna local.

Esta vegetação e uma condição fundamental que trás inúmeros benefícios ao ambiente urbano. Com a disponibilidade de dados desta vegetação pode-se avaliar a condição atual da mesma e propor possíveis melhorias para este sistema, enriquecendo cada vez mais os centros urbanos. Segundo Lacerda (2013) um inventario da arborização facilita o bom planejamento das areas verdes, facilitando todas as decisões com o intuito de promover acertos presentes e futuros.

Segundo os autores Aguirre Jr e Lima (2007) “O planejamento urbano adequado visando o estabelecimento, o desenvolvimento e a manutenção de uma arborização de qualidade deve ser a meta dos gestores públicos, para oferecerem qualidade de vida a toda à população, como também, de empresas prestadoras de serviços, preocupadas com a sustentabilidade”. Em virtude disso, se faz importante um adequado planejamento urbano porque dele dependem as vantagens já citadas, e o mesmo pode mitigar possíveis transtornos e prejuízos que uma arborização sem acompanhamento técnico pode acarretar. Por exemplo, espécies arbóreas destoantes do habitat ou localizadas em locais inadequados podem gerar inúmeros problemas, tais como: rachaduras em calçadas e as interferências nas linhas de transmissão elétrica e distribuição de água.

Por se tratar de um assunto envolvendo diversas variáveis, para um adequado planejamento faz-se necessário um conhecimento prévio da atual situação das cidades, para uma vez com esses dados disponíveis, seja possível o planejamento de medidas que visem estabelecer critérios bem estabelecidos para melhorar a qualidade de vida da população e ao mesmo tempo evitar prejuízos ao poder publico provenientes da falta de critério no plantio, manutenção ou poda das arvores (Schuch, 2006).

Desta forma, o objetivo deste estudo foi analisar qualitativamente a vegetação e avaliar possíveis necessidades de manejo da arborização urbana do Município de Engenho Velho, Rio Grande do Sul, Brasil.

2. Metodologia de Trabalho

O estudo foi desenvolvido no Município de Engenho Velho, localizado na região norte do estado do Rio Grande do Sul. O município tem uma area de 71,191 km e uma população estimada de 1428 habitantes. Sua localização geográfica se da nas coordenadas 27°42′28″S 52°54′46″O, em uma altitude de 483m, fazendo parte do bioma mata atlântica (Ibge, 2010).

Para atingir os objetivos do trabalho foi necessário realizar o censo de cada um dos exemplares arbóreos ao longo da área urbana do município. Para este censo foi utilizado um formulário baseado na literatura de Santos e Teixeira (1990) em que foram registradas as informações apresentadas na Figura 1.

Figura 1. Formulário utilizado para analisar a arborização urbana.

Nome Comum da Espécie				
Nome científico				
Origem Origem natural da espécie.	**Nativa** Ocorrência natural nativa da região ou do Brasil.	**Exótica** Espécie introduzida de países estrangeiros.		
Porte Referente à altura da árvore.	**Muda** vegetal com até 1 m de altura.	**Jovem** vegetal com altura entre 1,01 m e 3 m.	**Adulta** vegetal com altura superior a 3 m ou porte adulto de acordo com literatura específica a cada espécie.	
Área livre Considerada a área desprovida de pavimentação e reservada ao plantio da vegetação.	**Ampla (A)** área livre igual ou superior a 1m^2.	**Regular (R+)** área livre igual a 0,5 m^2.	**Restrita (R-)** área livre inferior a 0,5 m^2.	**Inexistente (I)** quando a área pavimentada encobre todo o colo da planta.
Sistema Radicular	**Profundo sem danos (PS)** o sistema radicular apresenta-se profundo sem danos à calçada, muros, pavimentação ou meio fio.	**Profundo com danos (PD)** o sistema radicular apresenta-se profundo, porém ocorrem danos que pode ser tanto nas calçadas, muros, pavimentação ou meio fio e até em ambos.	**Superficial sem danos (SS)** o sistema radicular apresenta-se superficial, porém, até o momento não se observa alterações em calçadas, muros, pavimentação ou meio fio provocadas por ele.	**Superficial com danos (SD)** o sistema radicular apresenta-se superficial, observando-se alterações em calçadas, muros, pavimentação ou meio-fio provocadas por ele.
Condição física e sanitária	**Boa (B)** isenta de sinais de pragas, doenças ou injúrias mecânicas. Apresenta forma característica da espécie.	**Satisfatória (S)** apresenta pequenos problemas de pragas, doenças ou danos físicos. Necessita de poda corretiva.	**Ruim (R)** apresenta severos danos de pragas, doenças ou danos físicos. Requer muito trabalho para recuperação.	**Morta (M)** Morta ou que apresenta morte eminente.
Compatibilização Relação do vegetal com o espaço tridimensional onde está localizado em relação a estruturas como muros, fiação elétrica, postes diversos, construções e outras formas de vegetação.	**Compatível (C)** quando o espaço que o comporta permite o seu desenvolvimento sem necessidade de intervenção mecânica.	**Medianamente compatível (M)** requer poda leve, porém sistemática para controle do tamanho e forma da copa.	**Pouco Compatível (P)** requer poda pesada e sistemática para controle do tamanho e forma da copa.	**Incompatível (I)** quando o desenvolvimento do vegetal está comprometido em função de estruturas como muros, fiação elétrica, postes, etc. e sua permanência poderá incorrer em um desenvolvimento inadequado ou ocasionar riscos.

Figure 1. Form used to analyze the urban afforestation.
Fonte: Autor, 2015.

3. Resultados e Discussão

O censo da arborização da área urbana do município de Engenho Velho indicou a existência de 897 exemplares, distribuídos em 45 espécies vegetais e 22 famílias botânicas (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados do Censo da Arborização Urbana de Engenho Velho, Rio Grande do Sul, Brasil, considerando Nomenclatura da Espécie, Família Botânica, Origem, Frequência absoluta e Frequência relativa.

Table 1. Results of the Census of Urban Afforestation of Engenho Velho, Rio Grande do Sul, Brazil, considering Nomenclature of species, Botanical Family, Origin, Absolute frequency and Relative frequency.

Nome Comum	**Nome Científico**	**Família**	**Origem**	**Frequência Absoluta**	**Frequência Relativa (%)**
Angico vermelho	*Parapipdadenia rigida*	Fabaceae	Nativa	1	0.11
Araça	*Psidium cattleianum*	Myrtaceae	Nativa	10	1.11
Araticum	*Annonaceae sisflora*	Annonaceae	Exótica	3	0.33
Aroeira piriquita	*Schinus molle*	Anacardiaceae	Nativa	70	7.80
Aroeira vermelha	*Schinus terebinthifolius*	Anacardiaceae	Nativa	1	0.11
Bergamoteira	*Citrus reticulata*	Rutaceae	Exótica	8	0.89
Branquilho comum	*Sebastiania commersoniana*	Euphorbiaceae	Nativa	1	0.11
Butiá	*Butia eriospatha*	Arecaceae	Nativa	8	0.89
Canafistula	*Peltophorum dubium*	Fabaceae	Exótica	9	1.00
Canela doce	*Cinnamomum zeylanicum*	Lauraceae	Exótica	119	13.27
Canjerana	*Cabralea canjerana*	Meliaceae	Nativa	1	0.11
Perna De Moça	*Brachychiton populneus*	Malvaceae	Exótica	12	1.34
Cereja	*Syzygium cumini*	Rosaceae	Exótica	3	0.33
Cerejeira do mato	*Eugenia involucrata*	Myrtaceae	Nativa	1	0.11
Chuva de ouro	*Cassia fistula*	Fabaceae	Exótica	7	0.78
Cinamomo	*Melia azedarach*	Meliaceae	Exótica	7	0.78
Cipreste	*Cupresus sp.*	Cupressaceae	Exótica	56	6.24
Cipreste dourado	*Chamaecyparis obtusa*	Cupressaceae	Exótica	1	0.11
Cipreste vela	*Cupressus sempervirens*	Cupressaceae	Exótica	13	1.45
Erva-mate	*Ilex paraguariensis*	Aquifoliaceae	Nativa	1	0.11
Extremosa	*Lagerstroemia indica*	Lythraceae	Exótica	17	1.90
Ficusbenjamina	*Ficus benjamina*	Moraceae	Exótica	9	1.00
Grevillea anã	*Grevillea banksii*	Proteaceae	Exótica	1	0.11
Grinalda de noiva	*Cassia leptophylla*	Fabaceae	Nativa	1	0.11
Guabiju	*Myrcianthes pungens*	Myrtaceae	Nativa	23	2.56
Ingá-do-brejo	*Inga vera*	Fabaceae	Nativa	2	0.22
Ingá-feijão	*Inga marginata*	Fabaceae	Nativa	47	5.24
Ipê amarelo	*Handroanthus chrysotricus*	Bignoniaceae	Nativa	29	3.23
Ipê roxo	*Handroanthus hepthaphyllus*	Bignoniaceae	Nativa	16	1.78
Jaboticabeira	*Myrciaria cauliflora*	Myrtaceae	Nativa	2	0.22
Jacarandá	*Jacaranda mimosifolia*	Bignoniacea	Exótica	5	0.56
Jerivá	*Syagrus romanzoffiana*	Arecaceae	Nativa	5	0.56
Laranjeira	*Citrus sinensis*	Rutaceae	Exótica	6	0.67
Ligustro	*Ligustrum lucidum*	Oleaceae	Exótica	194	21.63
Nespereira	*Eriobotrya japonica*	Rosaceae	Exótica	17	1.90
Pata de vaca	*Bauhinia forficata*	Fabaceae	Nativa	20	2.23
Pereira	*Pyrus communis*	Rosaceae	Exótica	1	0.11
Pinheiro de natal	*Araucaria columnaris*	Araucariaceae	Exótica	1	0.11
Pitangueira	*Eugenia uniflora*	Myrtaceae	Nativa	20	2.23
Primavera	*Bougainvillea glabra*	Nyctaginaceae	Nativa	16	1.78
Sarandi	*Calliandra brevipes*	Phyllanthaceae	Exótica	25	2.79
Sibipiruna	*Caesalpinia peltophoroides*	Fabaceae	Nativa	10	1.11
Timbó	*Ateleia glazioviana*	Fabaceae	Nativa	5	0.56
Tipuana	*Tipuana tipu*	Fabaceae	Exótica	80	8.92
Uva do japão	*Hovenia dulcis*	Rhamnaceae	Exótica	13	1.45
TOTAL				**897**	**100**

Fonte: Autor, 2015.

Analisando a tabela 1 e possível perceber que a distribuição dos indivíduos e totalmente irregular, sendo que apenas 6 espécies perfazem 63,1% da arborizarão urbana total do município. Dentre essas espécies, destacam-se como mais frequentes: *Ligustrum lucidum* W.T. Ait. com 21,63%, *Cinnamomum zeylanicum* Blume com 13,27% e *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze com 8,92%. O estudo de Meloet al. (2014) avaliando a arborização urbana do município de Saldanha Marinho - RS também evidenciou uma grande frequência das espécies *Ligustrum lucidum e Cinnamomum zeylanicum* com 26,45% e 16,93%, respectivamente. Alem disso, os resultados corroboram com a afirmação de Toscanet al. (2010) que salientam "a maioria das plantas arbóreas usadas na arborização urbana das cidades é de espécies exóticas".

Ligustrum lucidum foi a espécie de maior frequência (21,63%). Essa frequência é prejudicial para a arborização urbana do município, em virtude que um possível ataque de pragas ou doenças podem danificarem grande parte do componente arbóreo municipal. Segundo Grey e Deneke (1978) no planejamento de uma boa arborização urbana não é recomendado a utilização de espécies em frequências superiores a 15% do total da comunidade arbórea. Além disso, Melo et al. (2014) salientam que estudos clínicos indicam que esta espécie tem grande potencial de causar doenças respiratórias em virtude da mesma ser alergogênica e a grande quantidade de exemplares desta espécie pode expor a população a danos.

Considerando o porte arbóreo dos exemplares ocorreu o predomínio de árvores adultas (65%), seguidas pelas jovens (33%) e mudas (2%) (Figura 2A). Toscanet al. (2010) também obteve resultados onde cerca de 82% do componente arbóreo da cidade de Foz do Iguaçu pertenceu a idade adulta.

Os dados do censo florestal realizado no município evidenciaram que o plantio das espécies não foi bem planejado quanto a área livre destinada para o plantio das arvores. A figura 2B demonstra que o plantio da maior parte dos exemplares (64%) foi realizado em local com Área Livre Restrita (R-). Esta característica se mostra prejudicial para o desenvolvimento das espécies, podendo acarretar em danos físicos e fisiológicos para a planta, como também certos danos para a pavimentação urbana.

Os dados da Área Livre também estão ligados com outro indicador do planejamento da arborização urbana. Este outro indicador é a apresentação do sistema radicular (Figura 2C). Geralmente, quando não há planejamento da escolha da espécie ou da área livre para plantio, o sistema radicular da planta ocasiona uma serie de danos, que podem ocorrer tanto em calçadas, muros, pavimentos ou meio fios. Em Engenho Velho 32% dos exemplares apresentaram danos em um dos locais citados acima. Segundo Melo et al. (2014) a falta de um planejamento para a arborização acarreta na destruição da pavimentação pelo excessivo afloramento de raízes que acontece devido à impermeabilização do solo decorrente da falta de Área Livre para o desenvolvimento da planta.

Mediante aos dados da análise física e fitossanitária (Figura 2D), o componente arbóreo urbano apresenta qualidade boa (82%). Em geral, as arvores não evidencias sinais de doenças ou injúrias causadas por pragas e danos físicos. Esse resultado indica que esta ocorrendo um controle de pragas e doenças de boa qualidade no município. Com isso, também é possível evidenciar que a população não esta causando danos físicos as árvores. Por outro lado, 1% do componente arbóreo está morto e deve-se realizar a retirada destes exemplares que podem causar danos ao patrimônio publico ou privado em virtude de possíveis quedas dos exemplares.

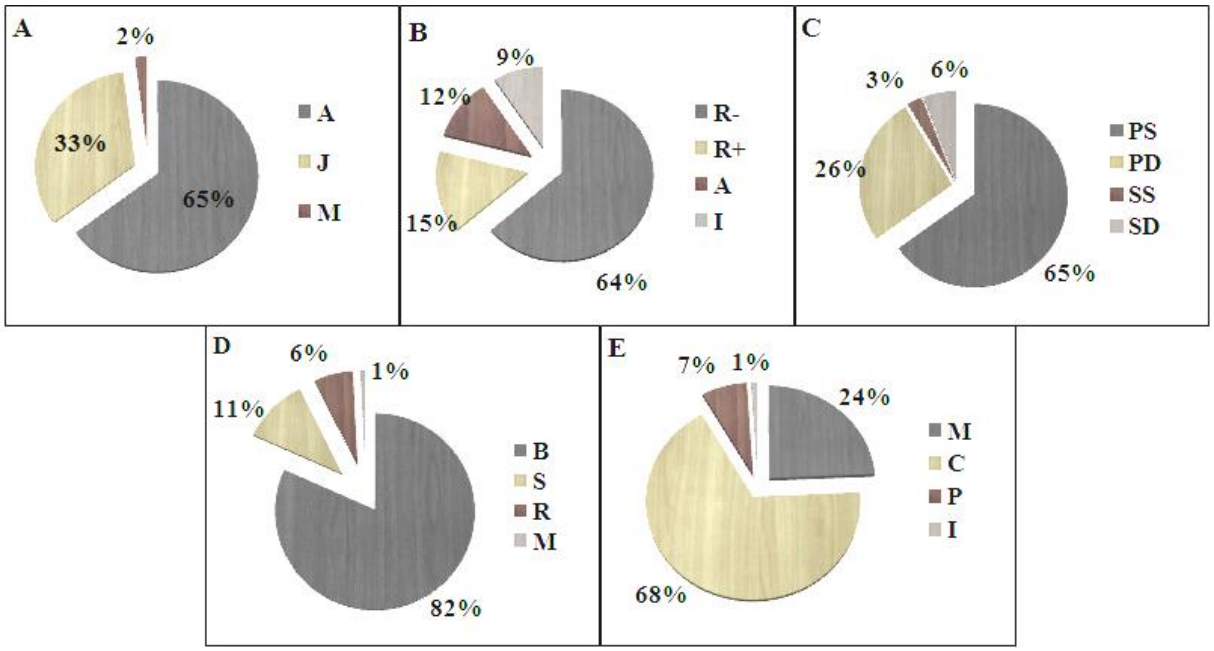


Figura 2. Dados do Censo da Vegetação Urbana de Engenho Velho, Rio Grande do Sul, Brasil.

[2A] Porcentagem das árvores inventariadas diferenciadas de acordo com dados de porte arbóreo. Considera-se: (A) Adulta; (J) Jovem; M (Muda).

[2B] Porcentagem das árvores inventariadas diferenciadas de acordo com dados de Área Livre. Considera-se: (A) Ampla; (R+) Regular; (R-) Restrita; (I) Inexistente.

[2C] Porcentagem das árvores inventariadas diferenciadas de acordo com a apresentação do Sistema Radicular. Considera-se: (PS) Profundo sem dano; (PD) Profundo com dano; (SS) Superior sem dano; (SD) Superior com dano.

[2D] Porcentagem das árvores inventariadas diferenciadas de acordo com dados de Condição Fitossanitária e Física. Considera-se: (B) Boa; (S) Satisfatória; (R) Regular; (M) Morta.

[2E] Porcentagem das árvores inventariadas diferenciadas de acordo com dados de Compatibilidade. Considera-se: (C) Compatível; (M) Medianamente Compatível; (P) Pouco Compatível; (I) Incompatível.

Figure 2. Census data of Urban afforestation of Engenho Velho, Rio Grande do Sul, Brazil.

[2A] Percentage of inventoried trees differentiated according to tree size data. It is considered: (A) Adult; (J) Young; M (seedlings).

[2B] Percentage of inventoried trees differentiated according to free area data. It is considered: (A) broad; (R +) Regular; (R) Restricted; (I) None.

[2C] Percentage of inventoried trees differentiated in accordance with the presentation of Root System data. It is considered: (PS) Deep without damage; (PD) Deep with damage; (SS) Superior without damage; (SD) Superior with damage.

[2D] Percentage of inventoried trees differentiated according to physical and pathological Plant Condition data. It is considered: (B) Good; (S) Satisfactory; (R) Regular; (M) Dead.

[2E] Percentage of inventoried trees differentiated according to Compatibility data. It is considered: (C) Compatible; (M) Moderately Compatible; (P) Partially Compatible; (I) Not compatible.

Fonte: Autor, 2015.

Considerando a Compatibilidade das árvores com todos os seus entornos (Figura 2E), os indivíduos se mostraram em suas maiorias compatíveis (67%). Este resultado é de grande valia, evidenciando que a maioria das espécies esta em um espaço físico que respeita seu ecossistema, considerando a área disponível para o crescimento das espécies. Porém, cerca de 32% da comunidade arbórea urbana necessita algum trato silvicultural para a compatibilização. A poda leve é necessária em 24% dos exemplares e a poda pesada em 7%. Também foi evidenciada a necessidade de retirada de 1% dos indivíduos deste componente arbóreo. A poda ou retirada de parte das espécies se faz necessária em virtude que as mesmas

têm um potencial de causar uma serie de danos. Estes danos estão principalmente ligados com a distribuição elétrica do município, pois a copa das arvores esta ligada com a fiação. Em virtude da necessidade da arborização urbana condizer com as necessidades da população e não causar possíveis danos se faz necessária à implementação de um planejamento de manejo nesta parcela dos indivíduos.

4. Conclusão

A arborização do município de Engenho Velho apresenta-se, qualitativamente, diversificada com 45 espécies em sua composição na qual predomina o porte adulto, com área livre restrita e sistema radicular profundo sem causar danos. Também foi constatado que a condição fitossanitária é boa e que a maioria dos indivíduos está compatível com seus entornos. Contudo, se faz necessário o planejamento do manejo de parte dos indivíduos em virtude decorrer uma frequência maior que a recomendada por espécie e certos danos das arvores na pavimentação ou distribuição elétrica. Em futuros plantios, deve-se aumentar a área livre disponível para o desenvolvimento das plantas, diminuindo assim os danos causados a pavimentação ou ao desenvolvimento das espécies.

Referências Bibliográficas

AGUIRRE JR, J,H; , LIMA, A. M. L. P. Uso de árvores e arbustos em cidades brasileiras. **Revista SBAU**, Piracicaba, v.2, n.4, p. 50-66, 2007.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE**. Informacões sobre a Cidade de Engenho Velho.**
Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=43069>. Acesso em 15/02/2015.

GREY, G.M.; DENEKE, F.J. **Urban Forestry.** New York: John Wizey, 1978. 279p.

LACERDA, M.A; SOARES, F.F; SILVA, A.L. Levantamento florístico da arborização urbana nas principais vias públicas do município de Boa Ventura –PB. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental.** v. 7, n. 4, p. 12 – 16, 2013.

LODOBA, C,R; DE ANGELIS, B,L,D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. Ambiência - **Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais**. v. 1, n. 1, 2005.

MELO, EFRQ; ORTIZ, V.; VISENTIN, C.; KOCH,R. Análise de arborização urbana do município de Saldanha Marinho, RS. IN: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2014, Rio de Janeiro. **Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Arborização Urbana.** Rio de Janeiro, 2014.

SANTOS, N.R.Z.D.; TEIXEIRA, I.F. Levantamento quantitativo e qualitativo da arborização do Bairro Centro da cidade de Santa Maria-RS. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1990, Curitiba. **Anais do Encontro Nacional sobre Arborização Urbana**. Curitiba: FUPEF, 1990. p. 263-276.

SCHUCH, M. I. S. **Arborização urbana: uma contribuição àqualidade de vida com o uso de geotecnologias**. 102 f. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

TOSCAN, M. A. G.; RICKLI, H. C; BARTINICK, D.; SANTOS, S.; ROSSA, D. Inventário e análise da arborização do Bairro Vila Yolanda, do Município de Foz do Iguaçu-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.5, n.3, p.165-184, 2010.