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 III

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:

NOVA PRATA somos todos nós
Administração Municipal 2013/2016

ASSOCIAÇÃO CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

REALIZAÇÃO:

ASSOCIAÇÃO CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

PATROCÍNIO:

VIPAL BORRACHAS

CMPC CELULOSE RIOGRANDENSE

P&C ArteMobili

oleoplan

SINDIMADEIRA RS "A madeira faz parte da vida da gente"

SICREDI

APOIO:

AGEFLOR

EMATER/RS ASCAR

Universidade Federal de Santa Maria 1960 UFSM Frederico Westphalen

Embrapa

Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais sbef

NOVA PRATA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL MUNICÍPIO DE NOVA PRATA PODER LEGISLATIVO

CIC CÂMARA CULTURAL DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS DE NOVA PRATA

UCS UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

@dyNET Telecom

Unimed Vale das Antas/RS

JORNAL POPULAR Sinônimo de Integração Regional

CORREIO LIVRE Jornal Regional De Fato 54.3242.3535

GP

wp webprata.

agetra gráfica

ASSOCIAÇÃO CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

12º Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul

Anais

Volume III

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 III).

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

8.9 TRABALHOS DE MAPEAMENTO E GEOPROCESSAMENTO 784

- **Análise do conflito do uso da terra em Áreas de Preservação Permanente no município de Agudo – RS** 785
- **Análise da cobertura vegetal das áreas de preservação permanente no Domo de Serra Negra através de classificação multiespectral** 794
- **Mapeamento do uso e cobertura do solo na Terra Indígena do Guarita** 802
- **Abordagem comparativa entre classificação manual e MAXVER com imagens Landsat: estudo de caso de Crissiumal, RS** 810
- **Mapeamento das áreas verdes no espaço urbano do município de Taquaruçu do Sul/RS com o uso de imagem Wordview-2** 817
- **Influência do Uso e Ocupação do Solo no Enquadramento dos Recursos Hídricos na Bacia Experimental do Arroio Lageado Tacongava** 823
- **Desenvolvimento do aplicativo CR Campeiro "C7 Árvores Matrizes": Inventário Florestal com dispositivos móveis** 832
- **Mapeamento das áreas verdes urbanas do município de Pelotas, RS** 839
- **Caracterização geomorfológica da microbacia do Rio da Várzea no município de Frederico Westphalen – RS** 847
- **Desenvolvimento do aplicativo CR Campeiro "C7-Ilex": Coleta de informações cadastrais com dispositivo móvel** 854
- **Mapeamento dos remanescentes florestais na área urbana do município de Pelotas, RS** 861
- **Uso de ferramentas de sensoriamento remoto na análise territorial do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros – Goiás** 869
- **Uso e ocupação das terras na área de preservação permanente das redes de drenagem e nascentes na Bacia Hidrográfica do Rio Alambarí** 875
- **Uso e ocupação das terras nas classes de zoneamento ambiental na APP do Rio Paraíba do Sul, Município de São José dos Campos – SP** 883

8.10 TRABALHOS DE COLHEITA FLORESTAL 890

- **Análise operacional da extração de madeira de *Pinus taeda* L. com *skidder*** ... 891
- **Análise operacional e econômica de um *Harvester* em primeiro desbaste de *Pinus taeda* L.** 900
- **Análise do desempenho operacional de grua florestal no carregamento de madeira de *Pinus taeda* L. em primeiro desbaste** 908
- **Análise operacional de um trator autocarregável na atividade de carregamento de toras de primeiro desbaste de povoamentos de *Pinus taeda* L.** 915

- **Análise operacional de garra traçadora no processamento de E*ucalyptus* spp. para a geração de energia** 921
- **Desempenho operacional do *harvester* em diferentes condições de declividade em primeiro desbaste de *Pinus taeda* L.** 927
- **Análise técnica de um trator com garra traçadora em operações de pátio na produção de madeira de *Eucalyptus* spp.** 936
- **Grau de dificuldade quanto a ocupação do solo em construção de estrada primária no manejo florestal amazônico** 944
- **Análise operacional da derrubada de árvores com *harvester* em corte raso de povoamentos de *Pinus taeda* L.** 951
- **Análise operacional do carregamento mecanizado de toras em povoamentos de *Pinus taeda* L.** 958
- **Avaliação de extração de madeira com um *forwarder*** 966
- **Avaliação técnica de cabeçote *harvester* para comprimentos de toras de madeira** . 974

8.11 TRABALHOS DE BIOMASSA, CARBONO E ENERGIA 980
- **Estoque de biomassa do fuste em Floresta Estacional Decidual Aluvial estimado por meio do volume e massa específica da madeira** 981
- ***Bambusa vulgaris*: uso energético de colmos *in natura* e briquetes** 987
- **Crescimento inicial e estoque de carbono no solo em um sistema silvipastoril na região do Bioma Pampa - RS** 995
- **Quantificação do material combustível de uma capoeira no campus da UFSM** 1003
- **Efeito do tempo na biomassa de plantas de *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. (Malvaceae), submetidas a diferentes níveis de sombreamentos** 1009
- **Distribuição da biomassa acima do solo nos diferentes compartimentos de *Araucaria Angustifolia* (Bertol) Kuntze** 1018
- **Diversidade arbórea e biomassa de *Eugenia uniflora* L. e *Myrcia multiflora* (LAM.) DC.no município de Turvo - PR** 1022

8.12 TRABALHOS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS E SILVIPASTORIS 1031
- **Desenvolvimento de *Eucalyptus grandis* em um sistema silvipastoril na Região Sudoeste do Paraná** 1032

8.13 TRABALHOS DE ECONOMIA FLORESTAL 1040
- **Comportamento das exportações brasileiras de painéis de compensado** 1041
- **O comércio dos créditos de carbono e a privatização do meio ambiente** 1049

8.14 TRABALHOS DE POLÍTICA E LEGISLAÇÃO FLORESTAL 1055
- **Reflorestamentos e educação ambiental em territórios indígenas** 1056
- **O princípio ambiental da informação: uma abordagem da segurança alimentar diante do plantio de alimentos geneticamente modificados** 1066

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
Bióol. 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

8.9 TRABALHOS DE MAPEAMENTO E GEOPROCESSAMENTO

Análise do conflito do uso da terra em Áreas de Preservação Permanente no município de Agudo – RS

Conflict analysis of land use in Permanent PreservationAreas in the municipality of Agudo – RS

Juliana Marchesan[1]
Emanuel Araújo Silva[1]
Elisiane Alba[1]
Rudiney Soares Pereira [1]
Ivan André Alvarez [2]

[1]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM; Caixa Postal 97050-590 – Santa Maria – RS, Brasil juliana_marchesan@hotmail.com; lisi_alba@hotmail.com; emanuelmadster}@gmail.com; rudiney.s.pereira@gmail.com

[2] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA; Caixa Postal 70770-901 – Av. Soldado Passarinho – Campinas – SP, Brasil. ivan.alvarez@embrapa.br

Resumo: O estudo teve por objetivo analisar os conflitos no uso da terra em Áreas de Preservação Permanente (APPs) no município de Agudo, Rio Grande do Sul, nos anos de 2010 e 2014.Para a classificação supervisionada, por meio do algoritmo MaxVer, foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5 para o ano de 2010 e Landsat 8 para 2014. Essas imagens foram classificadas em quatro classes de uso da terra: "Floresta", "Agricultura/Pecuária", "Solo Exposto" e "Água". Com o *shapefile* da rede de drenagem gerou-se um *buffer*para delimitação das APPs dos cursos d'água e das nascentes. Para o processamento dos dados utilizou-se o aplicativo SPRING 5.1.8. A partir dos resultados obtidos, verificou-se que as classes"Agricultura/Pecuária" e "Solo Exposto" são predominantes na área de estudo, porém, entre os anos de 2010 e 2014, suas áreas diminuíram 115,48 ha e 154,70 ha, respectivamente, enquanto que as áreas ocupadas por floresta aumentaram 352,44 ha.Para quantificar a transição entre as classes de uso da terra utilizou-se a programação LEGAL (Linguagem Espacial de Geoprocessamento Algébrico), em que foipossível observar uma regeneração florestal de 470,96 ha. Portanto,houve um aumento de floresta e uma redução de áreas agrícolas no período estudado.
Palavras-chave: sensoriamento remoto, SIG, Landsat,classificação supervisionada.

Abstract. The study aimed to analyze conflicts in land use inPermanent Preservation Areas(APPs) in Rio Grande do Sul, Agudo, in2010 and 2014. For supervised classification, through of the algorithm MaxVer, satellite images were used Landsat 5 in 2010 and Landsat 8 in 2014. These images were classified into four land use classes: "Forest", "Agriculture/Livestock", "Bare Soil" and "Water".With the shapefile of the drainage network it was generated a buffer for delimitation of APPs of waterways and springs. For the processing of the data was used the SPRING 5.1.8 application. From the resultsobtained,it was found that the classes "Agriculture/Livestock" and "Bare Soil" are prevalent in the study area, but between the years 2010 and 2014, their areas decreased 115.48 ha e 154.70 ha, respectively, while areas occupied by forest increased 352.44 ha. To quantify the transition between land use classes it was used the LEGAL (Spatial Language for Algebraic Geoprocessing) program,where it was observed a forest regeneration 470.96 ha. Therefore, there was an increase of forest and a reduction in agricultural areas in the studied period.
Key words: remote sensing, SIG, Landsat, supervised classification.

1. Introdução

Historicamente a ocupação e o uso da terra pelo homem têm demandado grande exploração dos recursos naturais, acarretando emmaiores intervenções e impactos negativos no solo, água e ar (OLIVEIRA etal., 2014). Para Dent e Young (1993) a falta de planejamento prévio de uso da terra, seja pela falta de conhecimento ou pela necessidade dos agricultores, tem promovido inúmeros impactos negativos, muitas vezes chegando a limites

críticos em determinadas regiões, resultando em degradação ambiental e redução da qualidade de vidada população.Segundo Kleinpaul (2005) a expansão da agropecuária foi responsável pelas principais mudanças no uso e ocupação da terra no Brasil, este autor ressalta que o avanço da agricultura e da pecuária extensiva, em áreas de florestas, através do desmatamento e das queimadas, foram os principais responsáveis pela perda da cobertura original e pela mudança em larga escala no uso da terra nos últimos cinquenta anos.

E por meio destas práticas, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) são diretamente afetadas, tornando-se importante seu estudo, pois segundo Costa et al. (1996) as APPs protegem o meio ambiente natural, auxiliam na diminuição dos processos de erosão e lixiviação dos solos, contribuem para a regulação do fluxo hídrico e redução dos assoreamentos dos cursos d'água e reservatórios, além de beneficiar a fauna.

A obtenção de mapas temporais nos permite identificar a dinâmica da paisagem, além de avaliar os rumos tomados pela sociedade no que diz respeito ao crescimento econômico e também a exploração dos recursos naturais (TORRES, 2011). Para tal, utiliza-se das técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Diante do exposto, o presente estudo tem por objetivo analisar os conflitos no uso da terra em Áreas de Preservação Permanente no município de Agudo nos anos de 2010 e 2014, por meio de imagens orbitais juntamente com técnicas de geoprocessamento.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de estudo

A área de estudo, o município de Agudo, localiza-se na região central do estado do Rio Grande do sul (Figura 1), entre as coordenadas geográficas 29º27'6" e 29º49'59" de latitude sul e 53º24'18" e 52º59'39" de longitude oeste.

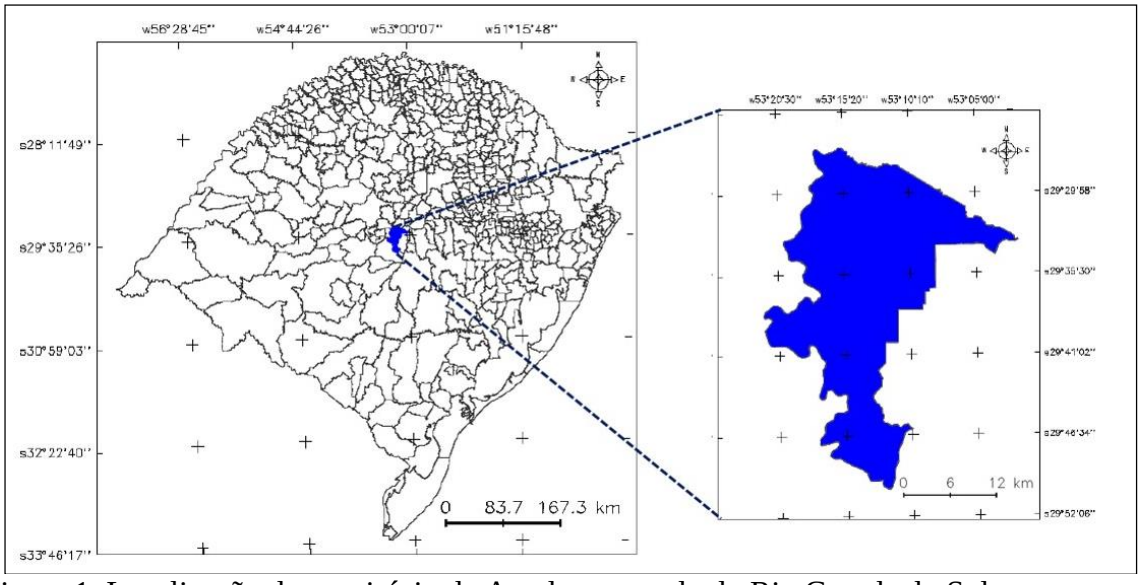


Figura 1. Localização do município de Agudo no estado do Rio Grande do Sul.
Figure 1. Municipality locationof Agudo in Rio Grande do Sul state.

O município está posicionado na transição entre a Depressão Central, constituída de rochas sedimentares da Bacia do Paraná, apresentando relevos suaves a ondulados, e o Planalto, formado por rochas vulcânicas da formação Serra Geral, que apresentam um relevo aproximadamente tabular, muito escavado pelos rios (STRECK et al., 2008).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é subtropical úmido (Cfa), com temperaturas médias que variam entre 14ºC e 25ºC, as precipitações, por sua vez, são distribuídas durante o ano, apresentando média anual de 1.700mm (MORENO, 1961).

2.2 Materiais

Foi utilizada uma imagem do satélite Landsat 5, sensor *Thematic Mapper*(TM), com resolução espacial de 30 metros, bandas espectrais 1, 2, 3, 4, 5 e 7, órbita-ponto 222-081, datada de 18/02/2010, disponibilizadas gratuitamente pelo *United States Geological Survey*(USGS). Utilizou-se ainda uma imagem do satélite Landsat 8, sensor *Operational Land Imager*(OLI), constituída pelas bandas visíveis e do infravermelho (2, 3, 4, 5, 6 e 7) com resolução espacial de 30 metros, orbita-ponto 222-81, datas de 28/01/2014, sendo essa imagem disponibilizada também gratuitamente pelo USGS. Os aplicativos computacionais utilizados foram o SPRING - Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (CÂMARA et al., 1996)versão 5.1.8 para processamento e análise das imagens, e o *Google Earth* para medição da largura do rio correspondente ao município de estudo.

2.3 Metodologia

No *software* SPRING foi criado um banco de dados espaciais, onde foram importadas as imagens e o arquivo vetorial correspondente ao polígono limite da área de estudo. No projeto foi utilizado a projeção *Universal Tranverse Mercator*(UTM) e o Datum WGS 1984 (*World Geodetic System*).As imagens foram adquiridas georreferenciadas, desse modo, não foi necessário o georreferenciamento das mesmas.

Antes do processo de classificação das imagens, foram realizados testes de composição de bandas, com o objetivo de selecionar as melhores combinações para diferenciar os alvos. Após realizou-se a classificação de forma supervisionada “pixel a pixel” por meio do algoritmo MaxVer (Máxima Verossimilhança).

Para o mapeamento temático foram definidas quatro classes de uso da terra: “Floresta” correspondente a florestas nativas e plantadas, “Agricultura/Pecuária” que incluem campos naturais, pastagens plantadas, vegetação rasteira, além de áreas com plantio agrícola, “Solo Exposto” referente a solos agrícolas em preparação ou em pousio e “Água” que incluem rios, arroios, banhados e açudes.

Para avaliar a eficiência da classificação utilizou-se o coeficiente *Kappa* proposto por Cohen (1960).Os resultados foram gerados diretamente no aplicativo SPRING, onde,para o cálculo do *Kappa*, é utilizada a Matriz de Confusão (também chamada de Matriz de Erros ou Tabela de Continência), em que apresenta a distribuição dos pixels classificados correta ou erroneamente, indicando assim, o quanto o classificador de uma imagem confunde uma classe com outra. Utilizou-se a tabela proposta por Landis e Koch (1977)para avaliar a qualidade da classificação (Tabela 1).

Tabela 1. Qualidade da classificação segundo intervalos do coeficiente *Kappa.*
Table 1. Classification quality second intervals Kappa coefficient.

Valor *Kappa*	Qualidade da classificação
<0,00	Péssima
0,00 – 0,20	Ruim
0,20 – 0,40	Razoável
0,40 – 0,60	Boa
0,60 – 0,80	Muito Boa

0,80 – 1,00	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977)

Após a classificação do uso e cobertura da terra, realizou-se a programação em Linguagem Espacial de Geoprocessamento Algébrico (LEGAL)para analisar a evolução florestal durante o período de estudo, realizando as combinações dos mapas de uso e cobertura da terra.

Foram criadas quatro novas classes: "Manutenção" são áreas correspondentes de florestas que não sofreram alterações entre os anos de estudo, "Expansão" áreas em que seu uso foi convertido para floresta no último ano, neste caso enquadra-se áreas de regeneração natural e/ou de recuperação ambiental, "Desmatamento" são áreas de floresta que foram subtraídas e convertidas para outro uso e "Outros usos" que se referem às áreas ocupadas pelos demais usos (Agricultura/Pecuária, Solo Exposto e Água) que se mantiveram inalteradas nos anos de estudo.

Com o *shapefile* da rede de drenagem do município foi possível gerar um buffer para delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) dos cursos d'água e entorno de nascentes. Considerou-se 30 m de APP para os rios com menos de 10 metros de largura, 50 metros para os rios com largura entre 10 e 50 metros e 100 metros de APP para os que apresentam de 50 a 200metros de largura e ainda 50 metros de raio para nascente, de acordo com o Novo Código Florestal Lei nº 12.651/2012. Para que fosse possível saber a largura de cada segmento do rio, utilizou-se a ferramenta de medição do *Google Earth*.

3. Resultados e Discussão

3.1 Uso da terra

Os mapas de usoda terra para o município de Agudo são representados na Figura 2.

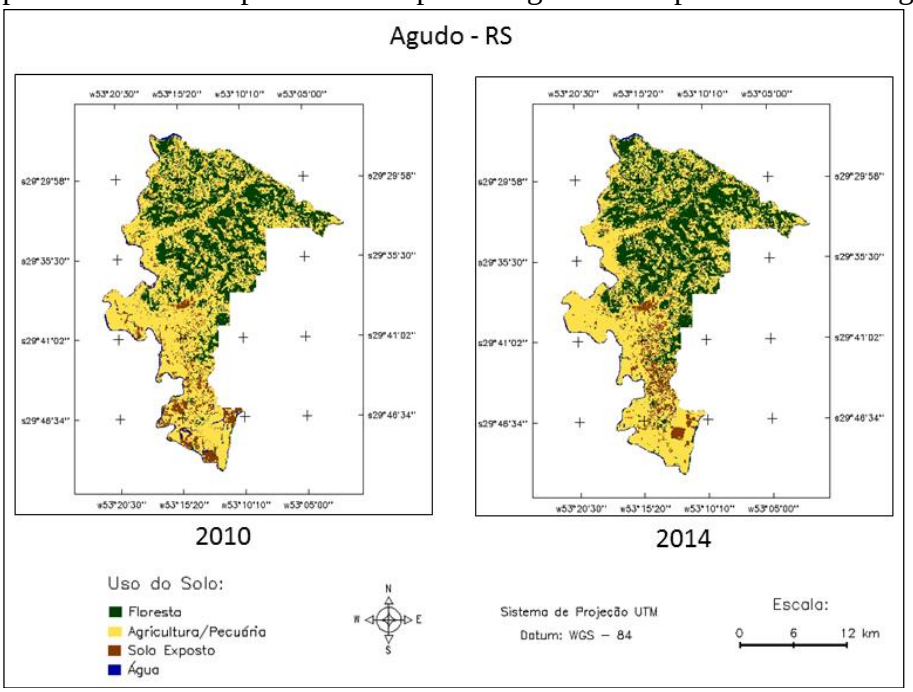


Figura 2.Mapa de uso da terra no município de Agudo, no estado do Rio Grande do Sul.
Figure 2. Map of land use in the municipality of Agudo, in Rio Grande do Sul state.

Os resultados do coeficiente Kappa,para o mapeamento temático dos anos de 2010 e 2014, foram respectivamente de 0,970 (97,0%) e 0,956 (95,6%), obtidos por meio das próprias amostras adquiridas no treinamento pelo SPRING, enquadrando-se em uma classificação "excelente" de acordo com a Tabela 1.

Analisando a Tabela 2 verifica-se que o município possuía 17.489,25 ha de floresta em 2010, enquanto que em 2014 essa área aumentou para 19.774,72 ha, passando a abranger 36,81% do município.

Tabela 2.Quantificação das classes temáticas no município de Agudo, RS, entre 2010 e 2014.
Table 2. Quantification of thematic classes in the municipalityof Agudo, RS, between 2010 and 2014.

Classes Temáticas	Área em 2010		Área em 2014		Diferença
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	Área (ha)
Floresta	17.489,25	32,56	19.774,72	36,81	2285,47
Agricultura/Pecuária	30.682,35	57,12	29.031,67	54,05	-1650,68
Solo Exposto	4.269,96	7,95	3.964,69	7,38	-305,27
Água	1.275,03	2,37	945,51	1,76	-329,52
Total	53.716,59	100,00	53.716,59	100,00	-

A área ocupada pela classe "Agricultura/Pecuária" abrangia57,12% (30.682,35 ha) da área total de estudo no ano de 2010, e as áreas de solo exposto ocupavam7,95% (4.269,96 ha), no mesmo ano. Em 2014 tanto a classe "Agricultura/Pecuária" quanto a classe "Solo Exposto" diminuíram suas áreas, passando a ocupar 29.031,67 ha (54,04% da área total) e 3.964,69 ha (7,38% da área total), respectivamente. Schirmer (2011) por meio de estudo realizado no mesmo município constatou que, as lavouras, os campos, e a pecuária estão situadas predominantemente nas áreas de fundo de vale, colinas suavemente onduladas e patamares entre escarpas, sendo estas áreas de menor declividade, este fato é evidenciado nos mapas de uso da terra, expostos anteriormente.

A água, que representava 2,37% (1.275,03 ha), da área total, diminuiu 329,52 ha, abrangendo 1,76% da área do município em 2014. Esta classe é associada à presença de rios e açudes, sendo muito comuns no município, principalmente por alagados formados pelas lavouras de arroz.

Com o recorte das áreas de interesse neste estudo (Áreas de Preservação Permanente), foi possível obter o mapeamento temático dessas áreas(Figura 3 e 4). Após o mapeamento das classes temáticas de uso da terra, gerou-se a quantificação das mesmas, de acordo com a Tabela 3.

Os resultados demonstraram que a área total de preservação permanente, dos cursos d'água e entorno de nascentes, no município, é de 4.915,98 ha, isto corresponde a 9,15% da área total do município. Com a análise da Tabela 3 verifica-se que em 2010 as áreas ocupadas por florestas, nas áreas de preservação permanente, eram de 1.326,87 ha (26,99% da área total de APP), enquanto que em 2014 houve um aumento, passando para 1.679,51 ha, correspondendo à 34,16% da área total de APP do município.

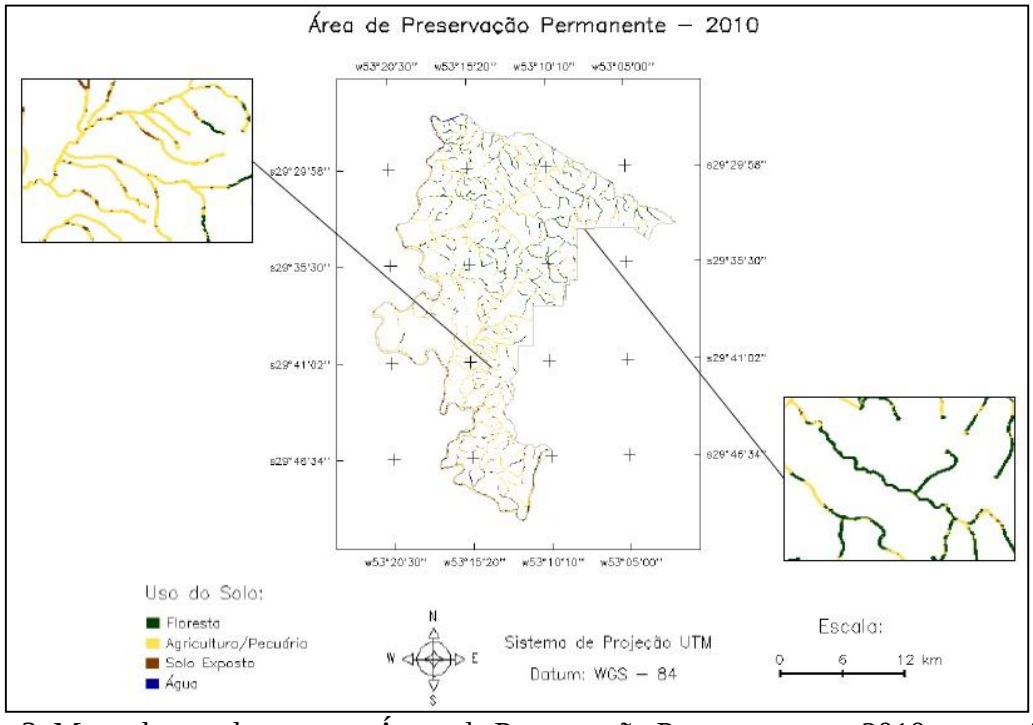


Figura 3. Mapa do uso da terra em Áreas de Preservação Permanente em 2010 no município de Agudo, RS.
Figure 3. Map of land use in Permanent Preservation Areas in 2010 in the municipality of Agudo, RS.

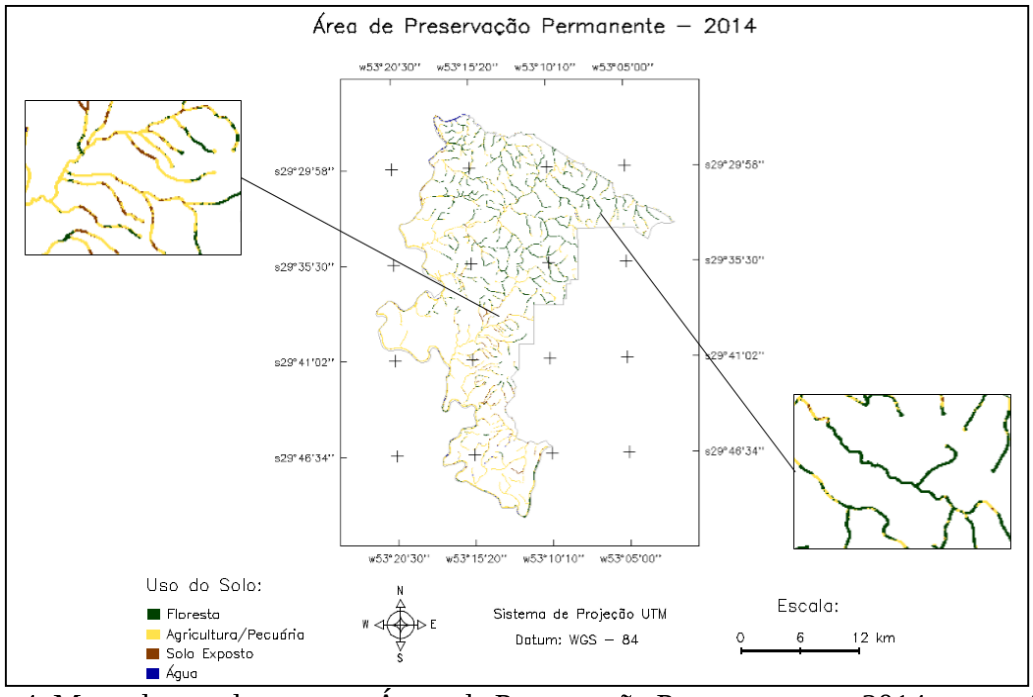


Figura 4. Mapa do uso da terra em Áreas de Preservação Permanente em 2014 no município de Agudo, RS.
Figure 4. Map of land use in Permanent Preservation Areas in 2014 in the municipality of Agudo, RS.

Tabela 3.Quantificação das classes temáticas nas Áreas de Preservação Permanente, no município de Agudo, RS, entre 2010 e 2014.
Table 3. Quantification of thematic classes in the Permanent Preservation Areas, in the municipality of Agudo, RS, between 2010 and 2014.

Classes de Uso	Área em 2010		Área em 2014		Diferença
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	Área (ha)
Floresta	1.326,87	26,99	1.679,51	34,16	352,44
Agricultura/Pecuária	2.950,38	60,02	2.834,9	57,67	-115,48
Solo Exposto	412,02	8,38	257,22	5,23	-154,7
Água	226,71	4,61	144,35	2,94	-82,26
Total	**4.915,98**	**100,00**	**4.915,98**	**100,00**	-

Segundo Roos (2012) o município de Agudo tem sua economia baseada no setor agropecuário onde os principais produtos são o arroz, o fumo e o milho, com predomínio de pequenas propriedades. No presente estudo confirmou-se esse fato, os resultados mostraram que o uso da terra predominantemente no município é voltado para fins de agricultura e pecuária, somando-se as classes "Agricultura/Pecuária" e "Solo Exposto". As áreas de agricultura e pecuária, incluindo as classes "Agricultura/Pecuária" e "Solo Exposto" em 2010 abrangiam 3.362,4 ha, em 2014 diminuíram suas áreas de ocupação para 3.092,12 ha, ou seja, no último ano de estudo 62,90% da área passou a ser ocupada por agricultura e pecuária. Áreas que apresentavam a classe "água" atingiram 2,94% da área de APP, não sendo muito expressiva na área em estudo.

A análise dos resultados mostra que, em 2014, 66% da área que seria destinada a preservação permanente, vem sendo utilizada de forma inadequada, e apenas 34% da área apresenta uso adequado à lei. Porém, observa-se que as áreas destinadas à cobertura florestal estão aumentando de forma gradativa.

Após um período de constantes perdas de território florestal, atualmente em algumas regiões pode-se perceber um acréscimo de áreas com florestas, este fato pode estar relacionado com o aumento das fiscalizações referentes às infrações florestais, o que ocasiona aumento da regeneração florestal. Outro fator relevante é o êxodo rural, que foi crescente nas últimas décadas, devido ao abandono do setor agrícola, pelos agricultores, por causadas dificuldades de investimentos.

3.2 Análise LEGAL da cobertura florestal

Por meio da programação LEGAL pode-se quantificar a transição florestal ocorrida no período de 2010 a 2014, conforme disposto na Tabela 4.

Tabela 4. Evolução florestal em Áreas de Preservação Permanente, no município de Agudo, RS, entre 2010 e 2014.
Table 4. Forestry development in Permanent Preservation Areas, in the municipality of Agudo,RS, between 2010 and 2014.

Tipo de Evolução	Entre 2010 e 2014	
	Área (ha)	(%)
Manutenção	1.208,55	24,58
Regeneração	470,96	9,58
Desmatamento	117,99	2,40

Outros Usos	3.118,48	63,44
TOTAL	**4.915,98**	**100,00**

Entre os anos de análise foram desmatados 117,99 ha, ou seja, 2,40% da floresta original foi substituída por outro uso da terra. Porém, neste período houve uma regeneração florestal de 470,96 ha, resultando em uma área total florestal de 1.679,51 ha,desse modo, nota-se que a regeneração florestal foi maior que o desmatamento, no período de estudo. Estes resultados, juntamente com os anteriores, evidenciam o cumprimento do Código Florestal Brasileiro, que juntamente com à pressão dos órgãos ambientais acarretaram restrições às atividades dos agricultores, limitando o corte de florestas em Áreas de Preservação Permanente.

4. Conclusões

Com o presente estudo notou-se que as Áreas de Preservação Permanente dos cursos d'água e nascentes são ocupadas principalmente por agricultura e pastagem, abrangendoem 2014, 66% da área total de APPs. Porém, observa-se que essas áreas estão cedendo espaço para a floresta,a qual está aumentando de forma gradativa. Este fato pode estar relacionado com o êxodo rural e também ao cumprimento do Código Florestal Brasileiro juntamente com o aumento das fiscalizações florestais.

Referências Bibliográficas

COHEN, J. A. Coeficient of agreement for nominal scales. **Journal of Educational and Measurement**, Washington, v.20, n.1, p.37-46, 1960.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J.; II MITSUO, F. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395–403, 1996.

COSTA, T. C. C. da.; SOUZA, M. G. de.; BRITES, R. C. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente, por meio de um sistema de informações geográficas (SIG). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 8., 1996, Salvador. **Anais do**... São José dos Campos: INPE, 1996. Artigos, p. 121-127. On-line. ISBN 85-17-00014-5. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/01.27.16.17/doc/T48.pdf>. Acesso em: 06/11/2014.

DENT, D.; YOUNG, A. **Soil survey and land evaluation**. London: E & FN Spon, 1993. 292p.

KLEINPAUL, J. J. **Análise multitemporal da cobertura florestal da Microbacia do Arroio Grande, Santa Maria, RS**. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

LANDIS, J.; KOCH, G. G. The measurements of agreement for categorical data. **Biometrics**, Washington, v. 33, n. 3, p. 159-179, 1977. INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://www.inpe.br>. Acesso em: 10/09/2014.

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

OLIVEIRA, M. A. F. de.; COSTA, L. A. da.; VASCONCELOS, M. A. de.; SANTOS, R. M. da S. Análise do Conflito de Uso do Solo em áreas de Preservação Permanente no Município de Manacapuru, Amazonas, Brasil. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL, 11., 2014, Curitiba. **Anais do...** Curitiba, 2014, p. 67-74.

ROOS, A.; Figueiró, A. S. Interpretando a transformação da paisagem no município de Agudo (RS) a partir da história ambiental. **Revista Geonorte**, ed. especial, v.3, n.4, p.1032-1044, 2012.

SCHIRMER, G. J. Análise do uso do solo e sua relação com o relevo no município de Agudo, RS. **Revista Geográfica da América Central**, Costa Rica, número especial EGAL, p.1-18, 2011.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S.**Solos do Rio Grande do Sul**.Porto Alegre: EMATER-RS/UFRGS, 2008. 222 p.

TORRES, D.R. **Análise multitemporal do uso da terra e cobertura florestal com dados dos satélites LANDSAT E ALOS**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2011.

USGS.**United States Geological Survey**. Landsat. Disponível em <http://www.usgs.gov/>. Acesso em 04/06/2014.

Análise da cobertura vegetal das áreas de preservação permanente no Domo de Serra Negra através de classificação multiespectral

Analysis of vegetation cover the areas of permanent preservation in Domo of Serra Negra by multiespectral classification

Patrícia Antunes dos Reis[1]
Jaciane Xavier Bressiani[2]
Emiliano Silva Costa[3]
Marcio Augusto Reolon Schmidt[4]

[1]Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Av. João Naves de Ávila, 2121, 38400-902 – Uberlândia, MG, Brasil, p.antunesreis@gmail.com

[2]Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Av. João Naves de Ávila, 2121, 38400-902 – Uberlândia, MG, Brasil, jacianebressiani@florestal.eng.br

[3]Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Av. João Naves de Ávila, 2121, 38400-902 – Uberlândia, MG, Brasil, mi_costa121@hotmail.com

[4]Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Av. João Naves de Ávila, 2121, 38400-902 – Uberlândia, MG, Brasil, marcio.schmidt@gmail.com

Resumo: O presente estudo teve por objetivo avaliar a degradação da cobertura vegetal das Áreas de Preservação Permanentes (APP) na Região do Domo de Serra Negra, em Minas Gerais, por meio da avaliação da classificação manual, através de fotointerpretação, em comparação à classificação semiautomatizada supervisionada Maxver. Mediante análise e interpretação de dados obtidos por meio de imagens orbitais do sensor TM do satélite LANDSAT 5, nos anos de 2001 e 2011, processados nos softwares QuantumGis e ENVI, constatou-seque os entornos dos reservatórios artificiais e naturais são lugares identificados com mais de 50% dos desmatamentos. Em 2001, de acordo com a classificação manual, o desmatamento alcançou um percentual de 26,33% do total da área de APP definido pela legislação brasileira, e na classificação supervisionada esse percentual foi de 63,8%. No ano de 2011, este atingiu31,09% e 65,8% de desmatamento, respectivamente classificação manual e Maxver. A classificação manual apresentou índices mais precisos com relação aos dados de degradação ambiental comparados à realidade local, porém os resultados obtidos na classificação supervisionada de Maxver também foram satisfatórios, com Kappa variando entre 0,91 e 0,93.
*Palavras-chave:*Sensoriamento remoto, SIG, vegetação nativa, APP.

Abstract: The present study aimed to evaluate the degradation of the vegetation cover of the Permanent Preservation Areas (APP) in the Black Mountain Dome Region, Minas Gerais, manually assessment, through photointerpretation, compared to the semi-automated supervised classification Maxver. Through the analysis and interpretation of data obtained from Landsat 5 TM images from 2001 and 2011, processed in ENVI software QuantumGIS. It was found that the areas surrounding the artificial and natural reservoirs suffer more than 50% of deforestation. In 2001, according to the manual classification, deforestation reached a percentage of 26.33% of APP total area - as defined by Brazilian law, and this percentage was 63.8% with supervised classification. In the year 2011, this amounted to 31.09% and 65.8% of deforestation, respectively manual and MaxVer classification. The manual classification shown more accurate indices with respect to the data of environmental degradation compared to the local reality, however, the results obtained in the supervised classification of Maxver were also satisfactory, with kappa ranging from 0.91 to 0.93.
*Keywords:*Remote sensing, GIS, native vegetation, APP.

1.Introdução

A construção eficiente de sistemas de informação geográfica depende da criação de modelos conceituais que sejam representações muito próximas da realidade. Assim, muitas representações computacionais do ambiente são extremamente úteis, estabelecendo relações

entre a sociedade e o meio natural, tendo a possibilidade de um planejamento melhor de áreas e, consequentemente, proporcionar qualidade de vida aos organismos que nela habitam.

Nas últimas décadas, houve o desenvolvimento de várias tecnologias, dentre essas, se destaca o Sensoriamento Remoto, que permite a captação de imagens de alta resolução espacial, obtidas por meio de modernos sensores em nível orbital (MENESES e ALMEIDA, 2012). Desta forma, por meio do uso de softwares de geoprocessamento, capazes de processar e analisar dados provenientes de sensoriamento torna-se possível fazer vários estudos de análise espacial e modelagem.Nesse sentido, considera-se sensoriamento remoto, conforme define Rosa (2009), as formas de obter informações de objetos, sem manter contato físico com estes, técnica que necessita de radiação eletromagnética (REM) de forma natural ou artificial.Nessa perspectiva, as alterações na natureza são cada vez mais intensas, pois o homem modifica o meio causando impactos negativos. Seria como a construção de um habitat combinado ao seu modo de vida ou mesmo, uma incorporação da vida pessoal para a social, no qual a intervenção no ciclo natural da terra é inevitável.

As Áreas de Preservação Permanentes (APP) representam proteção para ambientes sensíveis e que requerem mais atenção com relação ao uso. A proposta de um monitoramento dessas áreas ao longo dos cursos d'água utilizando o Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento tende a desenvolver uma forma de prevenir e sensibilizar quanto aos efeitos prejudiciais de uso e ocupação, fazendo uso de ferramentas úteis que podem produzir um efeito interessante e abrangente.O progressoinstaurado ao longo do tempo expande sobre as áreas nativas, diversas atividades econômicas de perfil degradante, acarretando na perda da cobertura vegetal nativa para expansão de culturas agropastoris, industriais e cidades. Perante o exposto, estudos que envolvem técnicas e medidas de preservação ambiental tem destaque por instaurar o planejamento das ações, permitindo o desenvolvimento econômico pautado na conservação dos meios naturais.

O geoprocessamento se apresenta como um conjunto de tecnologias que, para Câmara e Medeiros (1998), permite realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes, manipulação e saída de dados ao criar bancos de dados georreferenciados,no qual abrange estudos mais eficientes que facilitam as etapas de um processo de planejamento, possibilitando maior rapidez na tomada de decisão.

Considerando os argumentos expostos, para a aplicação das tecnologias citadas, foi definido como área de estudo o Domo de Serra Negra, que abrange parte dos municípios de Patrocínio e Guimarânia, em Minas Gerais. A região do Domo é economicamente desenvolvida e nela teve-se significativa degradação ambiental, que ocasionou na supressão de florestas nativas para o plantio de diversas culturas. Esse fato resultou em problemas ambientaisresponsáveis pela alteração dos microclimas locais, eliminação de parte da fauna e flora nativa.A pesquisa tem por objetivo avaliar a degradação da cobertura vegetal das Áreas de Preservação Permanentes (APP) na Região do Domo de Serra Negra, por meio da avaliação da classificação manual, através de fotointerpretação, em comparação a classificação semiautomatizada supervisionada Máxima Verossimilhança (Maxver). Para o estudo foram utilizadas imagem orbitais do sensor TM do satélite LANDSAT 5, propondo técnicas de análise e coleta de dados.

2. Metodologia de Trabalho

O Complexo Serra Negra está localizado na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais, entre os municípios de Patrocínio e Guimarânia, compreendido pelas coordenadas geográficascentrais de latitude 18°54'40"S e longitude 46°49'45"W, com 188,22 km^2 de área de abrangência.A Região é conhecida pela produção

do Café do Cerrado, com características peculiares por estar inserida em uma estrutura Dômica, que para Casseti (2005), corresponde a uma estrutura circular, resultante de atividade intrusiva (fenômenos magmáticos), no qual o material magmático não chegou a atingir a superfície. Na estrutura há um compartimento interior, no qual as vertentes contribuem para a formação de uma rede de drenagem que se acumula na lagoa do Chapadão do Ferro (BERNARDES, 2006). O Domo é um importante divisor de águas, onde estão nascentes dos Rios Dourados, Quebranzol e Espírito Santo formadores da Bacia do Rio Paranaíba, com vegetação típica do cerrado.

O estudo utilizou o método quali-quantitativo para avaliar os objetivos propostos e está pautado na análise e interpretação de dados obtidos através de imagens de satélites LANDSAT do sensor TM, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais(INPE), nos períodos de 2001 e 2011, como forma de avaliar as modificações sofridas no ambiente. Para o processamento digital das imagens foram utilizados os softwares Quantum Gis e ENVI, capazes de expressar e ilustrar o conteúdo pesquisado.

As imagens obtidas por sensores segundo Florenzano (2007), são como dados brutos que, para serem transformados em informação, necessitam ser analisados e interpretados. Segundo Meneses e Almeida (2012), as informações são extraídas por métodos de análises com regras claras e lógicas, que estabelecem critérios para a análise dos elementos que compõe a paisagem, utilizando-se de cor, tonalidade, estrutura, sombras e homologia, específicas de cada classe.Assim, para a análise comparativa da vegetação foram utilizados os Métodos de Classificação Manual, por meio de fotointerpretação e, o método semiautomático supervisionado de imagens de Sensoriamento Remoto.

A classificação supervisionada se baseia no uso de algoritmos para se determinar os pixels que representam valores de reflexão característicos para uma determinada classe, sendo, de acordo com Meneses e Almeida (2012), o método mais utilizado na análise quantitativa dos dados de sensoriamento remoto. As etapas para a classificação supervisionada consistiram em: a) definir as classes nas quais a imagem foi dividida; b) escolha de amostras ou áreas de treinamento para cada classe; c) aplicação de um algoritmo de classificação; d) homogeneização do resultado de classificação; e) vetorização dos contornos e produção de mapas temáticos.

O Método de Classificação Supervisionado Máxima Verossimilhança (Maxver) considera a ponderação das distâncias entre as médias dos valores dos pixels das classes, utilizando parâmetros estatísticos, onde todas as bandas têm distribuição normal e calcula a probabilidade de um dado pixel pertencer a uma classe específica (MENESES E ALMEIDA, 2012). Este método é baseado no princípio de que a classificação errada de um pixel particular não tem mais significado do que a classificação errada de qualquer outro pixel na imagem (RICHARDS, 1993). O usuário determina a significância nos erros de atributos especificados para uma classe em comparação a outras. Ele possui limitações como a descrição incorreta de classes, confusões decorrentes da automação computacional e uma precisão menor que a classificação manual, contudo, oferece uma ótima relação custo/benefício quando aplicado em grandes áreas de estudo. Os problemas identificados são reduzidos mediante a qualidade das amostras de cada classe, as quais devem ser criteriosamente avaliadas e precisas, para que se obtenham bons resultados.

As imagens foram selecionadas seguindo critérios como a cobertura de nuvens; datas das passagens observando períodos de seca e períodos chuvosos e, mesmo período e condições de iluminação, fatores imprescindíveis para a etapa de classificação das imagens de diferentes épocas. Estas foram compostas através do software ENVI, utilizando como associação a banda 5 no canal de cor primária vermelho, a banda 4 no canal verde e a banda

3 no azul, visando a diferenciação no uso e ocupação do solo, nomeadamente áreas urbanas e vegetação.

A definição das áreas de APP, tanto para nascentes, lagoas e represas quanto para cursos fluviais seguiram os critériosestabelecidosno novo Código Florestal brasileiro,lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012e, nas Resoluções n° 302 e 303/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

A Resolução 303/2002, dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanentes e em seu art. 3° incisos I e III, respectivamente, enfatizam que ao redor dos lagos e lagoas naturais, a faixa de APP compreende metragem mínima de cem metros para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de, no mínimo, cinquenta metros (BRASIL. Resolução 303 de 20 de março de 2002).

Quanto aos parâmetros, definições e limites de APP estabelecidos para reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno, a Resolução 302/2002 esclarece, em seu art. 2°, que os reservatórios artificiais são acumulações não naturais de água, destinados a quaisquer de seus múltiplos usos e a área de preservação permanente compreende a área marginal ao redor deste reservatório artificial e suas ilhas, com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, a proteção do solo e o bem estar das populações humanas (BRASIL. Resolução 302 de 20 de março de 2002).

No art. 3° da Resolução 302/02, inciso III, constitui área de APP com largura mínima, em projeção horizontal no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo norma de quinze metros, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica e com até vinte hectares de superfície, localizados em áreas rurais (BRASIL. Resolução 302 de 20 de março de 2002).

Com base nessas definições, foi criado o *buffer* (mapa de distâncias) que compreende a faixa de APP exigida para cada nível de recursos hídricos, possibilitando a interpretação das informações extraídas.A classificação manual foi feita com ferramentas de edição do QuantumGis, georreferenciado na Projeção UTM, Sistema de Coordenadas WGS84, fuso 23.A armazenagem dos dados de entrada e dos produtos gerados se deu de forma a manter os dados espaciais e atributos organizados e com sistema de projeção uniforme, evitando possíveis incoerências de informações.

Aclassificação supervisionada pelo método estatístico de Maxverfoi realizada no ENVI, no qual se obteveas amostras de cada tipo de classe definida, e posteriormente transferidas para o QuantumGis para interpretação por meio do *overlay* das informações.Após a classificação de uso e ocupação do solo da área do Domo pelos classificadores definidos, foram comparados os métodos e estabelecido o que mais se aproxima da realidade, sendo possível a avaliaçãodo percentual de degradação da vegetação.

Segundo Florenzano (2007), quanto maior é o conhecimento da área de estudo, maior é a quantidade de informações obtidas, a partir da interpretação de imagens de satélite, evitando assim a confusão com alguns tipos de vegetação típica. Nesse sentido, essa comparação com alvos conhecidos no terreno e sua representação facilita a identificação. Desta maneira, o trabalho de campo foi uma ferramenta indispensável à realização do mapeamento, visando o enriquecimentodos dados abordados nas imagens e representação.

3.Resultados e Discussão

Com a sobreposição de *buffers* nas imagens de sensoriamento remoto, foi possível a análise dos dados e a comparação entre os períodos de 2001 e 2011, quanto ao avanço do desmatamento nas APPs no entorno dos cursos fluviais.Conforme mencionado, a área total

do Domo de Serra Negra compreende 188,22 km^2. As áreas de preservação permanentes abrangem 9,72 km^2, valor correspondente a 100% da área analisada. As intervenções nas APPs foram dimensionadas e estão descritas na Tabela 1:

Tabela 1.Avaliação do desmatamento nas Áreas de Preservação Permanentes do Domo.
Table 1.Assessment of deforestation in Permanent Preservation Areas of the Domo.

Identificação	Área Classificação Manual (km^2)	Percentual (%)	Área Classificação Maxver (km^2)	Percentual (%)
APP (legislação)	9,72	100	9,72	100
APP degradada até 2001	2,56	26,33	6,21	63,8
APP degradada até 2011	3,09	31,8	6,4	65,8
Total de área degrada no intervalo de 10 anos	0,53	5,45	0,19	1,95

No período de 2001, de acordo com a classificação manual, o desmatamento alcançou um percentual de 26,33% do total da área de APP definido pela legislação brasileira, e na classificação supervisionada esse percentual foi de 63,8%. Quanto ao ano de 2011, esse atinge 31,8% do total da área de APP para a classificação manual, o que equivale a um aumento de 5,45% de desmatamento do total. Com o classificador Maxver, este índice chega a 65,8%, com 1,95% de aumento na área de APP degrada.

Na Figura 1, observa-se os mapas da distribuição das zonas degradadas no Complexo do Domo de Serra Negra nos períodos de 2001, representado pela cor laranja e 2011 pela cor amarela, construídos a partir da classificação manual.

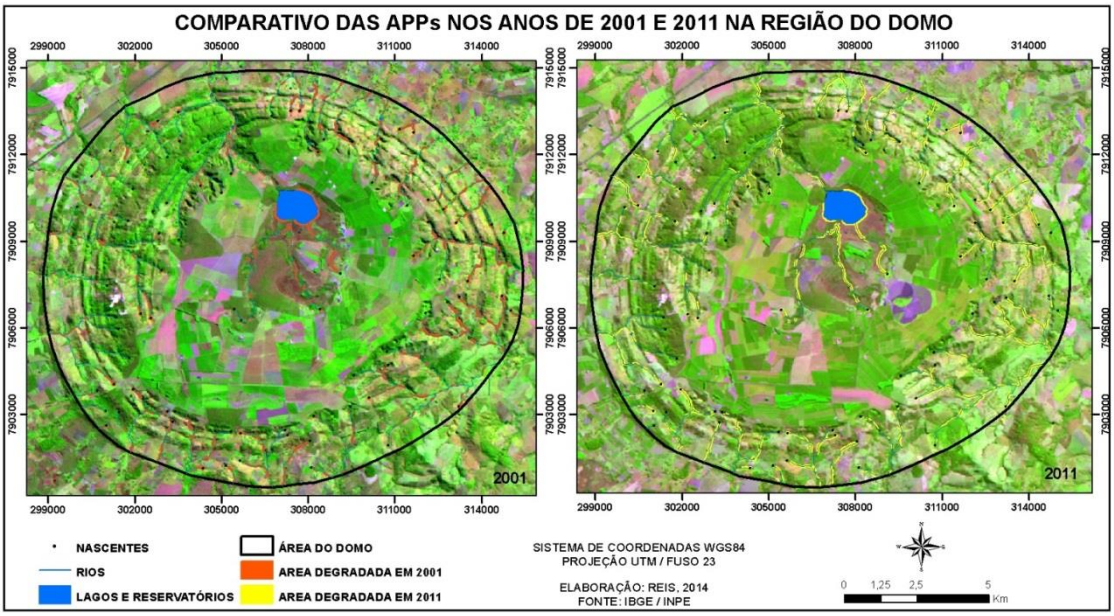


Figura 1. Comparativo da degradação ambiental pelo método de classificação manual.
Figure1.Comparative environmental degradation using manual classification.

A Figura 2 apresenta os mapas resultantes da classificação supervisionada Maxverpara os períodos de 2001 e 2011.

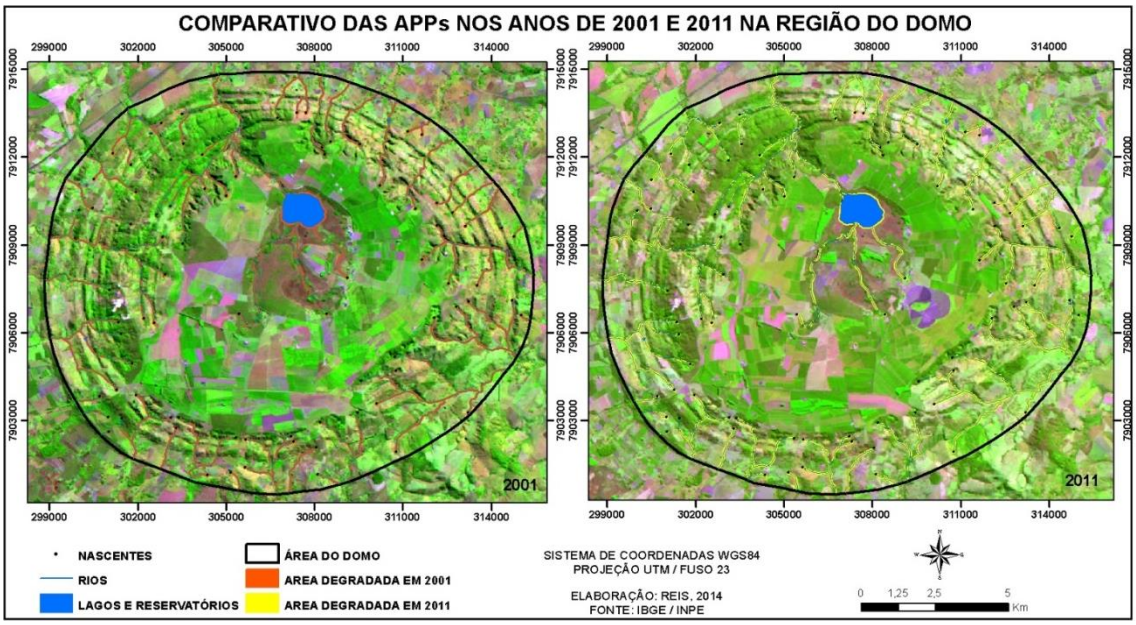


Figura 2. Comparativo da degradação ambiental pelométodo de classificação MAXVER.
Figure 2. Comparative environmental degradation using MAXVER classification method.

Os resultados apresentam valores discrepantes em comparação aos métodos avaliados, sendo os valores apresentados pela fotointerpretação bem inferiores que o classificador Maxver. É necessário destacar que essa realidade expõe a deficiência na coleta dos dados manualmente, visto que, para o tipo de levantamento a significância do objeto é clara, sendo utilizados elementos de reconhecimento para definição do alvo. Esse aspecto mostra a importância do conhecimento por parte do classificador, que deve criteriosamente identificar a resposta espectral dos elementos constituintes da área de estudo, e com base em informações prévias as características de cada alvo.Assim, de acordo com Meneses e Almeida (2012), surgiram as técnicas de classificação digital que automatizam o processo de extração de informações das imagens, eliminando a subjetividade da interpretação humana.

Quanto ao método Maxver, este apresenta valores estimados estatisticamente, compondo muitas vezes informações incoerentes com a realidade, o que exige que o procedimento de coleta de amostras seja bastante criterioso e detalhado, visando classes bem separadassem que haja contaminação de pixels de outras classes. Em relação à área de pesquisa, esta apresentou nas culturas de café e vegetação nativa, uma resposta espectral com valores muito próximos, agrupando diversas vezes pixels de vegetação nativa como de cultura agrícola (café). Apesar de algumas classes terem ficado confusas, os valores do Kappa, que qualifica a classificação, foram bons, variando entre 0,91 e 0,93.

Os recortes de imagens utilizados para análise temporal e espacial foram suficientes, no entanto, devem ser utilizadas imagens de satélite dos períodos de julho a agosto, meses mais secos compondo a estação de inverno, onde há pouca presença de nuvens e classes de alvos mais definidos.

As áreas ocupadas pelas represas e lagos artificiais representam 1,31 km^2, ou seja, um percentual de 0,7% da área do Domo de Serra Negra.Mediante interpretação da resposta espectral dos alvos, os entornos dos reservatórios artificiais e naturais são lugares identificados com mais de 50% dos desmatamentos, fator esse agravante, visto que, dentro das condicionantes para a construção das mesmas, exige-se a recuperação da área degradada, perfazendo 50m no entorno e a compensação equivalente ao dobro da área de intervenção.

Através do estudo observou-se uma pequena parcela de propriedades que recuperaram áreas devastadas, antes, no período de 2001, identificadas como desmatadas e em 2011 já em estágio de revegetação natural.

A análise de diversas situações ambientais (situações de riscos, de potenciais de uso, de necessidades de proteção, de impacto, de ordenação geoeconômica, de zoneamento ambiental) permite caracterizar um ambiente de uma forma diretamente voltada para a utilização racional dos recursos físicos, bióticos e socioeconômicos nele disponíveis (CÂMARA e MEDEIROS, 1998).

4. Conclusões

A pesquisa proporcionou a identificação do percentual de degradação da vegetação nas áreas de preservação permanente, no período de 10 anos avaliados, e seu déficit em relação à legislação ambiental vigente, com a aplicação do sensoriamento remoto e SIG, ferramentas fundamentais aos projetos de monitoramento e controle de impactos ambientais.

O estudo estabeleceu um comparativo entre os métodos de classificação multiespectral manual e supervisionada, objetivando o produto final que é identificar o classificador que melhor represente a realidade do uso e ocupação do solo. Neste contexto, devido ao detalhamento a que se expõe o pesquisador na classificação manual, esta apresenta índices pouco precisos com relação aos dados de degradação ambiental comparados à realidade local, sendo necessário que o pesquisador tenha conhecimento avançado na identificação dos alvos e o conhecimento prévio da área,possibilitando resultados mais satisfatórios.

A classificação supervisionada de Maxverrequer mais amostras, os resultados obtidos foram satisfatórios e melhores,haja visto que ocorreram algumas confusões das classes,o que expõe o nível alto de exigência na coleta dos pontos amostrais, considerando que este critério deve ser bem definido para que a classificação de uso do solo represente fielmente a área estudada.

A metodologia empregada por meio do SIGpossui boas qualidades, apresentando de forma geral, a situação ambiental da região do Domo, com a construção de bases integradas para a gestão ambiental. As definições são baseadas em critérios e metodologia desenvolvida de forma rápida e de baixo custo, com uso de imagens de satélitesdisponibilizadas gratuitamente, o que possibilita a análise crítica na adoção de medidas compensatórias e de planejamento para recuperação das áreas degradadas.Destaca-se ainda o papel do classificador, nas duas modalidades propostas, em estar atento às características coletadas como amostras para não incorrer em um mapeamento mal sucedido.

Agradecimentos:

CAPES

Referências Bibliográficas

BERNARDES, T. **Caracterização do ambiente agrícola do Complexo Serra Negra por meio de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas.**2006. Disponível em: <http://http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=141361> . Acesso em: 06 mar. 2015.

BRASIL. Código Florestal. **Lei** n° 12.651 de 25 de maio de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 12 mar. 2015.

BRASIL. **Resolução** 302 de 20 de março de 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30202.html>. Acesso em: 12 mar. 2015.

BRASIL. **Resolução** 303 de 20 de março de 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html. Acesso em: 12 mar. 2015.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. (ORGs). **Geoprocessamento em projetos ambientais.** 2 ed. São José dos Campos, SP, 1998.

CASSETI, V. Geomorfologia. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <http://www.funape.org.br/geomorfologia/>. Acesso em: 12 mar. 2015.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de. **Introdução ao Processamento de Imagem de Sensoriamento Remoto.** 2012. Disponível em: <http://http://andersonmedeiros.com/e-book-processamento-digital-imagens-sensoriamento-remoto/>. Acesso em: 12 mar. 2015.

RICHARDS, J.A. (1993). **Remote sensing digital image analysis - an introduction**.2ª ed. Springer-Verlag, Berlin.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 7. ed. Uberlândia: EDUFU, 2009.

Mapeamento do uso e cobertura do solo na Terra Indígena do Guarita

Land use and cover mapping in the *Guarita* indigenous Park

Daniele Arndt Erthal[1]
Tarik Cuchi[2]
Fábio Marcelo Breunig[3]
Rafaelo Balbinot[4]
Fernanda Raquel Lambrecht[5]
Gustavo Luis Gonzatto[6]
Jonathan William Trautenmüller[7]

[1]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Caixa Postal 54, 98400-000; l. Sete de setembro, s/n. km 40 BR386 – Frederico Westphalen – RS, Brasil; dani.a.erthal@hotmail.com

[2]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Caixa Postal 54, 98400-000; l. Sete de setembro, s/n. km 40 BR386 – Frederico Westphalen – RS, Brasil;tarik.tc@msn.com

[3]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Caixa Postal 54, 98400-000; l. Sete de setembro, s/n. km 40 BR386 – Frederico Westphalen – RS, Brasil; breunig@ufsm.br

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

[5]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Caixa Postal 54, 98400-000; l. Sete de setembro, s/n. km 40 BR386 – Frederico Westphalen – RS, Brasil;Fernanda.lambrecht@hotmail.com

[6]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Caixa Postal 54, 98400-000; l. Sete de setembro, s/n. km 40 BR386 – Frederico Westphalen – RS, Brasil;Gustavo.gonzatto@hotmail.com

[7]Universidade Federal do Paraná, UFPR, Av. LothárioMaissner, 3400 Jardim Botânico, Curitiba-PR, jwtrautenmuller@yahoo.com.br

Resumo: A paisagem mundial foi alterada com o passar das décadas e as florestas deram espaço para áreas agrícolas, campos, ou áreas urbanas. Atualmente está ocorrendo o mesmo com as áreas indígenas, a *priori*, protegidas por lei. Nesse contexto, imagens de satélite podem contribuir significativamente, em diferentes escalas, de acordo com as características de resolução das imagens, com inúmeras finalidades, sendo uma delas o mapeamento da cobertura do solo ao longo do tempo. O objetivo do trabalho consiste na avaliação do uso e ocupação da terra ao longo de três décadas da Terra Indígena do Guarita. A áreade estudo se localiza no noroeste do RS. Para a avaliação foram utilizadas seis imagensda série Landsat de 1985 a 2010. Para o mapeamento foi utilizado o classificador supervisionado *spectral angle mapper* (SAM). Todos os processamentos foram realizados no programa ENVI©. Os resultados do trabalho mostraram que não ocorreu um aumento significativo em nenhuma das classes avaliadas dentro da TIG ao longo das três décadas estudadas (1985 a 2010). Verificaram-se pequenas variações locais que podem estar associadas a agricultura itinerante ou áreas de regeneração florestal.
*Palavras-chave***:** Classificação supervisionada; *Spectral Angle Mapper* (SAM); Sensoriamento Remoto; Landsat-TM.

Abstract: The global landscape has been changedover the decades and forests areas were replaced by crop areas, grass lands, or urban areas. Currently the same is happeningwith the indigenous areas, which a priori area protected by law. In this context, satellite images can significantly contribute in different ranges, according to the characteristics of image resolution, with many purposes, as the land cover mapping. The aim of this study was evaluate the land use and cover along three decades in the *Guarita* Indigenous Park (TIG). The study area is located in the northwestern of Rio Grande do Sul State – Brazil. For the evaluation, six images of landsat

series were used, covering the time of 1985-2010. For classification, the spectral angle mapper (SAM) algorithm was used. All procedures were performed with ENVI©. Our results showed no significant increase in any of the classes evaluated in the TIG over the three decades studied (1985-2010). There are small areas ofvariation that may be associated with itinerant agricultureor areas of forest regeneration.
Key words: Classification supervised; *Spectral Angle Mapper* (SAM);remote sensing; Landsat-TM.

1. Introdução

Com o passar das décadas o cenário mundial tem sido alterado, áreas que antes eramocupadas por florestas hoje tem dado espaço a plantios agrícolas, pastagens e até mesmo áreas urbanas.O mapeamento de uso e ocupação do solo é uma importante ferramenta de observação destas mudanças no decorrer do tempo (SANTOS, 2010).Borges (1993) já observava que com o desenvolvimento tecnológico cada vez maior,é de fundamental importância para conhecimento da organização do espaço, que foram e ainda são constantemente alterados pelas ações humanas, a frequente atualização desse espaço em intervalos de tempo cada vez menores. Os mapeamentos do uso e cobertura do solo vêem subsidiando o planejamento e o processo de tomada de decisões em escalas regionais e globais.

O sensoriamento remoto e o geoprocessamento juntamente com os sistemas de informações geográficas (SIG), são ferramentas essenciais para o estudo e a elaboração desses mapas do uso e cobertura da terra. De forma integrada e multidisciplinar, essas três técnicas/ferramentas permitem gerar novas informações para identificação dos tipos de classes de uso e cobertura da terra e confere um importante suporte para decisões em atividades de licenciamento, planejamento ambiental e agrícola (SANTOS, 2010 apud PAREDES, 1994).

Os SIG são entendidos como um conjunto de processos, operações e ferramentas computadorizados que permitem a captura, armazenamento, análise, modelagem e visualização de informação geográfica referenciada (Pulliza, 2011 apud USGS, 2007). Ainda neste contexto de SIG, se destaca o processamento digital de imagens de sensoriamento remoto, que auxiliam na identificação e extração de informações presentes nas imagens (Silva, 2011).

Formas tradicionais de geração de mapas de classificações do uso e cobertura da terra baseadas na interpretação visual e edição manual de polígonos tendem a gerar bons resultados. Contudo, o custo de tempo é muito grande e muitas vezes inviabiliza a execução de um projeto. Assim, métodos baseados em classificadores automáticos, como por exemplo, os classificadores supervisionados, tentam a simular o processo de interpretação humana através da aceitação de amostras de treinamento. No método da classificação supervisionada, as classes são previamente definidas pelo analista através das amostras de treinamento e assim, a classificação é realizada a partir de uma informação conhecida. O algoritmo passa a procurar amostras com características estatísticas ou espaciais semelhantes e lhe atribui significado.

O SAM é um dos métodos de classificação espectral dos mais utilizados atualmente. Ele é uma ferramenta que permite um mapeamento acelerado da semelhança entre o espectro de um pixel e o de algum material de referência. Este espectro de referência pode ser obtido por meio de laboratório ou de dados a campo, de uma biblioteca espectral ou ainda pode ser extraído da própria imagem. Este método admite que os dados da imagem sejam convertidos para reflectância de superfície. O algoritmo determina a similaridade espectral entre dois espectros por meio do cálculo do ângulo que é formado entre eles, tratando-os como vetores em um espaço de dimensionalidade correspondente ao número de bandas (nb) (MARKOSKI, 2006).

Mesmo com todas as ferramentas geotecnologicas disponíveis, o uso dos SIG e imagens de satélite são limitados e existem muitas áreas que carecem de estudos mais aprofundamos. Aplicativos como o SPRING (Câmara et al., 1996) e as imagens que compõem uma série histórica única do sensor *Thematic Mapper* (TM) a bordo do satélite Landsat 5 permitem a exploração de uma vasta gama de aplicações nas mais diversas áreas do globo. Dentre estas podemos observar a falta de estudos em áreas de Reservas Indígenas.

A Terra Indígena do Guarita (TIG) é um exemplo típico de área pouco estudada em termos temporais a partir de imagens de satélite.Através do entendimento da dinâmica do uso e ocupação do solo na TIG será possível identificar as áreas que sofrem maior pressão quanto ao desmatamento, avaliar a recuperação das áreas de agricultura itinerante e a invasão por propriedades limítrofes.

2. Metodologia de Trabalho

A área de estudo está localizada na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul – Brasil (Figura 1) apresenta clima do tipo Cfa (classificação de Köppen), denominado subtropical, com temperaturas médias nos meses mais quentes (janeiro) superiores aos 22º C e nos meses mais frios (julho) ficam entre -3º C e 18º C. A precipitação anual é de aproximadamente 1.665 mm, que são bem distribuídos ao longo do ano. O relevo da região é marcado por apresentar regiões planas nas áreas mais elevadas e uma maior declividade nas áreas próximas aos rios. A altitude média da Reserva do Guarita é de 370 m (Breunig et al., 2011).

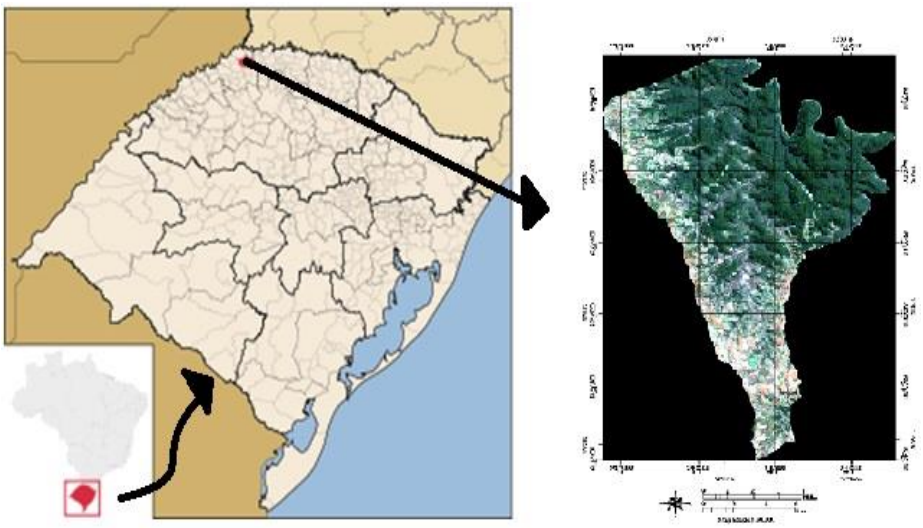


Figura 1. Localização da área da Reserva Indígena do Guarita. Uma composição do tipo cor verdadeira da imagem Landsat é mostrada na parte direita da figura. A parte esquerda indica a localização no noroeste do Rio Grande do Sul.
Figure 1. Location of the area of Indigenous Reserve Guardhouse . A composition of the true color Landsat image type is shown in the right part of the figure. The left part shows the location in the northwest of Rio Grande do Sul .
Fonte: A figura de localização foi adaptada de Wikipédia(2014).

A reserva está localizada em três municípios do Estado, Tenente Portela, Redentora e Erval Seco. A Reserva do Guarita está localizada no bioma Mata Atlântica, onde é presente a Floresta Ombrófila Mista (31,33%) e a Floresta Estacional Decidual (68.67 %) (BREUNIG *et al*, 2011 apud ISA, 2010).

As imagens utilizadas para geração dos mapas foram as *Landsat Surface Reflectance Climate Data Record* (CDR), disponibilizadas pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) de forma gratuita pelo site http://earthexplorer.usgs.gov/ com reflectância de superfície.

As imagens foram baixadas compactadas para as datas de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005 e 2010, totalizando três décadas. Também foi baixado um polígono utilizado como vetor da área de estudo disponibilizado pelaFundação Nacional do Índio (FUNAI) com os limites das diferentes reservas Indígenas. Nesse repositório de terras indígenas, a TIG foi extraída e utilizada para fazer o recorte da área efetiva do TIG.

Os dados foram processados no programa ENVI© (Excelis, 2013), onde o primeiro passo foi abrir as imagens, e unir as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 em uma imagem só. Na sequência foi elaborada uma máscara por meio do vetor dos limites da reserva indígena, e utilizada posteriormente para mascarar as imagens e recortas as cenas de acordo com o tamanho de cena desejado.

Posteriormente, foi escolhida a melhor composição colorida para desenhar a imagem. A coloração colorida escolhida para a maioria das imagens foi a falsa cor, RGB bandas 7, 5 e 2. Seguindo o próximo passo foi a aquisição dos polígonos de interesse (ROI no ENVI©). Cada ROI foi selecionado conforme as diferentes cores apresentadas na imagem, cada ROI é uma amostra de treinamento para a classificação supervisionada. Foram criadas várias amostras para cada imagem, que após a classificação, foram agrupadas e distribuídas em 3 classes (floresta, campo, e sombra).

Foi testado o classificador *Spectral Angle Mapper* (SAM), no qual utilizou-se os polígonos definidos pelos ROIs adquiridos para o treinamento. O ângulo máximo em radianospara caracterizar a semelhança entre os espectros foi de 0.1.

Toda análise dos dados foi feita com base nas medidas de cada classe obtidas para os diferentes anos, considerando os limites da TIG e sua distribuição espacial.

3. Resultados e Discussão

O classificador SAM utilizado para geração dos mapas de classificação do solo apresentou pequena diferença entre as classes mapeadas no decorrer dos anos estudados. Estas variações podem ser observadas na Figura 2. Oscilações em torno de 10% são identificadas entre os períodos de cinco anos. A figura ainda indica que a medida que a área de floresta aumenta, a área de agricultura tende a apresentar um decréscimo. Na data de 1990, a componente sombra interferiu significativamente no resultado, dificultando uma avaliação mais detalhada.

A alternância entre floresta – agricultura pode estar associada ao fato de que a maioria das famílias presentes na área indígena sobrevive da agricultura de subsistência, a qual muitas vezes é itinerante (RIBEIRO, 2010). Assim, áreas de cultivo agrícola de ano para ano não aumentaram e nem diminuíram bruscamente, o que pode ser observado nas figuras 3 e 4. Este fato pode ser explicado pelo fato da produção agrícola de grãos comerciais por parte de algumas famílias maiores, a qual mantém constante a maior da parte da classe agriculturao qual também pode ser observado nas figuras 3 e 4, já a pequena variação pode ser devido à agricultura itinerante, onde a floresta consegue se regenerar no período de 5 anos.

O estudo temporal foi realizado com intervalos de tempo de cinco anos, assim neste intervalo a floresta pode estar em fase de regeneração natural e crescimento, portando, para uma melhor avaliação das classes agricultura e floresta seria necessário realizar o estudo por meio de uma série temporal menor, de ano em ano e ainda utilizar imagens de satélite de alta resolução para um melhor detalhamento das feições. Seria necessário ainda e de grande relevância para o estudo um levantamento a campo e entrevistas com os indígenas.

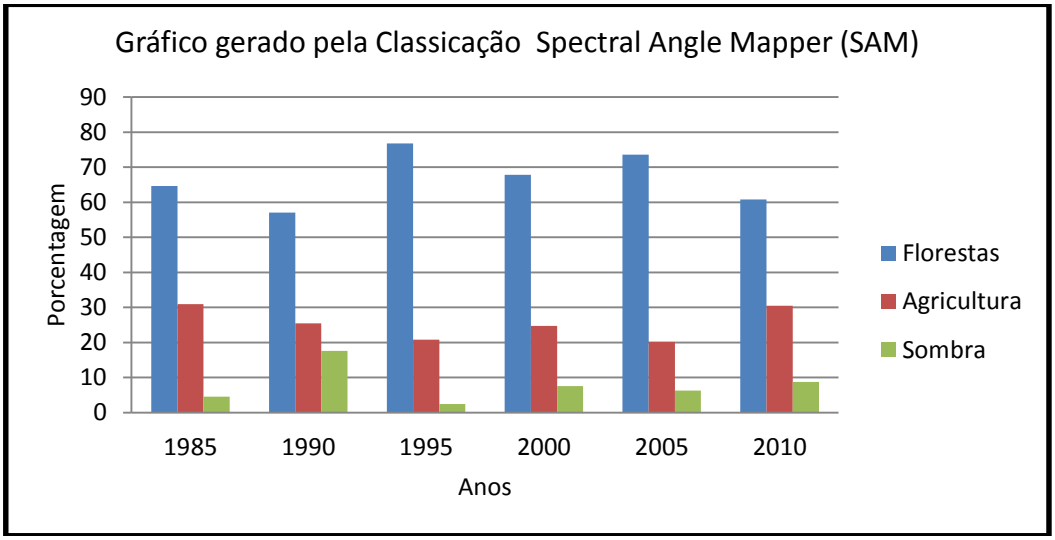


Figura 2. Gráfico gerado a partir do Classificador SpectralAngleMapper (SAM) para as 3 classes estudadas na serie temporal.
Figure 2. Graph generated from the classifier Spectral Angle Mapper (SAM) for the 3 classes studied in the time series .
Fonte. O autor.

A variação da classe sombra de ano para ano, acarreta uma alteração nas outras duas classes. Essas alterações podem ser facilmente percebidas no ano de 1990, onde a classe sombra teve um grande aumento percentual, acarretando na diminuição das outras classes. Comparando-se os anos de 1990 e 1995, percebe-se que a classe sombra provavelmente afetou a diminuição da classe de florestas mais do que a classe da agricultura (Tabela 1).

Tabela 1. Tabela da porcentagem dos anos estudados para cada classe mapeada.
Table 1. Table of percentage of the years studied for each mapped class .

	Classes (%)		
Anos	**Floresta**	**Agricultura**	**Sombra**
1985	64,6	30,9	4,5
1990	57,0	25,4	17,6
1995	76,8	20,8	2,4
2000	67,8	24,7	7,5
2005	73,6	20,1	6,3
2010	60,8	30,5	8,7

Fonte. O autor.

(A)	(B)

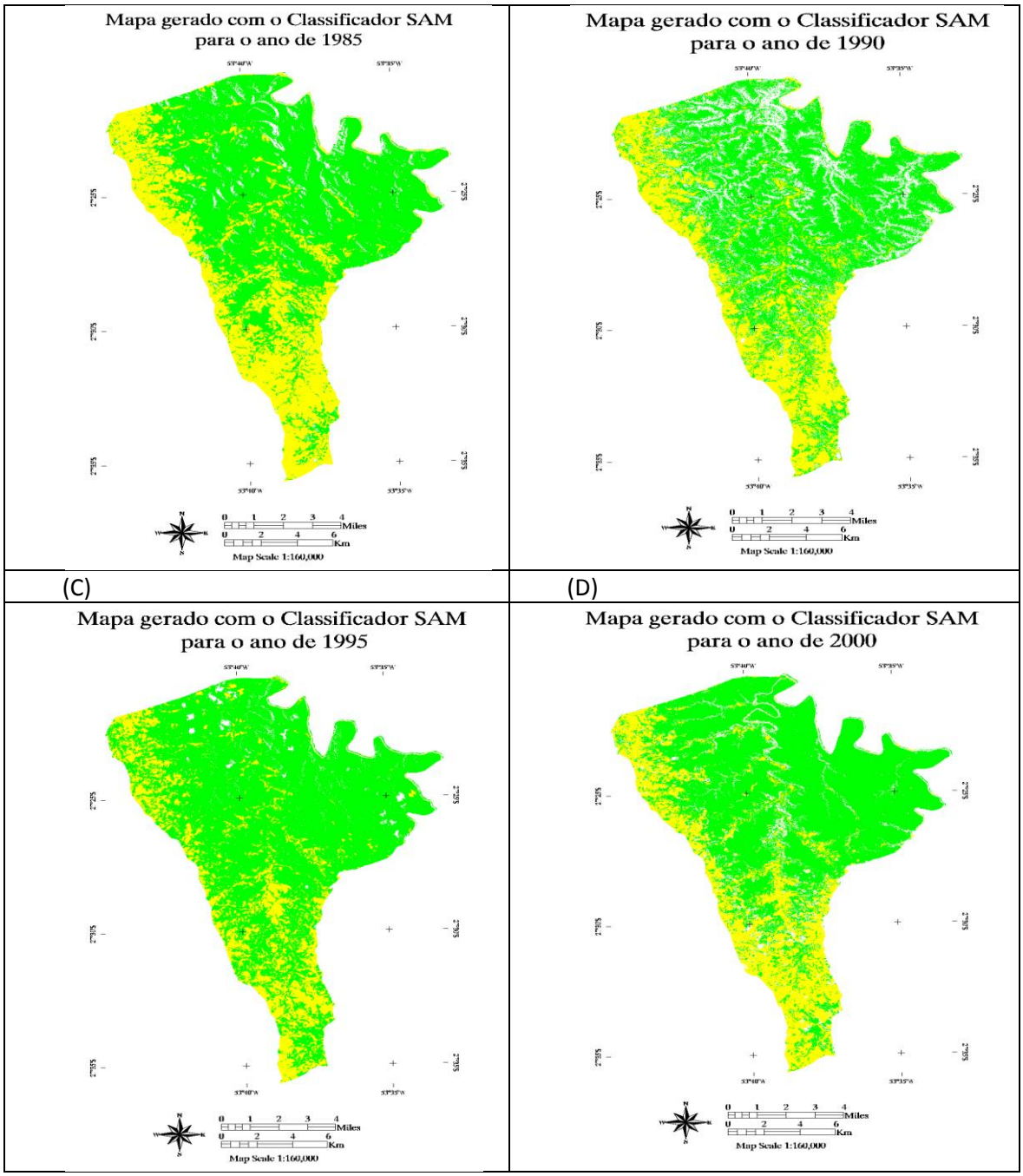


Figura 3. Resultado das classificações do uso e cobertura do solo para os anos de 1985, 1990, 1995 e 2000. Legenda: Verde=Floresta; Amarelo=Agricultura; Branco=Sombra.
Figure 3. Results of the use and land cover classifications for the years 1985 , 1990, 1995 and 2000. Legend: Green = Forest ; Yellow = Agriculture ; White = Shadow .
Fonte. O autor.

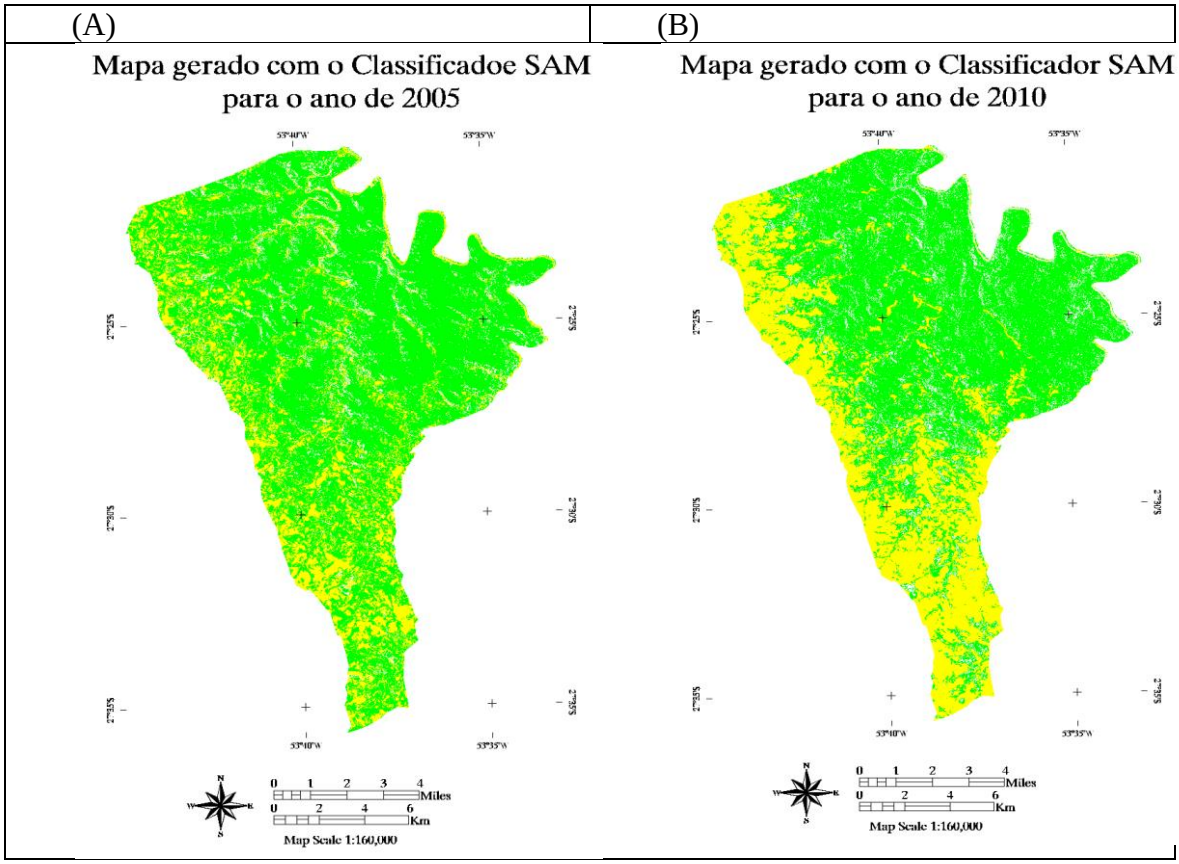


Figura 4.Resultado das classificações do uso e cobertura do solo para os anos de 2005 e 2010
Legenda: Verde=Floresta; Amarelo=Agricultura; Branco=Sombra.
Figure 4. Results of the use and land cover classifications for the years 2005 and 2010
Legend: Green = Forest ; Yellow = Agriculture ; White = Shadow .
Fonte. O autor

4. Conclusões

Os resultados do trabalho apontaram que nenhuma das classes de uso e cobertura da terra apresentaram um aumento ou diminuição significativos no período avaliado de três décadas estudadas (1985-2010). Verificaram-se pequenas variações locais que podem estar associadas a agricultura itinerante ou áreas de regeneração florestal.

Em geral, o uso das imagens do produto CDR permitiu capturar e mapear as três classes de uso e cobertura da terra a que o trabalho se propôs.

Para um estudo mais aprofundado seria necessário utilizar imagens de satélites de alta resolução espacial, com um maior detalhamento da área. Ainda seria importante um monitoramento de uma série temporal maior. A validação a campo seria um ponto chave para um estudo de qualidade.

Agradecimentos

Ao Land *Processes Distributed Active Archive Center* (LP DAAC), locatedat USGS/EROS, Sioux Falls, SD. http://lpdaac.usgs.gov, por permitir o acesso aos dados Landsat.

Referências Bibliográficas

BORGES, M.H.; PFEIFER, R.M.; DEMATTÊ, J.A.M. Evolução e mapeamento do uso da terra, através de imagens aerofotogramétricas e orbitais em santa bárbara d'oeste (sp). **Sci. Agric**., Piracicaba, out./dez., 1993. Pag. 365-371.

BREUNIG, F.M.; GALVÃO, L.S.; FORMAGGIO, A.R. Caracterização espectral e temporal da vegetação nativa do Parque Estadual do Turvo e da Terra Indígena do Guarita – RS, com produtos MODIS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 2011, Curitiba-PR, **Anais**... Curitiba: SBSR, 2011.

CÂMARA, G. et al. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics** v. 20, n. 3, p. 395–403 , 1996.

MARKOSKI, P.R. **Avaliação de imagens do sensor aster para caracterização e mapeamento de rejeitos de garimpos de ametistas**. 2006. 70 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

PULLIZA, D. T. *etal.*Utilização de técnicas de sensoriamento remoto para o mapeamento de área plantada com as principais culturas na safra 2009/2010 no estado de Mato Grosso do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba-PR. **Anais**... Curitiba: SBSR, INPEp.0124.

RIBEIRO, Z. **Caracterização e uso de recursos vegetais para o artesanato kaingang na terra indígena de guarita, município de tenente portela – RS.** Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia), UNIJUÍ. Ijuí, 2010.

SANTOS, A.L.C.; SANTOS, F. dos. Mapeamento das classes de uso e cobertura do soloda terra da bacia hidrográfica do rio vaza-barris, Sergipe.Revista multidisciplinar da uniesp. **Saber acadêmico** - n º 10. Dez, 2010. Pág, 57-67.

SILVA, C. A. et al. O uso do sensoriamento remoto por meio de imagens de satélite de alta resolução para extração de cobertura arbórea intra-urbana no interior do Estado de São Paulo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR,15,2011 Curitiba. **Anais**... Curitiba: SBSR, 2011, INPEp.0738.

Abordagem comparativa entre classificação manual e MAXVER com imagens Landsat: estudo de caso de Crissiumal, RS.

Comparative approach of manual and maximum likelihood classification with Landsat images: case study of Crissiumal, RS.

Priscila Simon[1]
Bruna Rafaela Gelain[1]
Fábio Marcelo Breunig[1]

[1] Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. BR 386 km 40 - Linha 7 de Setembro s/n CEP 98400-000/Frederico Westphalen/RS; priscila_simon@hotmail.com; bru_gelain@hotmail.com; breunig@ufsm.br

Resumo: Diante da necessidade de quantificar e avaliar o uso e ocupação do solo em todo o território brasileiro, o presente artigo buscou comparar duas técnicas de mapeamento de áreas, a primeira baseada na interpretação visual e edição manual, e a segunda através da classificação supervisionada utilizando o método de máxima verossimilhança. Estes foram realizados com o auxílio de imagens do satélite Landsat no sistema SPRING. Por fim as duas classificações foram comparadas. O estudo foi realizado no município de Crissiumal, no sul do Brasil. Os resultados mostraram que o método de máxima verossimilhança conseguiu representar melhor as áreas de campo e apresentou maior dificuldade em discriminar as áreas urbanas. Esse resultado deriva da maior complexidade interna das áreas urbanas. Em geral, o método supervisionado de classificação permite identificar tendências de uso do solo e assim, conferir maior agilidade e segurança no processo de tomada de decisões. Novos estudos, avaliando outros métodos de classificação são necessários para identificar o melhor método semiautomático de mapeamento do uso do solo.
Palavras-chave: Uso do solo, mapeamento, máxima verossimilhança, sensoriamento remoto.

Abstract: Considering the need to quantify and evaluate the land use and cover throughout the Brazilian territory, this article aimed to compare two mapping techniques. The first one based on visual interpretation and manual edition, and the second by using the supervised classification method of maximum likelihood. These were performed with the aid of satellite images Landsat in the SPRING system. Finally the two classifications were compared. The study was conducted in the Crissiumal municipality, in south Brazil. The results showed that the method of maximum likelihood could better represent the grasslands and had more difficulties in discriminating urban areas. This may be due to the internal complexity of urban areas. In general, the supervised classification method allowed the identification of land use trends and thus give greater flexibility and security in the decision-making process. Further studies evaluating other classification methods are needed to identify the best semi-automatic method of land use mapping.
Key words: Land use, mapping, maximum likelihood, remote sensing.

1. Introdução

O mapeamento da ocupação da terra constitui uma das mais importantes atividades de geração de informações para gerenciamento e monitoramento de ambientes agrícolas. Chquiloff (2003). Este vem atuando como método de fiscalização e planejamento de áreas agrícolas em determinadas bacias hidrográficas e seus respectivos espaços e uso da terra, uma vez que as mudanças ocorrem em uma pequena escala temporal Rodrigues, et al, (2013).

A classificação de dados em mapas temáticos pode ser um desafio ocasionado por fatores como a complexidade da paisagem da área estudada, porém, esse processo pode ser acelerado pelo uso de técnicas automatizadas, como o mapeamento digital. Basicamente, os métodos mais utilizados são os métodos matemáticos de classificação computacional supervisionada e não supervisionada Moreira (2005). A classificação não supervisionada não requer qualquer informação sobre classes de interesse. Esses procedimentos apenas examinam os agrupamentos espectrais do alvo e os dividem em classes, sem o auxílio do

especialista. Estes métodos são úteis quando não se possuem informações sobre a área imageada, sendo as classes definidas no algoritmo de classificação.

Já a classificação supervisionada consiste na identificação prévia das classes de informação (tipos de cobertura do solo), chamadas áreas de treinamento, que nada mais são do que representações do comportamento médio das classes que serão mapeadas automaticamente, geralmente utilizadas quando se possui algum conhecimento sobre as classes que devem ser representadas na imagem pelo computador Tangerino e Lourenço (2013). Para tal, muitas vezes são feitas visitas a campo ou são usadas informações secundárias confiáveis sobre o tema em estudo França (2007).

Na literatura existe uma grande variedade de propostas de algoritmos para a classificação de imagens de sensoriamento remoto, porém alguns têm sido utilizados com maior frequência, de acordo com Schowengerdt (1983) o classificador de máxima verossimilhança tem se mostrado eficiente em vários casos de classificação de imagens demonstrando o melhor desempenho, com maior ganho de tempo de processamento, melhor classificação de regiões ambíguas com o acréscimo de apenas dois ou três por cento de erro em cada classe. Cabe destacar a simplicidade de uso desse algoritmo e sua ampla disponibilidade.

O objetivo do presente estudo foi comparar dois métodos de classificação de imagens: a primeira realizada manualmente através da interpretação visual, a outra através da classificação supervisionada máxima verossimilhança, a fim de se verificar qual método oferece melhores resultados para classificação de imagens.

2. Metodologia de Trabalho

O município de Crissiumal localiza-se no noroeste do Rio Grande do Sul, centrada na latitude de S 27º29’59” e a longitude W 54º06'04", com uma altitude média de 400 metros.

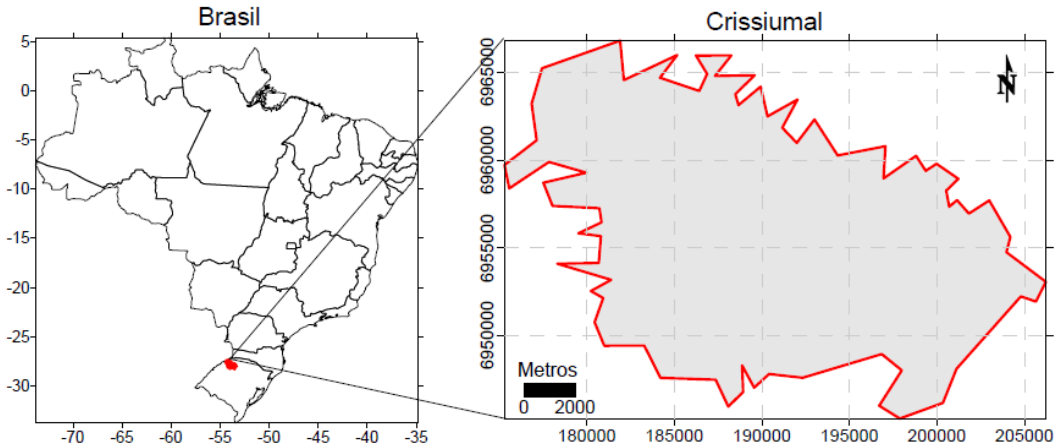


Figura 1: Limites do município de Crissiumal/RS. Fonte: Autores.

Para a realização deste projeto utilizou-se imagens do satélite Landsat 5 *Thematic Mapper* (TM) referente ao ano de 1991. A imagem foi georreferênciada utilizando a base ortorretificada Geocover 2000, com um RMS inferior a um (menos de 30 metros de erro), a imagem abaixo possui composição colorida do tipo cor-verdadeira realçada, indicando as características gerais da área de estudo. Em geral, a área apresenta regiões mais homogêneas em termos de uso do solo, representado pelas grandes lavouras de soja, milho e trigo e, em outras regiões, talhões bastante recortados, com alta frequência espacial fazem-se presentes. Essa complexidade muitas vezes é um desafio para os métodos semiautomáticos de

classificação do uso e cobertura da terra. Até mesmo a classificação manual é dificultada nessas áreas, demandando uma grande experiência por parte do analista.

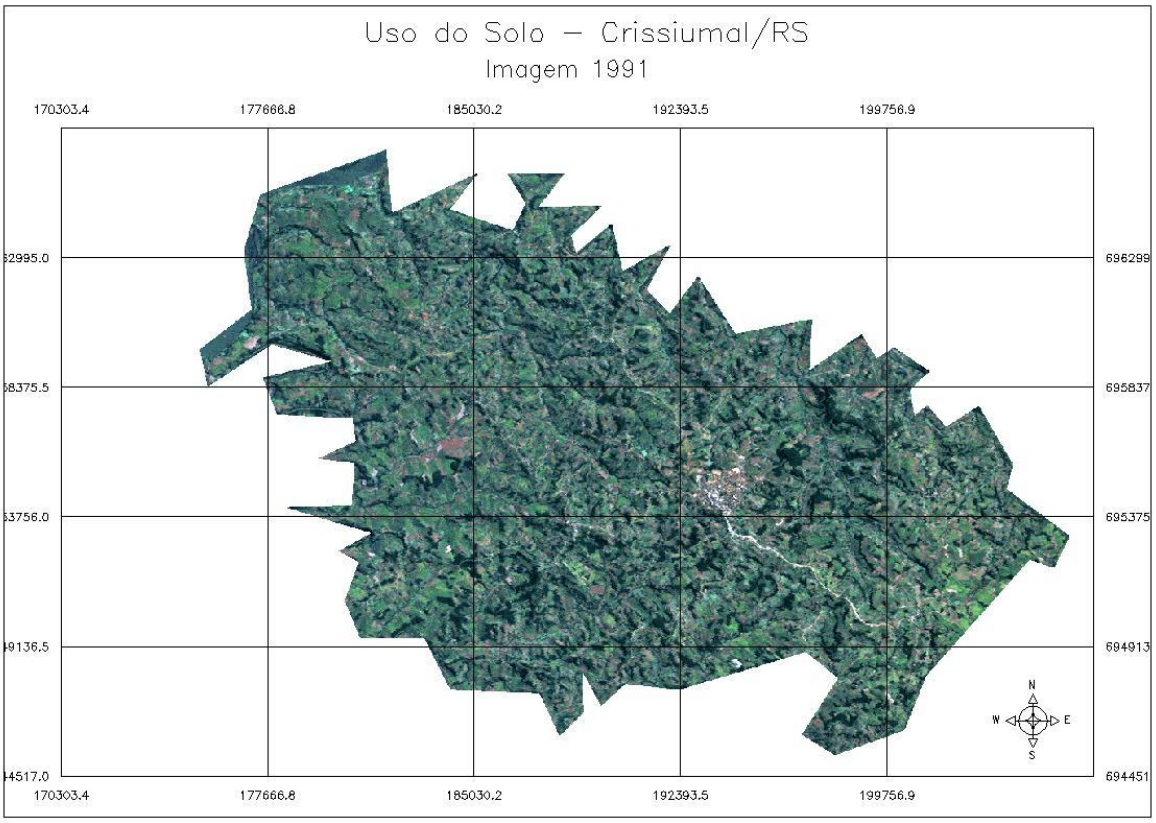


Figura 2: Imagem composição colorida do satélite LANDSAT, referente ao município de Crissiumal/RS. Fonte: Autores.

Primeiramente foi realizada a classificação manual. A imagem referente ao ano de 1991 foi mapeada manualmente, através de interpretação visual e delimitação de polígonos (classes de uso). As classes definidas de uso e ocupação das terras foram as seguintes: (a) Área Urbana (b) Floresta (c) Agropecuária (d) Água. Cabe destacar que na classe de agropecuária foram inseridas amostras de vegetação rasteira, solo exposto, e algumas áreas com restos palhas secam, para que fosse possível identificar as áreas de Floresta com mais facilidade, já que esta é o foco do estudo.

Após procedeu-se a classificação supervisionada utilizando as mesmas classes já identificadas anteriormente, para que as imagens sejam passiveis de comparação. A classificação supervisionada é realizada automaticamente pelo Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) Câmara (1996), e utiliza apenas a informação espectral de cada pixel para encontrar regiões homogêneas. O método utilizado foi a máxima verossimilhança (MAXVER).

Após a definição das classes foram coletadas as amostras, etapa denominada treinamento no software, nesta é necessária uma quantidade significativa de pixels de alvos distintos permitindo um trabalho estatístico mais eficiente e um resultado mais próximo da realidade.

Antes da classificação propriamente dita, o SPRING permite a análise das amostras coletadas para que seja verificada a matriz de confusão em cada classe temática, caso alguma amostra apresente um erro elevado é possível excluí-la.

Determinados casos, que ocorrem com frequência significativa, é quando um mesmo pixel é atribuído a duas classes distintas sendo necessário estabelecer um limiar de aceitação para refinar a classificação conforme seu propósito. Neste caso utilizou-se 95% para reduzir o efeito desta sobreposição no processo de classificação.

Para cada classe foi coletado um número de amostras: Área Urbana: 11 amostras, totalizando 434 pixels. Mata-Floresta: 63 amostras, totalizando 1965 pixels. Agropecuária: 12 amostras, totalizando 6369 pixels. Água: 15 amostras, totalizando 2417 pixels em 91 amostras.

3. Resultados e Discussão

Como resultado obteve-se a imagem classificada manualmente, mostrada a seguir (Figura 3), junto com as medidas de cada classe (Tabela 1). Em geral, as áreas de agricultura e pecuária predominam (classe agropecuária) seguida da classe Floresta. Dada a limitação da resolução espacial das cenas Landsat-5 TM utilizadas, drenagens de pequeno porte não foram identificadas com facilidade na classificação manual. Assim, apenas os grandes rios foram mapeados. Considerando a habilidade de integrar um contexto, a manha urbana foi mapeada e pode ser quantificada.

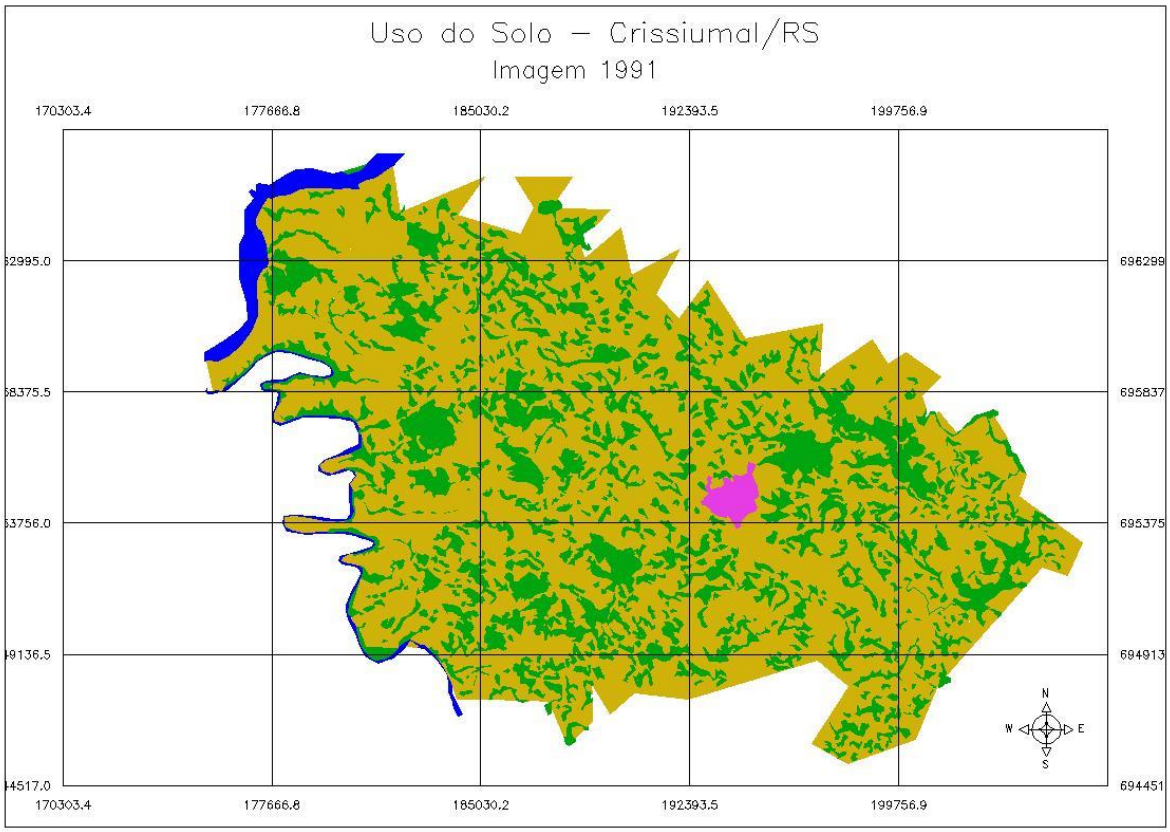


Figura 3: Classificação não supervisionada (manual). Fonte: Autores.

Tabela 1: medidas de classes do mapeamento não supervisionado.

Classes	Hectares
Água	974.95
Mata floresta	8898.37
Área Urbana	233.11
Agropecuária	26948.64

Área total das classes	*37055.09*

Já a imagem classificada semi-automaticamente, através do método de Máxima Verossimilhança, apresentou o seguinte aspecto (Figura 4), com suas medidas de classes, respectivamente. Percebe-se que o método de Máxima Verossimilhança conseguiu representar melhor as áreas de floresta, as quais estão mais afastadas e precisas, o que é difícil conseguir realizar em um mapeamento manual. Porém o método apresentou maiores dificuldades em discriminar a classe de área urbana, percebe-se que a mesma está classificada em alguns pontos considerados manualmente como agropecuária. De acordo com os dados a classe foi superestimada em aproximadamente 2000 mil hectares, devido à complexidade interna e similaridade entre as classes.

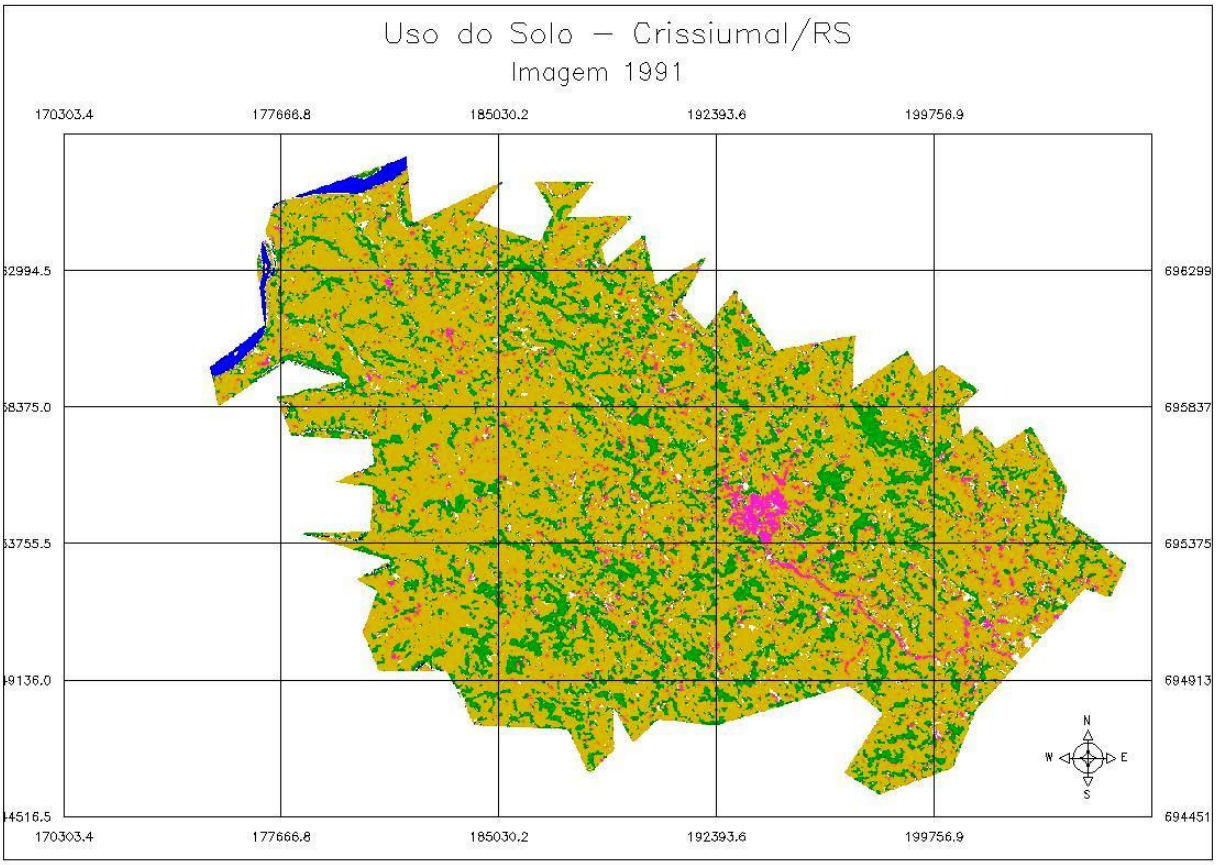


Figura 3: Classificação supervisionada, Máxima Verossimilhança. Fonte: Autores.

Tabela 2: medidas de classes do mapeamento supervisionado.

Classes	**Hectares**
Água	315.63
Mata floresta	7736.04
Área Urbana	2605.86
Agropecuária	24249.42
Área total das classes	*34906.95*

Avaliando as tabelas de medidas de classe, percebe-se que a classe de Água, a qual representa os rios e lagos, apresentou um decréscimo em hectares, o que pode ser ocasionado

pelas áreas de mata ciliar que por possuir um denso dossel, sobrepõem os rios que consequentemente não ficam visíveis.

Percebe-se ainda uma considerável diferença entre a área total das duas imagens classificadas, isto se deve ao fato do valor de limiar de aceitação utilizado, neste caso 95%, ou seja, o programa não classificou todos os pixels, somente aqueles que ele tem certeza. Estes pixels não classificados podem ser áreas de sombra ou até nuvens que não permitem a passagem da radiação, e consequentemente escondem o alvo a ser identificado.

A análise da matriz de confusão mostrou um baixo acerto geral, o que era esperado já que apenas quatro classes foram consideradas, dificultando a separabilidade por parte do algoritmo MAXVER. As classes de Água, Área Urbana, Vegetação e Agropecuária obtiveram 7,27%, 5,6%, 33,15% e 47,13% de acertos. Percebeu-se que mesmo utilizando a classificação supervisionada e realizando a pós-classificação, ocorreram erros de omissão, os quais consistem na supressão de parte da classe à qual ela realmente pertence; e comissão que consiste na inserção de uma classe a uma em que ela não pertence na realidade, ou seja, sempre corremos o risco de realizar interpretações errôneas em relação aos valores dos pixels, os quais são afetados seja pelo estado fenológico da planta, ou pelo tipo de cultura/uso presente na imagem em estudo.

O resultado da classificação poderia ser melhor se no mapeamento forem incluídas mais classes do uso da terra, na classe de agropecuária, por exemplo, esta poderia ser dividida em pastagens, solo exposto, cultivos agrícolas e áreas de pastagem. A classe de Vegetação também poderia ter subdivisões por consequência dos diferentes estados fenológicos presentes, são eles: Reflorestamento, mata nativa e vegetação rasteira; obtendo assim uma melhor representação da imagem com menos interferências amostrais de outras classes.

4. Conclusão

Conclui-se que o objetivo do mapeamento de classes de uso do solo através da classificação semiautomática, utilizando a técnica de Máxima Verossimilhança com o uso de imagens Landsat permitiu identificar as tendências de cobertura do solo.

A classificação manual, apesar de subjetiva e trabalhosa, permite que sejam gerados resultados de melhor qualidade.

Cabe ainda destacar que o presente estudo foi conduzido com imagem de média resolução espacial, o que limita a acurácia dos resultados. Assim, recomenda-se que novos estudos sejam realizados utilizando dados de sensores com resolução espacial com cinco metros ou menos.

5. Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo auxilio via programa de financiamento de iniciação científica (PROBIC), ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq, processos número 305914/2014-6; 478085/2013-3 e; 168869/2014-4) e a UFSM pelo apoio para a realização do trabalho.

Referências Bibliográficas

CÂMARA, Gilberto et al. Spring: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics** v. 20, n. 3, p. 395–403, maio 1996.

CARVALHO, A. A. A. A. de; GREGORIO, L. S.; FERREIRA. M.R. **Análise de classificação de imagem rapideye por meio dos softwares interimage e spring.** Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/4/486/CT04-71_1403536882.pdf> Acesso em> 15/03/2015.

CHQUILOFF. T.G.; ALVES. H.M.R.; VOLPATO. M.M.L.; **Avaliação de classificadores automáticos no mapeamento de áreas cafeeiras da região de guaxupé, Minas Gerais.** VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. 2003. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29237/1/Avaliacao-de-classificacao.pdf> Acesso em> 15/03/2015.

FRANÇA, M.M., **Avaliação de classificações supervisionadas com redes neurais artificiais e maxver para caracterização do uso da terra no município de viçosa-mg.** VIÇOSA – MG. 2007. Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/wp-content/uploads/2013/08/Michelle-Milanez-Fran%C3%A7a.pdf> Acesso em: 21/03/2015.

IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro: Ed. IBGE, 2001

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Spring: Tutorial d Geoprocessamento: Classificação de Imagens**. Disponível em: . Acesso em 09 nov. 2012

LU, D., WENG, Q. **A survey of image classification methods and techniques for improving classification performace. International Journal of Remote Sensing** v. 28 (5), p. 823-870, 2007.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3ed – Viçosa: Ed. UFV, 2005.

RODRIGUES, M.T. **Comparação entre classificadores não-supervisionados e supervisionados em bacias hidrográficas por meio de imagem de satélite landsat.** 21 a 23 de maio de 2014 – poços de caldas – minas gerais.

TANGERINO, D.F.; LOURENÇO, R.T., **Comparação da exatidão de métodos de classificação supervisionada e não supervisionada a partir do índice kappa na microbacia do Ribeirão Duas Águas em Botucatu/SP.** Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. 2013. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1193.pdf>.Acesso em: 21/03/2015.

SCHOWENGERDT, Robert A. Techniques for image processing and classification in remote sensing. New York: Academic Press, c1983. 142-180p.

KERKHOFF, D. T.; RIL, F. L.; BREUNIG, F. M. **Análise temporal do uso do solo da microbacia do lajeado Perau, Frederico Westphalen, RS**. Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal - SenGeF. **Anais**... Curitiba, PR, Brasil: IEP. , 2012

VELASCO, f. r. d.; prado, l. o. c.; Souza, r. c. m. **Sistema MAXVER: manual do usuário**. São José dos Campos, SP: INPE, 1978. 72p (INPE-1315-NTI/110

Mapeamento das áreas verdes no espaço urbano do município de Taquaruçu doSul/RS com o uso de imagem Wordview-2

Mapping of Green areas in urban área of the municipality of Taquaruçu do Sul/RS with Wordview-2 image use

Franciel Eduardo Rex[1]
Pâmela Suélen Käfer[2]
Fábio Marcelo Breunig[3]

[1] Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria/UFSM – Frederico Westphalen. francielrexx@hotmail.com

[1] Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria/UFSM – Frederico Westphalen. pamelakafer@hotmail.com

[3] Professor Doutor do Departamento de Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria/UFSM – Frederico Westphalen. breunig@ufsm.br

Resumo: O planejamento das áreas verdes urbanas elaborado adequadamente mantém a qualidade ambiental, pois promove interação entre o homem e a natureza. Assim, conhece-lo pode contribuir para a elaboração de projetos que objetivam melhorar os espaços densamente povoados. O objetivo deste trabalho foi mapear e analisar o espaço verde urbano do município de Taquaruçu do Sul/RS através do uso da imagem do satélite Worldview-2. O dado ortoretificado do Worldview-2 de novembro de 2011 foi utilizado como base. A edição cartográfica (classificação manual) foi executada no aplicativo QGIS. Os resultados mostraram que o município de Taquaruçu do Sul possui uma área verde equivalente à 59,04% da área urbana. Visto que, para cada cidadão, a cidade possui 148,66 m² de área verde. Novos estudos com uma abordagem temporal podem auxiliar no entendimento da dinâmica do uso e ocupação do solo urbana nessa cidade e por fim, no planejamento e na tomada de decisões.
Palavras-chave: uso do solo, áreas urbanas, qualidade ambiental, sensoriamento remoto.

Abstract: The planning of urban Green areas adequately prepared maintains environmental quality, it promotes interaction between manand nature. Thus, knows it can contribute to the development of project sthataim to improve the densely populate dareas. The objective of this study was to map and analyze the urban green space in the city of Taquaruçu do Sul/ RS throughthe use of Worldview-2 satellite image. The ortoretificado given the Worldview-2 November 2011 wasused as a base. The cartographic edition (manual classification) was performedon the QGIS application. The results showed that the municipality of Taquaruçu do Sul has a Green área equivalent to 59.04% of the urban area. Since, for eachcitizen, thecityhas 148.66 square meters of Green area. Further studies with a temporal approach may help tounder stand the dynamics of the use and occupation of urban land in this city and finally, in the planning and decision making.
Keywords: land use, urban areas, environmental quality, remote sensing.

1. Introdução

O modo de vida contemporâneo concentrado em áreas urbanas, de certa forma, priva o homem do contato com a natureza e incorre na perda de qualidade de vida. O planejamento das áreas verdes elaborado adequadamente para o meio urbano permite amenizar o impacto da urbanização. Assim, como passo inicial, é necessário realizar estudos com o objetivo de conhecer o ambiente das cidades. A constatação da falta de áreas verdes nas cidades pode resultar em consequências negativas para o meio urbano como: alterações do clima local, enchentes, deslizamentos e falta de áreas de lazer para a população (AMORIM, 2001). A presença de áreas verdes em paisagens urbanas é de grande importância, pois mantém a qualidade ambiental.

Deve-se levar em conta que a construção de um espaço arbóreo possui baixos custos de implantação e manutenção. Ainda do ponto de vista ambiental, Jim e Chen (2003), destacam que a vegetação, principalmente quando constituída de espécies arbóreas, conduz a uma ampla gama de benefícios e funções ambientais; as áreas verdes urbanas frequentemente acomodam grupos variados de pequenos animais e flora, fornecendo locais acessíveis, com elementos naturais ou não, para o lazer da população. Bargos e Matias (2012), acreditam que as áreas verdes podem ser classificadas segundo o porte da vegetação e suas funções, pois se entende que podem ser aspectos que contribuem para a conformação de ambientes saudáveis e agradáveis, propiciando interações natureza-sociedade.

Há mais de vinte anos atrás, Gold (1980) já afirmava que a tarefa do planejamento de áreas verdes é inventariar, analisar e projetar informações que relacionem pessoas (comportamentos), tempo (lazer) e atividades (recreação) num espaço (recursos do meio) e numa área geográfica (unidade de planejamento), usando critérios ou dimensões (indicadores) que são sensíveis a mudanças das características físicas, necessidades sociais e prioridades políticas de uma comunidade, desta forma a inclusão de áreas verdes no planejamento da cidade tornou-se um direito do cidadão (SANESI e CHIARELLO, 2006). Para conhecer o panorama do uso e cobertura do solo em áreas urbanas, imagens de satélite de alta resolução espacial podem contribuir significativamente.

A partir da década de 1960 o sensoriamento remoto aparece nas pesquisas científicas e seu conceito era restrito a aquisição de informações de um objeto sem contato físico com ele. A partir da evolução da tecnologia de aquisição de dados essa técnica passou a ser conceituada como a utilização de modernos sensores para a aquisição, processamento e transmissão de dados com objetivo de estudar o ambiente terrestre por meio do registro e análise das interações entre a radiação eletromagnética e os alvos da superfície (NOVO, 1998), com uma gama de aplicações cada vez mais diversa. Além disso, a disponibilidade de imagens aumentou muito, permitindo sua integração no dia-a-dia da população (muitas vezes sem que essa tenha conhecimento disso). Assim, sensores de média e grosseira resolução espacial passaram a competir com imagens de alta resolução espacial, como os produtos gerados pelo Worldview-
2.

O satélite Worldview-2 foi lançado em outubro de 2009 e possui resolução espacial de 0,46 m na banda pancromática e 1,84 metros nas bandas multiespectrais, além de uma resolução radiométrica de 11 bits (Digital Globe, 2010a), apresentando quatro bandas adicionais ao azul, verde, vermelho e infravermelho próximo. A disponibilidade de quatro novas bandas no Worldview-2, localizadas em faixas específicas do espectro eletromagnético aumenta a capacidade de discriminação e análise dos alvos em estudo. Em um ambiente urbano, a alta complexidade dos alvos demanda uma combinação de alta resolução espacial e espectral, conforme o Worldview-2. Além disso, os produtos podem ser fornecidos com diferentes níveis de processamento, inclusive com ortorretificação e correção para reflectância de superfície. Essas características tornam esse sensor um aliado no mapeamento de áreas urbanas e por fim, no planejamento dessas áreas.

O mapeamento do verde urbano pode ser utilizado como parâmetro em análises qualiquantitativas e planejamento das ações por parte do poder público municipal. Sendo assim, o município de Taquaruçu do Sul/RS foi selecionado para a realização de um levantamento das áreas verdes urbanas com base em uma cena do Worldview-2. O município é caracterizado pela pequena área territorial, com 77,74 Km², além de pequena população, com 3.084 habitantes (IBGE, 2014). Confrontando os dados demográficos do município entre os anos de 1992 e 2008, observa-se um decréscimo na população rural (22%) e um aumento da população urbana (42%). Nesse cenário de crescimento urbano, é importante

averiguar as condições ambientais da cidade, visto que não existem ainda estudos específicos aplicados ao planejamento das áreas verdes urbanas de Taquaruçu do Sul.

Neste contexto, objetivo geral deste estudo foi mapear e analisar as áreas verdes urbanas no município de Taquaruçu do Sul/RS, através do uso de geotecnologias, desta forma, contribuir para os estudos geográficos relacionados ao planejamento urbano e subsidiar as políticas públicas do município de Taquaruçu do Sul.

2. Metodologia de Trabalho

A área de estudo consiste da cidade de Taquaruçu do Sul, localizada no noroeste do Rio Grande do Sul (Figura 1). O foco do estudo é a área urbana centrada nas coordenadas de latitude de 27°24'00" Sul e longitude de 53°28'01" Oeste. O município faz parte da Microrregião de Frederico Westphalen possuindo distância de 420 km da capital Porto Alegre. O clima característico de município é o subtropical úmido, Cfa, conforme a classificação de Köppen, sendo a temperatura média anual de 19ºC. A altitude da sede do município é de 549 metros, e 210 metros na Foz do Rio Fortaleza, que deságua no Rio Guarita.

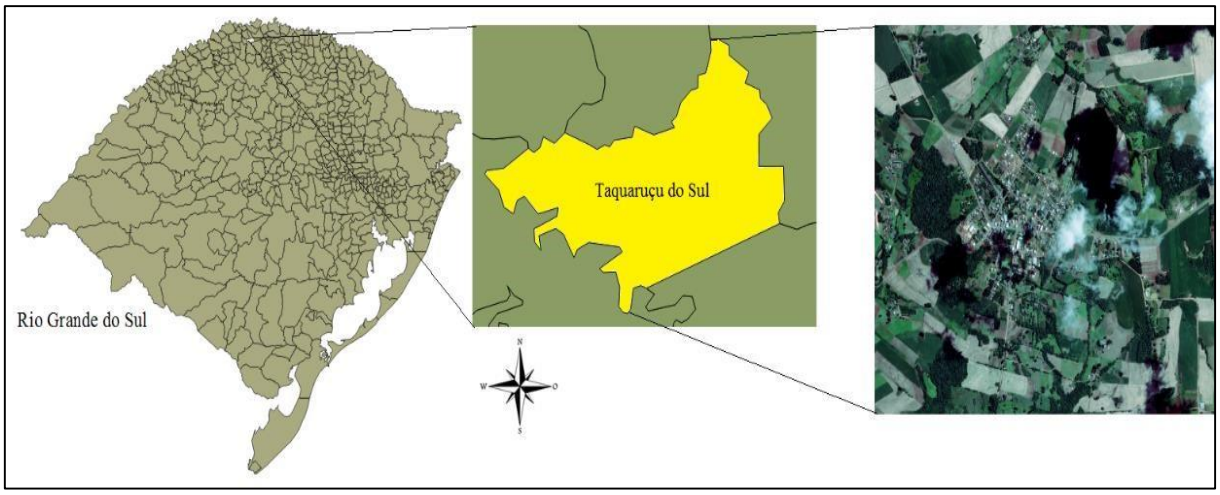


Figura 1. Localização da área de estudo no noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Uma composição colorida do tipo cor-verdadeira do Worldview-2 de novembro de 2011 é apresentada à direita da figura. **Fonte:** Franciel Eduardo Rex

A imagem do satélite Wordview-2 adquirida em 29 de novembro de 2011 foi utilizada para o mapeamento das áreas verdes. A cena ortirretificada foi importada para o aplicativo QGIS 2.4 (SHERMAN et al., 2014), onde realizou-se a demarcação manual de um polígono com o aproximado limite urbano do município de Taquaruçu do Sul/RS.

Após a delimitação do limite da área urbana, foi feito o recorte da mancha urbana, resultado em um mapa da imagem Worldview-2 da área de estudo. Com base nesse recorte, foi feita a classificação da cobertura do solo. Para tal, foram adotadas duas classes: "áreas verdes", que compreendem todas e quaisquer tipos de vegetação, assim como árvores, gramados, campos ou ainda espaços ao ar livre, destinados a tipos de utilização como conservação da natureza e/ou recreação ou práticas de esporte ou entretenimento que estejam no limite urbano e; "outros alvos", representando construções em geral, e alvos que não corresponde como áreas verdes, ou seja, aquela que compreende uma área composta de

espaços edificados os quais são ocupados pelo homem com comércio, escola, indústria entre outros, estradas pavimentadas ou não, e também área de expansão urbana.

Após o mapeamento das áreas verdes, foi calculado o índice em hectares do perímetro total urbano, juntamente com o índice de áreas verdes do mesmo. Os resultados foram tabelados e analisados graficamente e, com base no mapa da distribuição espacial dos fragmentos verdes, foi possível identificar as regiões com maior disponibilidade de áreas verdes e as regiões mais pobres.

3. Resultados e Discussão

Na Figura 2 são apresentados os resultados do mapeamento das áreas verdes da mancha urbana de Taquaruçu do Sul/RS. Verificou-se que a mancha urbana apresenta aproximadamente 77,657 hectares. Desse total, 31,809 hectares correspondem as áreas impermeabilizadas da classe "outros alvos", ou seja, representada por não-vegetação. Assim, 45,848 hectares de áreas com vegetação (áreas verdes) foram identificados na área de estudo. Além disso, é importante citar que 4,146 hectares foram excluídos dos cálculos devido ao fato da imagem apresentar uma nuvem que encobria parte do espaço urbano.

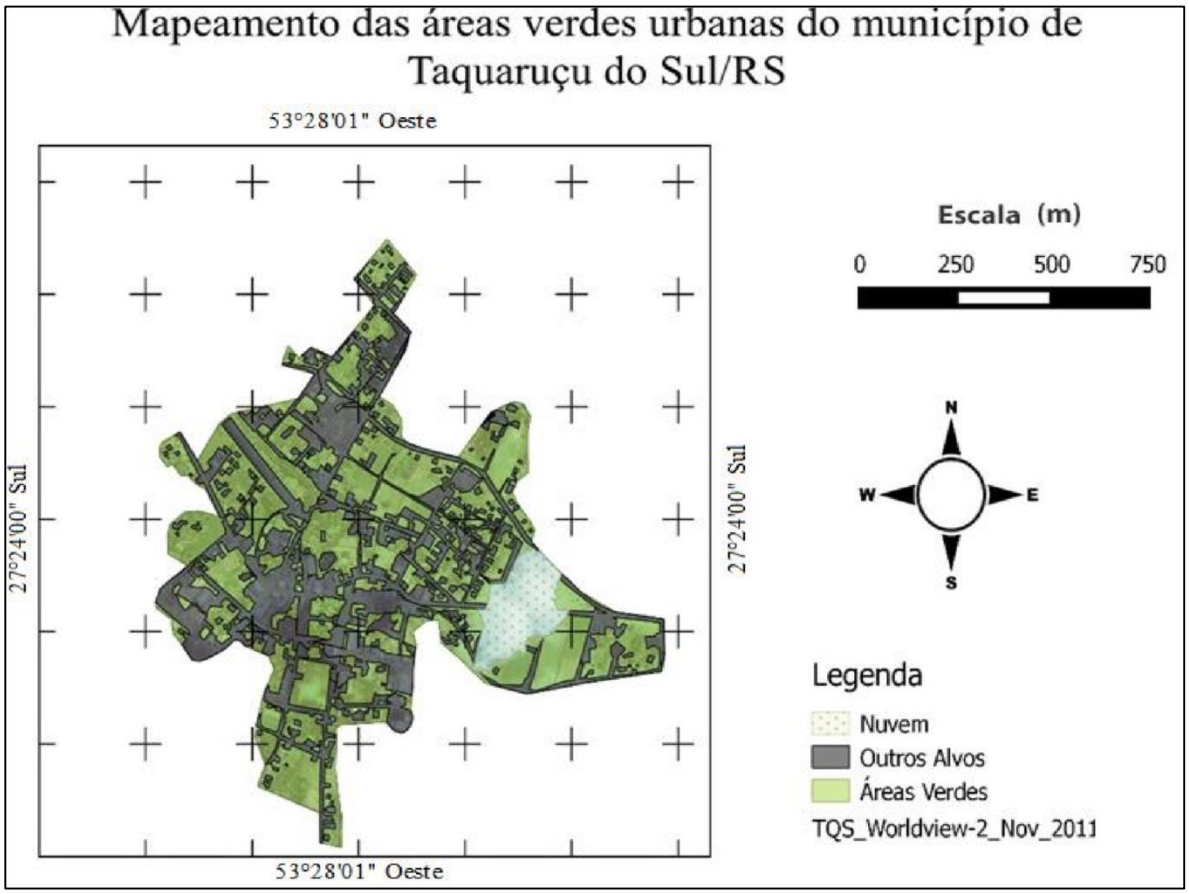


Figura 2: Mapa das áreas verdes do município de Taquaruçu do Sul, RS, elaborado PA partir da edição manual e interpretação visual da cena Worldview-2 de 29 de novembro de 2011. **Fonte:** Franciel Eduardo Rex

A distribuição espacial dessas áreas verdes mostra que no centro da cidade há menor presença dessas, incorrendo em redução do índice de verde per capta nessa região da área

urbana, pois sabe-se que cada vez mais, as cidades tendem a perder suas áreas verdes em prol da modernização dos espaços intra-urbanos. Entretanto, o limite urbano do município possui mais da metade de espaços verdes, aproximadamente 59,04%. A partir disso, áreas com floresta nativa foram encontradas, principalmente nas extremidades do limite urbano, sendo consideradas como cobertura original. Também foram identificadas grandes quantidades de áreas com gramado, sendo esses espaços não consolidados que podem ser destinados ao lazer, ou ainda para construções futuras. Todas estas características evidenciam uma cidade relativamente nova.

Nota-se que algumas das áreas mais extensas foram encontradas mais próximas ao limite urbano, sendo algumas destinadas ao cultivo por estarem mais próximas à zona rural, pois, pelo histórico do município as primeiras atividades realizadas foram cultivo da terra e criação de gado, que perduram até hoje sendo a principal atividade. Desta maneira, a maior parte da população de Taquaruçu do Sul ainda reside no meio rural.

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) é recomendável que uma cidade tenha no mínimo 12 m² de áreas verdes por pessoa. Contudo, visto que Taquaruçu do Sul é uma cidade com aproximadamente 3084 habitantes (IBGE, 2014) e 45,848 hectares de espaços verdes no perímetro urbano, observa-se que a relação indivíduo/área verde se mostra bem acima da média, com 148,66 m² disponíveis por habitante, o que provavelmente se deve ao fato de o município possuir apenas 26 anos e ter baixo número de habitantes, , pois, quando comparado a cidades maiores, como por exemplo Curitiba (PR), que apresenta 9,55 m² por habitante (OLIVEIRA et al., 1999), percebe-se grande diferença na relação.

Foi possível identificar neste estudo, dentre os 59% de verde urbano, diversas áreas com cobertura vegetal considerada nativa, indicando estabilidade ambiental e menor ação antrópica. Todas estas características possivelmente se devem à recente idade do município e pouca habitação do mesmo. Desta forma, é imprescindível que se tome medidas para garantir a proteção ambiental destas áreas nativas, visto que cada vez mais as cidades tendem a perder em prol da modernização. Como exemplo de medidas cita-se a conscientização da população, fiscalização, técnicas adequadas de manejo, entre outros. Além disso, o grande número de áreas (públicas) com gramado, podem ser planejadas para melhor utilização como praças, parques, destinados ao lazer. Desta maneira será possível promover conservação ambiental tornando a cidade altamente adequada para seus habitantes.

4. Conclusões

A partir dos dados obtidos, pôde-se concluir que a cidade tem muitos espaços verdes que podem ser devidamente planejados e trabalhados para melhor uso por parte da população.

A cidade possui um índice de 148,66m² de área verde por habitante, sendo uma relação indivíduo/área verde considerada alta, ou seja, a cobertura vegetal é satisfatória em vista da recomendação mínima da ONU (Organização das Nações Unidas) para a garantia da qualidade de vida.

Taquaruçu do Sul é tida como uma cidade nova, sendo assim é totalmente possível adequar um planejamento urbano que conserve grandes áreas nativas tornando o município bem equilibrado do ponto de vista ambiental.

Agradecimentos

O grupo PET Engenharia Florestal do curso de Engenharia Florestal da UFSM/FW agradece o aporte financeiro proporcionando pelo MEC/SESU/CAPES. Ao CNPq pelo apoio na aquisição da imagem (478085/2013-3 e 305914/2014-6).

Referências Bibliográficas

AMORIM, Margarete C. da C. T. **Caracterização das áreas verdes em Presidente Prudente/SP**. In: SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão (org). Textos e contextos para a leitura geográfica de uma cidade média. Presidente Prudente: [s. n.], 2001 p. 37-52.

BARGOS D C; MATIAS L F. Mapeamento E análise de áreas verdes urbanas em Paulínea (SP): Estudo com aplicação de geotecnologias. **Soc. &Nat,.** Uberlândia, ano 24n. 1, 143-156, jan/abr. 2012.

GOLD, S. M**. Recreationplanningand design**. New York: McGraw-Hill, 1980. 322 p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Disponível em: <www.ibge.gov.br/cidadesat>. Acesso em: 10 fev. 2015.

JIM, C.Y.; CHEN, S.S. **Comprehensivegreenspaceplanningbasedonlandscapeecologyprinciples in compactNanjing City, China**. LandscapeandUrban Planning, [Sl] v. 998. p. 1-22. 2003.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 2 ed. Edgard Blücher, 1998.

OLIVEIRA, C.H.; SANTOS, J.E. ; PIRES, J.S.R. Indicadores de arborização urbana da cidade de São Carlos (SP) com o uso de SIG-IDRISI. **BrazilianJournalofEcology**, ano 03, n.1, p. 01-09. 1999.

SANESIA, G; CHIARELLO, F. Residentsandurbangreenspaces: The case of Bari. **UrbanForestry&UrbanGreening 4**, P. 125–134, 2006.

SHERMAN, G.E.; SUTTON, T.; BLAZEK, R.; HOLL, S.; DASSAU, O.; MORELY, B.; MITCHELL, T.; LUTHMAN, L. **Quantum GIS User Guide - Version 2.4 "Chuchiag".** Disponível em: < www.qgis.org/ >. Acesso em: 17 de janeiro de 2015.

Influência do Uso e Ocupação do Solo no Enquadramento dos Recursos Hídricos na Bacia Experimental do Arroio Lageado Tacongava

The Use and Occupancy of soil in influence the Framework of Water Resources in Experimental Basin of stream Lageado Tacongava

Vania Elisabete Schneider[1,]
Sofia Helena Zanella Carra[2]
Renata Cornelli[3]
Naubert Zanoni[4]
Gisele Cemin[5]

[1]Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) da Universidade de Caxias do Sul (UCS). Rua Francisco Getúlio Vargas, n° 1130, B. Petrópolis. Caxias do Sul, RS. veschnei@ucs.br

[2] Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) da Universidade de Caxias do Sul (UCS). sofi_carra@hotmail.com

[3] Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) da Universidade de Caxias do Sul (UCS). renata.cornelli@gmail.com

[4] Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) da Universidade de Caxias do Sul (UCS). naubert@gmail.com

[5] Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM) da Universidade de Caxias do Sul (UCS). gcemin3@ucs.br

Resumo: O presente trabalho teve por objetivo avaliar os diferentes usos e ocupação do solo na bacia do arroio Lageado Tacongava e sua influência na qualidade da água por meio do enquadramento dos recursos hídricos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05. Para tanto, primeiramente foram desenvolvidos mapas de uso e ocupação do solo com o auxílio de imagens de satélite LANDSAT 5 aliadas com técnicas de geoprocessamento. Para a classificação dos mapas foram definidas 8 classes de uso, sendo: mata nativa, campo, silvicultura, agricultura, solo exposto, área urbana, lâmina d'água e nuvens. Em paralelo, foram realizadas 14 campanhas de monitoramentono período de agosto/2012 a fevereiro/2015 em 7 pontos para avaliação da qualidade da água.Foram avaliados os seguintes parâmetros: pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, ORP, sólidos dissolvidos totais, sólidos suspensos totais, sólidos totais, DBO, DQO, nitrogênio total kjedhal, nitrogênio amoniacal, coliformes termotolerantes, cobre, zinco, fósforo total, nitrato, clorofila-a, E.coli, potássio, temperatura do ar e temperatura da água. Como resultado, os pontos 1, 2, 3 e 5 são enquadrados como classe 4 (devido à forte presença da agricultura), os pontos 4 e 9 como classe 2 e o ponto 7 como classe 1 por se encontrarem em regiões mais preservada.
Palavras-chave: Uso e ocupação do solo; Bacia Hidrográfica; Qualidade da água; Enquadramento.

Abstract: This study aimed to evaluate the different uses and land use in the Basin of Stream Lageado Tacongava and its influence on water quality by means of the framing according to CONAMA Resolution No. 357/05.For both, first were developed maps of use and land occupation with the aid of satellite images Landsat 5 combined with GIS techniques.For the classification of maps were defined 8 class of use, as follows: native forest, field, forestry, agriculture, bare soil, urban area, water depth and clouds. In parallel, there were 14 campaigns from August / 2012 to February / 2015 in 7 points of monitoring water quality in which the following parameters were evaluated:pH, conductivity, turbidity, dissolved oxygen, ORP, solids suspended total, solids dissolved total, solids total, BOD, COD, nitrogen full kjedhal, ammonia nitrogen, fecal coliform, copper, zinc, total phosphorus, nitrate, chlorophyll-a, E.coli, potassium, air temperature and water temperature.As a result, the points 1, 2, 3 and 5 are classified as Class 4 (because to the strong presence of agriculture), points 4 and 6 as Class 2 and point 7 as class 1 because they are in most preserved regions.
Keywords: Use and occupation; River Basin; Water quality; Framework.

1. Introdução

O enquadramento de corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes, está previsto na Resolução CONAMA N°. 357/05 e é um dos instrumentos utilizados para assegurar às águas a qualidade compatível com os usos mais exigentes aos quais serão destinados. Estes usos podem ser influenciados de acordo com o uso e ocupação do solo encontrado na bacia hidrográfica.

Entende-se por uso e ocupação, a caracterização de um conjunto de atividades coletivas em um agrupamento urbano. Pode-se dizer que é o reflexo do avanço social no espaço civilizado, sendo que pode ocorrer utilização do solo sem essencialmente estar ocupado, ainda que a ocupação represente um dos tipos de uso. Portanto, a análise sobre o tema é extremamente importante, justificando-se pela necessidade de identificação dos sistemas de alteração ambiental resultantes das ações antrópicas (DE OLIVEIRA SANTOS; DE JESUS; NOLASCO, 2014).

Ações antrópicas geram alterações significativas na paisagem devido à substituição de áreas com cobertura florestal natural por outros tipos de cobertura. Muitos fatores estão intrínsecos a este processo, influenciando os recursos naturais, além de afetar a biodiversidade (COELHO et al., 2014). De acordo com Schneider *et al.*(2011), um ciclo hidrológico natural é formado por princípios físicos, químicos e biológicos distintos e, a intervenção humana sobre este sistema, traz consigo os impactos diretos, ao próprio ser humano ou à natureza.

O fato do uso e ocupação serem estimulados pelas particularidades de cada local e considerando os pontos frágeis, atenta-se para a preocupação com o meio ambiente e as questões a ele envolvidas como, por exemplo, a demanda por água, energia, áreas cultiváveis bem como a degradação destes recursos tanto pelo lançamento de resíduos sólidos quanto líquidos ou gasosos (DE OLIVEIRA SANTOS et al., 2014).

Segundo Schneider *et al.* (2011), em áreas utilizadas para agricultura, são necessárias modificações superficiais para que possibilitem a introdução de outras culturas. De modo geral, a mudança de cobertura altera a rugosidade afetando, por consequência, o escoamento durante as chuvas. Com o aumento da rugosidade através de plantas ou terraços, ocorre a redução na quantidade de cargas constituintes da superfície que podem, de algum modo, ser arrastadas para o meio aquático.

Por outro lado, Julian e Torres (2006) apontam que a impermeabilização do solo em meio urbano impede a passagem da água para o lençol freático, servindo como canal de escoamento rápido das precipitações pluviométricas para rios e lagos, por exemplo. Tal fator faz com que o intervalo entre as precipitações diminua quando comparado ao intervalo original, ou seja, anterior à urbanização. O efeito negativo ao leito original do recurso hídrico pode ser notado na degradação causada pelo aumento do volume e da velocidade da água.

A relação entre mudanças de utilização do terreno e a qualidade da água são conhecidos e há grande variedade de fatores influentes dificultando a caracterização e determinação quantitativa. Como consequência, muitos estudos baseiam-se na observação e monitoramento da cobertura do solo como forma de obter maiores informações e relacioná-las entre si ou com a qualidade da água (CHAVES; SANTOS, 2009).

De acordo com Riemann et al. (2004) *apud* Chaves e Santos (2009), os recursos hídricos que possuem em seu entorno cobertura vegetal e áreas de proteção, apresentaram águas de melhor qualidade quando comparadas a bacias situadas em locais onde ocorre urbanização, devido ao lançamento de contaminantes.

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo relacionar o uso e ocupação do solo, em uma bacia hidrográfica experimental,composta por quatro municípios localizados na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul, com o enquadramento dos recursos

hídricos a partir da Resolução Conama n° 357/05. Desta forma foi possível observar se o uso e ocupação do solo influenciam a qualidade dos recursos hídricos da região.

2. Metodologia de Trabalho

Nesta seção será apresentada a descrição da área de estudo, bem como a metodologia para a classificação do uso e ocupação dos solos e o enquadramento dos recursos hídricos.

2.1 Descrição da área em estudo

A bacia hidrográfica experimental, utilizada neste trabalho, é constituída por parte de quatro municípios localizados na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul: Serafina Correa, Montauri, União da Serra e Guaporé. A mesma foi definida a partir de um projeto realizado pelo Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul intitulado "Saneamento no Meio Rural - avaliação das atividades suinícolas e impactos da qualidade da água na região de abrangência do Corede-Serra - projeção de cenários e perspectivas", em virtude do rebanho suíno instalado na região. A Figura 1 apresenta a localização da Bacia hidrográfica experimental.

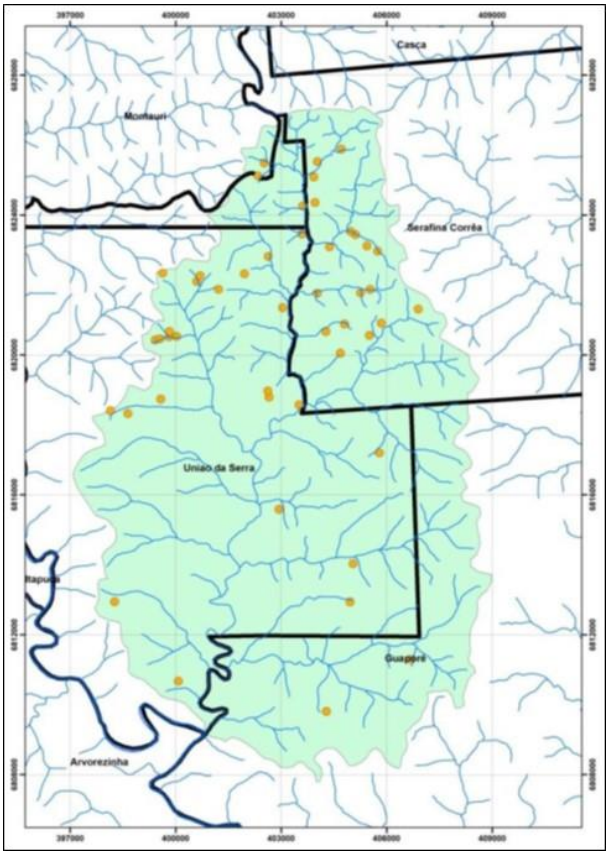


Figura 1. Bacia Hidrográfica Experimental (Fonte: ISAM/UCS 2013)

A partir da definição da bacia experimental foi elaborado o mapa de uso e cobertura do solo da área de abrangência da bacia hidrográfica Lageado Tacongava a partir da imagem do satélite TM/Landsat 5 referente ao ano de 2011, por meio da interpretação visual da forma, da textura, da tonalidade/cor e do comportamento espectral das unidades que compõe a paisagem. Foram elencadas oito classes de uso e cobertura do solo, como seguem: mata nativa, campo, silvicultura, agricultura, solo exposto, área urbana, lâmina d'água e nuvens.O perímetro da bacia hidrográfica foi delimitado utilizando dados referentes ao relevo (curvas

de nível) e a malha hídrica, ambas as informações disponíveis na base cartográfica digital do Rio Grande do Sul, na escala 1:50.000. Para a manipulação das informações contidas nas cartas topográficas e o processamento de dados, foi utilizado o software Idrisi e para o layout o ArcMap 10.Para o monitoramento da qualidade dos recursos hídricos definiram-se sete pontos de amostragem onde foram realizadas 14 campanhas de monitoramento com frequência bimestral, entre os meses de agosto de 2012 e fevereiro de 2015. Em cada campanha de monitoramento foram determinados os seguintes parâmetros físico-químicos e biológicos: oxigênio dissolvido, pH, condutividade, sólidos dissolvidos totais, turbidez, potencial de óxido-redução, temperatura da água, temperatura do ar, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio amoniacal, nitrogênio kjedahl, nitrato, fósforo total, potássio, sólidos totais, sólidos suspensos totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, clorofila, zinco, cobre e macro-invertebrados. A Figura 2 apresenta o mapa ea localização dos pontos de amostragem.

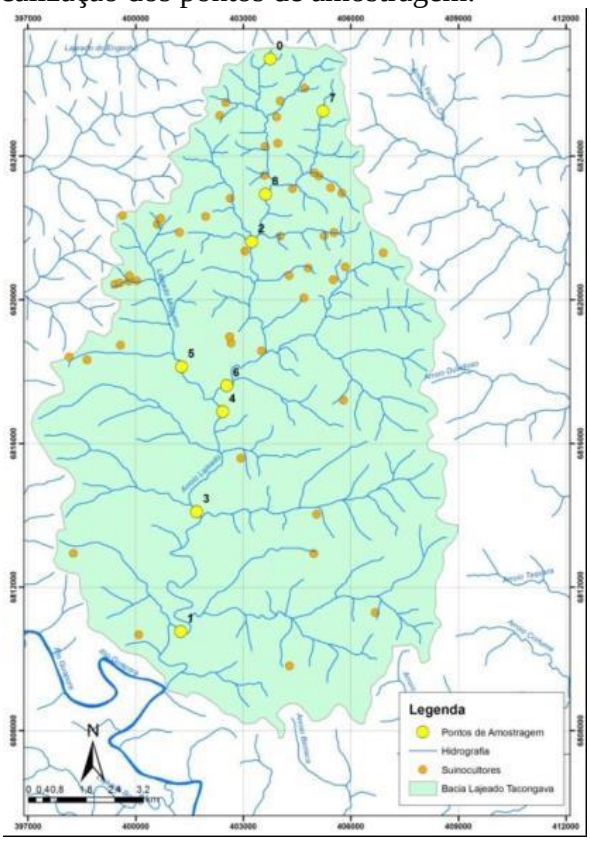


Figura 2. Localização dos pontos de amostragem e suinocultores localizados na bacia experimental.(Fonte: ISAM/UCS 2013)

O relatório fotográfico dos 7 pontos de amostragem é apresentado na Figura 3.

2.2 Enquadramento das Águas

O enquadramento dos recursos hídricos foi realizado a partir dos resultados da média dos valores obtidos em cada ponto de monitoramento ao longo das campanhas realizadas. As médias dos resultados foram classificadas segundo a Resolução CONAMA n° 357/2005(BRASIL, 2005), a qual estabelece padrões para variáveis indicadoras da qualidade da água, classificando-a conforme os usos preponderantes. Para auxiliar a análise, utilizou-se um esquema de cores para classificação dos parâmetros conforme apresenta a Figura 4.

Figura 3. Relatório fotográfico dos pontos de amostragem (A- Ponto 1; B- Ponto 2; C- Ponto 3; D- Ponto 4; E- Ponto 5; F- Ponto 6; G- Ponto 7).

	Classificação	Uso d'água
	Sem Classificação na Resolução CONAMA n°357/05	_

	Classe- Especial	Abastecimento para consumo humano, com desinfecção; preservação do equilíbrio natural das comunidades aquática; preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
	Classe 1	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
	Classe 2	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; aquicultura e atividade de pesca.
	Classe 3	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; pesca amadora; recreação de contato secundário; dessedentação de animais.
	Classe 4	Navegação; harmonia paisagística.

Figura 4. Esquema de cores utilizado para a Classificação das amostras de água segundo Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005).

Fonte: elaborado pelos autores com base em Brasil (2005).

3. Resultados e Discussão

A Figura 5 mostra o mapa de uso e cobertura do solo e a Tabela 1 apresenta os dados referentes a ocupação da área da Bacia Hidrográfica com as diferentes classes de uso.

Tabela 1. Dados de uso e cobertura do solo**.**

Classe	Área (km²)	%
Mata nativa	67,67	45,17
Silvicultura	1,76	1,18
Agricultura	55,73	37,20
Solo exposto	23,47	15,67
Lâmina d'água	1,13	0,75
Nuvens/sombras	0,05	0,03
TOTAL	**149,81**	**100,00**

Analisando os dados apresentando na Tabela1 evidencia-se que a maior parte da área em estudo está coberta por mata nativa, denominada Floresta Ombrófila Mista – Mata de Araucária (FOM), ocupando 45,17% da área total (situado os pontos 4, 6 e 7) e localizando-se principalmente próximo aos recursos hídricos, onde é caracterizada por diferentes estágios de sucessão ecológica. As áreas de silvicultura representam 1,18% da área da bacia, estando inseridas especialmente nas áreas de fragmentos de mata nativa.

As regiões referentes a agricultura ocupam 37,20% do território, sendo mais expressiva na região nordeste (na qual estão localizados os pontos 1, 2, 3 e 4). Cerca de 16% da paisagem é caracterizada por solo exposto, sendo em sua maioria, áreas de cultivo não utilizadas no momento ou ainda preparadas para o plantio.As lâminas d'água ocupam apenas 0,75% da região. As nuvens descritas na tabela cobrem 0,03% da área em estudo, e foram detectadas no momento da captura da imagem de satélite.As classes de uso e ocupação do solo que contemplam a área urbana e o campo, descritas na legenda do mapa, não estão presentes nesta região da bacia hidrográfica em estudo.

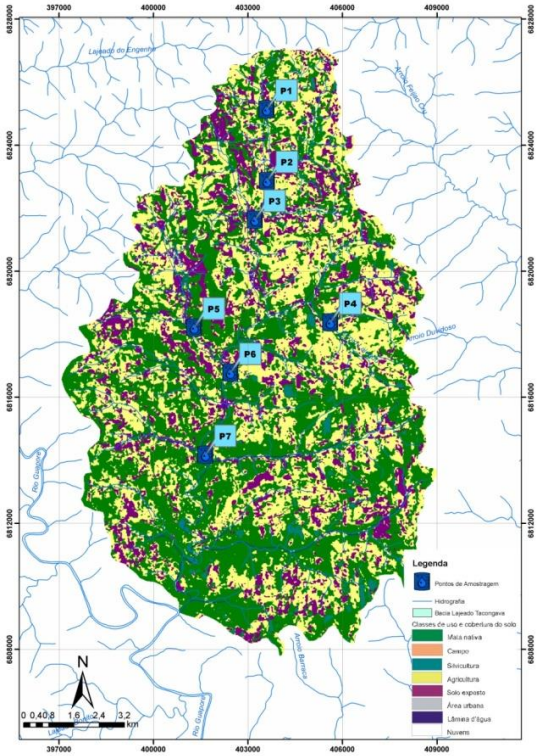


Figura 5. Mapa de uso e cobertura do solo.

Quanto ao enquadramento dos recursos hídricos, a Tabela 2 apresenta os valores médios destes parâmetros, relativos ao período de monitoramento de agosto/2012a fevereiro/2015 e as respectivas classes de enquadramento de acordo com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/05(BRASIL, 2005).

De acordo com a Tabela 2 é possível perceber que o enquadramento geral da bacia (CONAMA n° 357/05), oscilou entre as classes 1, 2, 3 e 4. Os pontos 1 e 2 foram classificados como classe 4 devido à alteração dos seguintes parâmetros: cobre total, coliformes termotolerantes e nitrato. No ponto 3, classificado também como classe 4, a alteração ocorreu somente nos coliformes termotolerantes. Já no ponto 4, classificado como classe 2, a alteração foi provocada pela variação na concentração de coliformes termotolerantes. Para o ponto 5,a classificação comoclasse 4, teve como fatores determinantes a concentração decoliformes termotolerantes e pH (sendo que o parâmetro fósforo total ficou dentro do estabelecido para classe 3). O ponto 6 foi classificado como classe 2, em consequência das variações apresentadas nos coliformes termotolerantes e oxigênio dissolvido.Por fim, o ponto 7 foi classificado como classe 1 em virtude de todos os parâmetros analisados se enquadrarem nesta classe.

Tabela 2. Classificação dos pontos amostrados conforme Resolução CONAMA n° 357/05 (BRASIL,2005).

Parâmetros	**Ponto 1**	**Ponto 2**	**Ponto 3**	**Ponto 4**	**Ponto 5**	**Ponto 6**	**Ponto 7**
Clorofila a (mg/m_3)	6,10	6,92	nd	nd	nd	n.d.	2,67
Cobre total (mg/L)	0,04	0,04	nd	nd	nd	n.d.	nd
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	2,14E+04	3,98E+04	5,40E+03	7,90E+02	1,70E+05	7,90E+02	7,80E+01
Condutividade (µS/cm a 20°C)	76,87	95,81	0,12	0,08	0,14	0,11	0,1
Demanda bioquímica de oxigênio (mg O_2/L)	2,07	2,21	1,2	nd	1,6	1,3	1,7
Demanda química de oxigênio (mg O_2/L)	8,17	12,67	9	7	14	7	8
Escherichia coli	1,51E+04	3,20E+04	5,40E+03	4,90E+02	1,70E+05	7,90E+02	7,80E+01
Fósforo total (mg P/L)	0,04	0,10	0,07	0,06	0,12	0,02	0,08
Nitrato (NO_3- mg/L)	11,82	16,56	9,77	3,46	7,37	7,01	6,05
Nitrogênio amoniacal (mg NH3-N/L)	0,13	0,72	nd	0,03	nd	nd	0,05
Nitrogênio total kjeldahl (mg N/L)	0,40	1,16	0,30	nd	0,35	nd	nd
ORP (mV)	260,21	276,50	216,00	250,00	216,00	250,00	244,00
Oxigênio dissolvido (mg O_2/L)	10,96	11,04	6,83	6,24	7,01	5,97	6,94
pH a 25°C	6,92	6,96	7,17	6,66	5,58	7,18	7,91
Potássio (mg/L)	2,47	3,51	1,71	3,18	5,31	3,51	3,84
Sólidos dissolvidos totais (mg/L SDT)	49,87	62,30	0,08	0,05	0,09	0,07	0,07
Sólidos suspensos totais (mg/L)	13,52	23,47	nd	31,60	11,20	nd	nd
Sólidos totais (mg/L)	101,83	129,57	97,00	115,00	133,00	85,00	88,00
Temperatura Água (°C)	19,47	18,38	23,60	23,73	21,46	21,84	22,40
Temperatura Ar (°C)	24,06	24,14	29,00	30,00	28,00	25,00	25,00
Turbidez (NTU)	5,59	19,76	3,30	8,00	30,90	0,00	0,80
Zinco total (mg/L)	0,06	0,06	nd	nd	nd	nd	0,13

* Os parâmetros condutividade, DQO, *E.coli*, NTK, ORP, potássio, sólidos suspensos totais, sólidos totais, temperatura do ar e temperatura da água não são considerados como padrão de classificação.

4. Conclusões

As atividades antrópicas presentes na bacia, conforme apresentado na Tabela 1 e Figura 5 (agricultura, silvicultura) e, até mesmo a deficiência no tratamento de esgotos domésticos e lançamento dos dejetos animaisem solo agrícola como fonte de nutrientes, contribuem com os padrões de qualidade da água encontrados nos pontos de monitoramento.

Os pontos mais prejudicados são: 1, 2, 3 e 5 os quais são classificados como classe 4, podendo ter como usos a navegação e a harmonia paisagística. Nos pontos 1 e 2, essa classificação ocorre devidos aos resultados de cobre, coliformes termotolerantes e nitrato. No ponto 3 há alteração quanto aos coliformes termotolerantes somente e, para o ponto 5, a

classificação fica por conta dos coliformes termotolerantes e do pH.Os pontos 4 e 6 são classificados como classe 2. Tanto o ponto 4 quanto o ponto 6 os coliformes termotolerantes ficaram acima do limite estabelecido e o ponto 6 apresentou também divergência quanto ao oxigênio dissolvido.O ponto 7 foi classificado como classe 1 devido à boa qualidade apresentada em função de se encontrar em uma área mais preservada, com maior presença de mata nativa.

Nota-se que a variação dos parâmetros físico-químicos e biológicos como coliformes e metais pesados são de origem agrícola que, além de alterar a paisagem, não aplicam os insumos de forma sustentável. O conhecimento acerca do uso e ocupação do solo mostra-se importante na localização das fontes causadoras dos impactos negativos à qualidade da água.

A correlação entre o uso e ocupação mostra aumento na concentração de alguns elementos químicos de origem antropogênica como, por exemplo, as atividades agropecuárias desenvolvidas na área de estudo.

A qualidade da água apresenta ligação com as alterações da paisagem terrestre, dando origem a perturbações no ecossistema, causando prejuízos e consequências desastrosas na vida aquática a âmbito local, regional ou global. Neste contexto, o presente trabalho mostra-se importante para estabelecer melhorias de gestão, disposição e/ou tratamento dos resíduos gerados na agricultura, evitando a contaminação dos recursos hídricospor transferência de poluentes. Outro ponto importante a ser beneficiado com melhorias de gestão é a perda de solo por erosão e consequente perda de nutrientes.

Com este trabalho ficou possível constatar que a qualidade físico-química e microbiológica da água sobre influência das características de uso e ocupação do solo.

Referências Bibliográficas

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 357/05.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 18 mar.2005.

CHAVES, H. M.; SANTOS, L. D. **Ocupação do solo, fragmentação da paisagem e qualidade da água em uma pequena bacia hidrográfica**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande. v. 13**:** 922-930 p. 2009.

COELHO, V. H. et al. **Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro**. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental. 18**:** 64-72 p. 2014.

DE OLIVEIRA SANTOS, L. T. S.; DE JESUS, T. B.; NOLASCO, M. C. **Influência do uso e ocupação do solo na qualidade das águas superficiais do rio Subaé, Bahia**. Geographia Opportuno Tempore. v. 1**:** 68-79 p. 2014.

JULIAN, J. P.; TORRES, R. Hydraulic erosion of cohesive riverbanks. **Geomorphology,** v. 76, n. 1, p. 193-206, 2006. ISSN 0169-555X.

SCHNEIDER, R. M. et al. Estudo da influência do uso e ocupação de solo na qualidade da água de dois córregos da Bacia hidrográfica do rio Pirapó-doi: 10.4025/actascitechnol. v33i3. 8385. **Acta Scientiarum. Technology,** v. 33, n. 3, p. 295-303, 2011. ISSN 1807-8664.

Desenvolvimento do aplicativo CR Campeiro "C7 Árvores Matrizes": Inventário Florestal com dispositivos móveis

Application development CR Campeiro "C7 Árvores Matrizes": Forest Inventory with mobile devices

Jhonitan Matiello[1]
Fábio Soares Pires[2]
Enio Giotto[3]

[1] UFSM,Laboratório de Geomática, prédio 44B sala 115, avenida Roraima nº 1000 - Bairro Camobi, Universidade Federal de Santa Maria– UFSM, jhonitan.matiello@yahoo.com.br

[2]UFSM, Laboratório de Geomática, prédio 44B sala 115, avenida Roraima nº 1000 - Bairro Camobi, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, ef.fspires@gmail.com

[3]UFSM, Laboratório de Geomática, prédio 44B sala 115, avenida Roraima nº 1000 - Bairro Camobi, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, eniogiotto@gmail.com

Resumo: O presente trabalho tem a finalidade de apresentar o desenvolvimento e funcionamento de um coletor de dados chamado "C7 Matrizes Florestais". Este aplicativo agregado à tecnologia móvel auxilia no cadastramento de propriedades que contenham árvores matrizes, sendo assim uma ferramenta para gerenciar a coleta de sementes conforme as características fenotípicas das árvores superiores. Após estudos prévios relacionados à aplicabilidade e receptibilidade, estruturou-se o aplicativo sobre um sistema computacional integrado chamado "CR Campeiro 7" para operar no sistema operacional de dispositivos móveis Google Android.Para isso, empregou-se ferramentas como o Eclipse na linguagem Java com o SDK do Android e banco de dados SQLite. O aplicativo desenvolvido possui funções básicas que podem ser acessadas através de botões na tela inicial como o cadastro de propriedades, cadastro de árvores matrizes e coleta de sementes, ele é capaz de coletar pontos geográficos por meio da utilização do GPS, georreferenciando a propriedade e cada árvore matriz identificada. Através de suas funcionalidades, o aplicativo contribui para o gerenciamento e contínua manutenção da flora nativa, evitando sua extinção futura por meio da organização e eficiente gestão dos dados relacionados às matrizes florestais.
Palavras-chave: Tecnologia móvel, Android, CR Campeiro, Árvores matrizes.

Abstract: This paper aims to present the development and operation of a data collector called "C7 Matrizes Florestais". This aggregate application to mobile technology assist in the registration of properties containing matrix trees, making it a tool to manage the collection of seeds as the phenotypic characteristics of superior trees. After previous studies related to the applicability and receptibility, the application was structured based on an integrated computer system called "CR Campeiro 7" to operate in the operating system Google Android mobile devices. For this, we used tools like Eclipse in Java language with the Android SDK and SQLite database. The application developed provides basic functions that can be accessed with buttons on the home screen as the registration of properties register matrix trees and seed collection, it is able to collect geographical points through the use of GPS, georeferencing the property and each tree identified matrix. Through its functionality, the application contributes to the management and ongoing maintenance of the native flora, avoiding their future extinction through the organization and efficient management of data related to forest headquarters.
Keywords: Mobile Technology, Android, CR Campeiro, Matrix trees.

1. Introdução

Com o surgimento dos conceitos atuais de avanços tecnológicos, ganham espaço também conceitos como o de mobilidade que segundo Lee (2005) pode ser definida como a capacidade de poder se deslocar ou ser deslocado facilmente. No contexto da computação móvel, mobilidade se refere ao uso de dispositivos móveis portáteis funcionalmente poderosos que ofereçam a capacidade de realizar facilmente um conjunto de funções de

aplicação, sendo também capazes de conectar-se, obter dados e fornecê-los a outros usuários ou a bancos de dados. Segundo Schaefer (2004), do ponto de vista empresarial, os dispositivos móveis são ótimos geradores de informação, podendo ser utilizados desde a automação do processo, até nas coletas de informações estratégicas, visto a suas dimensões reduzidas.

No objetivo das empresas em se manterem economicamente viáveis, os celulares, *smartphones* e aparelhos móveis em geral têm papel fundamental, pois ocupam um importante espaço no que diz respeito a tornar as tarefas cada vez mais ágeis e eficientes, considerando a portabilidade, funcionalidade, usabilidade e a conectividade destes dispositivos.

Segundo Brandelero et al. (2008), o uso de recursos florestais foi essencial para o crescimento regional no passado e, na atualidade, continua sendo muito importante para o desenvolvimento populacional em geral.Com osgrandes avanços tecnológicosdo setor florestal inexiste a possibilidadedos profissionais atuarem apenas dentro de seus escritórios, ou seja, os mesmos devem acompanhar as atividades em que se inserem, com isso a utilização de dispositivos móveis vem aumentando à medida que assumem papéis importantes na organização e coleta de informações de forma prática.

Considerando-se a fundamental importância da Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 que institui o Novo Código Florestal e conforme as informações contidas no artigo 19, do decreto 7.830/12, a regulamentação da recomposição das Áreas de Preservação Permanente (APP) poderá ser feita, isolada ou conjuntamente por meio de alguns métodos, referentes a plantio de espécies nativas. Com base nisso, informações das espécies nativas que compõem essas áreas tornam-se relevantes para a continuidade dos trabalhos e consequentemente para a manutenção de áreas em estado de recuperação.

O projeto “Sistema de Gestão Rural CR Campeiro 7”, peça fundamental deste trabalho, configura-se como um projeto de extensão rural da UFSM, que tem por objetivo auxiliar o usuário a realizar a gestão agropecuária da propriedade e a informatização de técnicos que atuam no meio rural. Dentre várias funções operacionais do CR Campeiro 7, têm se destacado os aplicativos complementares desenvolvidos para o Sistema Operacional Google Android.

Em busca da diversificação e popularização da Silvicultura de Precisão, que vem sendo uma tendência mundial de controle dos processos produtivos, o CR Campeiro 7 objetiva aumentar a eficiência da gestão nesta área. Como consequência deste novo paradigma, a ampliação da compatibilidade deste sistema com o Sistema Operacional Google Android abre um leque de oportunidades por meio da utilização de aplicações móveis.

Neste sentido, este trabalho visa apresentar o desenvolvimento de um aplicativo para realizar a coleta de dados por meio da utilização de tecnologia móvel tendo como finalidade auxiliar o usuário no cadastramento de propriedades com árvores classificadas como superiores, principalmente pelas suas características fenotípicas. Assim, a gestão e o controle da coleta de sementes proverão a geração de um banco de dados com informações que possam ser úteis para várias finalidades, como conhecer fatores atrelados à variabilidade genética da população, presença ou não de indivíduos de determinada espécie e sua localizaçãogeográfica. Permite também encontrar indivíduos produtores de propágulos para produção de mudase, avaliar e selecionar as árvores levantadas de acordo com sua ficha descritiva.

2. Metodologia de Trabalho

Para Pressman (1992), o nível de criação de um *software* cresce através de uma análise progressiva, pelo projeto de codificação, testes e manutenção conforme a Figura 1.

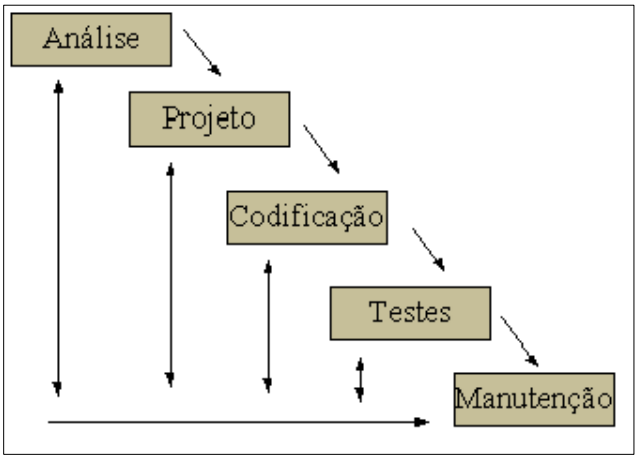


Figura 1. Representação do ciclo de vida clássico de um software. Fonte: Pressman (1992), adaptado.

Pressman (1992) ainda complementa que a codificação exige que o projeto ou modelo seja traduzido para a linguagem da máquina. Porém após instalado algumas alterações ou manutenções podem ser feitas caso este apresente algum problema. Logo, a manutenção é a fase onde se efetuam atualizações do sistema a partir de erros que eventualmente venham a ocorrer.

Considerando o já exposto, para o desenvolvimento do aplicativo (*app*) optou-se pela utilização do Ambiente de Desenvolvimento Integrado (*Integrated Development Evironment-IDE*) Eclipse que permite trabalhar com a linguagem de programação Java. Para esta IDE é necessário a instalação do *plug-in*Android Developer Tools(ADT) e também a do *SoftwareDevelopment Kit* (SDK) do Android. O ADT proporciona a implementação da linguagem *eXtensible Markup Language* (XML), que tem a finalidade de gerar a interface do *app*, ou seja, da aparência das telas.

De acordo com o apresentado por Google (2011), o Androidconsiste na união de várias ferramentas que configuram um Sistema Operacional para dispositivos móveis. Como atualmente está bem difundido no mercado, foi criado um SDK para fornecer ferramentas e Interface de Programação de Aplicações (*Application Programming Interface*– API's) necessárias para o desenvolvimento de aplicativos que executem em dispositivos que funcionam com Android.

Além destas informações, vale destacar a importância da utilização do banco de dados SQLite que é uma biblioteca em linguagem de programação "C" que implementa um banco de dados que possui Linguagem de Consulta Estruturada (*Structured Query Language* – SQL), o que proporciona maior simplicidade ao realizar a leitura, escrita ou exclusão de dados.

Como dispositivo móvel foram utilizados para a realização dos testes um *SmartPhone* e um *Tablet*, ambos da marca Samsung, com telas de 4.5" e 8" respetivamente, a versão Android dos mesmos é a 4.4.2 denominado "KitKat".

Portanto, estão definidas as ferramentas que foram utilizadas no decorrer do processo de concepção do app.

3. Resultados e discussão

O aplicativo desenvolvido disponibiliza funcionalidades básicas (figura 2) que permitem cadastrar propriedades, indivíduos florestais superiores existentes, listar as espécies

cadastradas e gerir a coleta de sementes. Todos os cadastros são espacializados por meio da coleta de pontos geográficos com a utilização do GPS do próprio dispositivo.

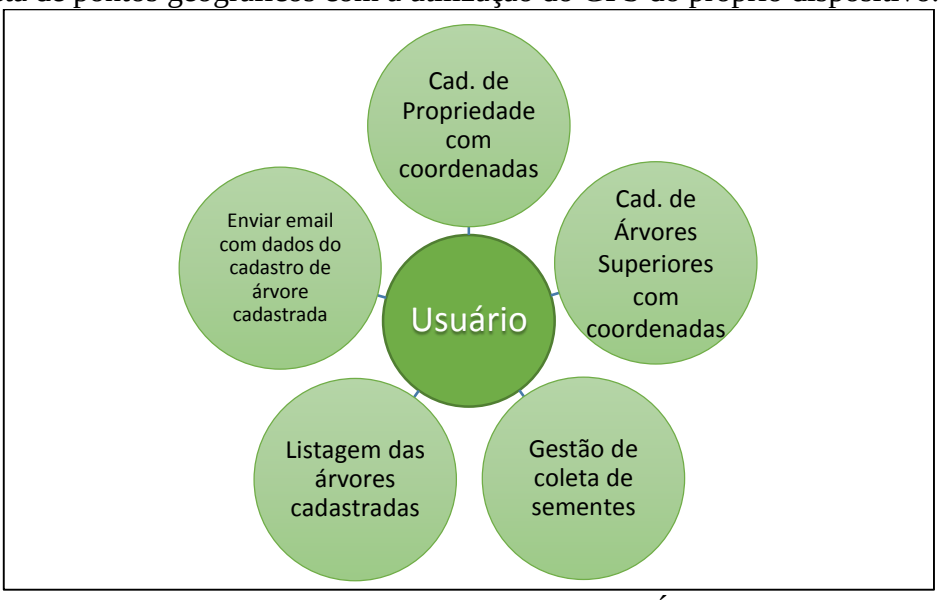


Figura 2. Diagrama de uso específico do aplicativo C7 Árvores Matrizes. Fonte: Arquivo do Autor.

Na tela principalestão disponíveis os botões referentes a própria funcionalidade.

Figura 3. Tela principal do app. **Fonte:** Arquivo do Autor.

Após pressionar o botão “Cadastro de propriedades” o usuário poderá inserir dados como: código do Cadastro Ambiental Rural (CAR), código da propriedade, nomedo proprietário, a atividade principal da propriedade, a área total da propriedade, a área total de floresta, o tipo de floresta, densidade, origem,tipo de solo predominante, fauna,local da propriedade, coordenadas geográficas, estado e município. Por fim estão disponíveis as

opções “salvar” e “voltar”. Todas estas opções estão representadas através da composição da figura 4.

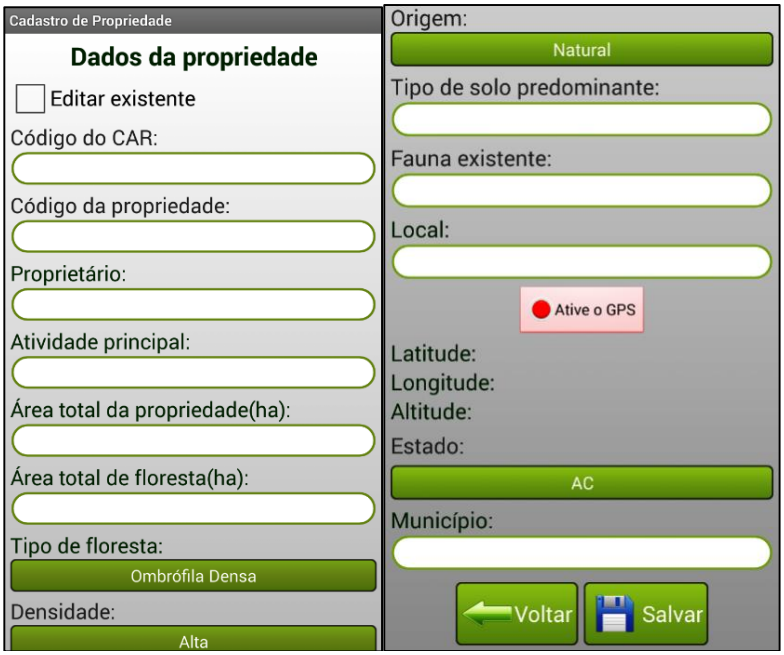


Figura 4. Tela de cadastro de propriedade. Fonte: Arquivo do Autor.

O botão “Cadastro de árvores matrizes”permite cadastrar árvores superiores dentro de propriedade já cadastrada (figura 5).

Figura 5. Tela de cadastro de árvores matrizes (parcial). Fonte: Arquivo do Autor.

Os dados solicitados são: código da árvore (EFN), nome comum, nome científico, família, diâmetro a altura do peito - DAP ou circunferência a altura do peito – CAP), altura total, altura do fuste,idade estimada da árvore (anos), opções de forma do fuste, classe da copa, posição sociológica e sanidade. Essa página ainda permite o preenchimento de prováveis ramificações da árvore, grau de inclinação e observações adicionais.

Existeiclusive a possibilidade de registra imagens da árvore,da copa e do tronco a 1,3 metros de altura. Também as coordenadas do ponto geográfico. Enfim, “salvar” ou “voltar”.

O botão “Coleta de sementes” (figura 6) apresenta informações referentes aos cadastros anteriores, e que sendo selecionados pode-se ter auxílio para a localização da espécie desejada, e também possibilita o cadastramento georrefenciado de sementes coletadas. Assim, as opções que estão disponíveis, além do georreferenciamento de pontos geográficos, são: a data de coleta, o coletor, a quantidade de sementes coletada e observações complementares, podendo-se salvar os dados ou retornar à primeira tela.

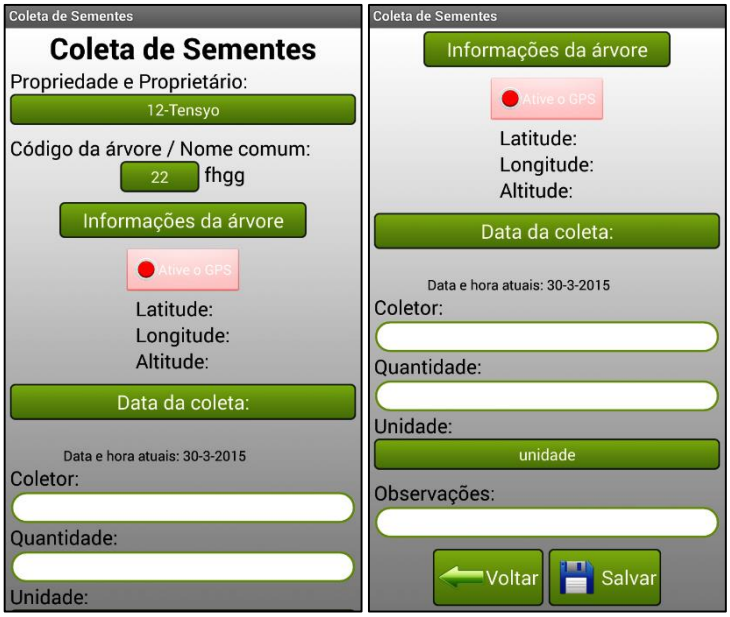


Figura 6. Tela de coleta de sementes. Fonte: Arquivo do Autor.

O quarto botão permite visualizar as árvores cadastradasno dispositivo, organizadas crescentemente de acordo com o código atribuído à mesma.Aparecem informações como o nome comum, o proprietário e o município e têm-se como opçãoretornar ao menu principal.

O quinto botão da tela inicial diz respeito ao preenchimento de um endereço de e-mail para envio dos dados coletados onde informa-se o servidor de e-mail, o usuário e senha, salva-se ou cancela-se ao final da página.

No que diz respeito à instalação de aplicativos desenvolvidos para o sistema operacional Google Android, pode-se afirmar que esta pode ser realizada de maneira direta, no próprio aparelho, seja ele um *Smartphone* ou *Tablet*, através do site Google Play. Essa característica permite acessibilidade e mobilidade, em resposta a isso têm-se uma maior utilização e difusão do aplicativo, atingindo um considerável número de usuários. Cabe ressaltar que o Sistema Operacional Google Android permitiu o desenvolvimento do *software* a custos menos onerosos e abrange um número muito grande de aparelhos móveis utilizados na atualidade.

4. Conclusões

Por meio deste trabalho pode-se inferir que a implementação de *softwares* tem grande representatividade no gerenciamento de diversas informações que venham a se tornar relevantes em uma determinada tarefa, bem como na tomada de decisõesna área florestal.

Como o objetivo do projeto foi desenvolver um aplicativo para ser empregado na realização de levantamentos práticos, fez-se necessária uma interação com os profissionais

da área e uma ponderação das principais sugestões e exigências para tornar o aplicativo útil, funcional e principalmente acessível aos mais diversos usuários. Ao passo que se observa os aspectos relacionados à aplicabilidade do *software*, é de suma importância estar atento para que o uso seja feito de forma rápida e eficiente. Para que todos esses fatores fossem considerados se fez necessária a utilização de uma metodologia que definiu um processo seguro de desenvolvimento.

Ao final, o produto "C7 Árvores Matrizes" tem função específica relacionada à coleta de dados de matrizes florestais potencializando a recuperação, armazenamento, análise, manipulação e manejo de grandes quantidades de dados, que por sua vez tornam-se informações úteis, justificando que a criação de aplicativos para dispositivos móveis que auxiliem na gestão do controle dos danos relacionados às questões ambientais podem ser grandes aliados da sociedade, principalmente quando se considera a vasta fração do território nacional que se enquadra como áreas degradadas ou em processos de degradação. Esses aplicativos são mais uma ferramenta para a construção de melhores condições de vida para as espécies, ao passo que as florestas nativas possam ser resguardadas de extinção futura.

Referências bibliográficas

BRANDELERO, C.; GIOTTO, E.; WATZLAVICK, L. F.; PEREIRA, R. S.; ANDREIS, S. Tecnologia móvel utilizada no inventário florestal. **Floresta**, Curitiba, v. 38, p, 727 – 734, 2008.

GOOGLE. Google Code. Projetos do Google para o Android. Disponível em:<http://code.google.com/intl/pt-BR/android/>. Acesso em: 21/09/2012.

LEE, V.; SCHNEIDER, H.; SCHELL, R. Aplicações móveis: arquitetura, projeto e desenvolvimento. São Paulo: Pearson, 2005.

PRESSMAN, R. S. Software Engineering: A Practitioner's Approach. McGraw-Hill, 3ª ed., 1992.

SANTOS, R. R. Programando em Java 2 – Teoria & Aplicações. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2004.

SCHAEFER, C. Protótipo de aplicativo para transmissão de dados a partir de dispositivos móveis aplicado a uma empresa de transportes. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2004.

SERSON, R. R. Certificação Java 5. 2007. Editora Brasport.

Mapeamento das áreas verdes urbanas do município de Pelotas, RS

Mapping of urban green areas in the city of Pelotas, RS

Alison André Domingues Teixeira[1];
Solange Nornberg[2];
Tarsila Viegas[3];
Angélica Cirolini[4];
Alexandre Felipe Bruch[5]

[1]Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Praça Domingues Rodrigues, n. 2, alison_andre_domingues@hotmail.com

[2]Universidade Federal de Pelotas,UFPel, Praça Domingues Rodrigues, n. 2, solangenorberg2@gmail.com;

[3]Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Praça Domingues Rodrigues, n. 2, tarsilaviegas@hotmail.com;

[4]Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Praça Domingues Rodrigues, n. 2, acirolini@gmail.com;

[5]Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Praça Domingues Rodrigues, n.2, alexandrefelipebruch@ibest.com.br

Resumo: Esta análise tem como objetivo esclarecer a demanda de áreas de lazer para a população do município de Pelotas. Levando em consideração sua importância para uma melhor qualidade de vida da população. Este estudo aborda o tema áreas verdes como parque e praças arborizadas na região, e de que maneira isso reflete em nosso ecossistema, e na vida do homem. Para tal fim elaborou-se o mapeamento das áreas de estudo a partir das imagens do Google Earth e, posteriormente, através de técnicas do recurso de *softwares* de geoprocessamento, fez-se o georreferenciamento das áreas verdes e estipulou-se o índice de área verde por habitante, e os pontos da região onde estes se encontram em maior e/oumenor número. Desta forma, foi possível verificar que o índice de área verde por habitante se encontra inferior ao que é idealizado pela ONU, com valores próximos a 50% do ideal.Este resultado contribui para um melhor planejamento dos órgãos públicos com o intuito de suprir a demanda de mais parques e praças arborizadas no município.
Palavras-chave: Vegetação, Mapeamento, Paisagens Urbanas, Geoprocessamento.

Abstract: This analysis has as objective, clarify the demand of recreation areas for the population of the municipality of Pelotas. Considering your importance for a best quality of life of people. The present study approaches the subject green areas as park and squares forested in the region, and in what manner this reflects in our ecosystem, end in life of man. To this purpose was elaborated the mapping of the green areas in study based on the images of Google Earth, end posteriorly by technique of software of geoprocessing,was made georeferencing of green areas end has stipulated up the index of green areas by inhabitants, end the region of points where they are in more and/or lower number. In this way, was possible check than theindex of green areas by inhabitants, that is low to which isidealized by the ONU, with valuescloser to 50% of the ideal. This enables for better planning of public agencies for meeting the demand of more parks and squares forested in the city.
Key words: green areas, mapping, urban landscape, geoprocessing.

1. Introdução

Com o passar dos anos as atividades laborais tomam mais tempo da humanidade e os parques arborizados são oferecidos como uma fuga do cansaço e da rotina dapopulação. As atividades intensas e aceleradas das cidades geram elevados índices de estresse e irritabilidade, por isso, “as áreas verdes são associadas à tranquilidade e segurança da vida no campo” (ANDRADE,2001, p. 27). Com o intuito de abordar o quanto essas áreas verdes

são importantes para uma melhor qualidade de vida, desenvolveu-se esta pesquisa, que salienta a importância de manter e elevar a quantidade de locais arborizados, assim como praças e parques, que sejam propícios às atividades recreativas.

Essas áreas são muito importantes para o lazer da população, e também para o ecossistema que se desenvolve por meio deste. Devido a essas circunstâncias é preciso um melhor planejamento com relação à ocupação do homem na cidade, pois o meio ambiente sofre com grandes mudanças na paisagem, devido, muitas vezes, pela ocupação indevida ou imprópria do homem, ação esta que pode trazer risco àqualidade de vida, não só do homem, mas de todo o ser vivo que faz parte deste ecossistema, uma vez que essas mudanças repercutem na natureza, afetando seu modo de vida.

Neste trabalho adotou-se o conceito de áreas verdes, como toda e qualquer área usada como local recreativo a céu aberto, onde possuem arborizações e vegetação expostas, com a finalidade de propor lazer e descanso para seus frequentadores.

O município de Pelotas, segundo estimativas populacionais do IBGE (2010), possui um total de 328.275 habitantes e 1.610,084 km² de área.Estes números estatísticos tendem a crescer, uma vez que cidade se encontra em um desenvolvimento acelerado, surge então a necessidade da construção de novas moradias para suprir a demanda. Sendo assim, é preciso um melhor planejamento da utilização dessas áreas, para que o impacto causado pela ocupação do homem seja minimizado sobre o ecossistema, portanto o estudo do ambiente é importante para que se mantenha a harmonia entre o homem e o ecossistema.

Como esses locais são de suma importância para uma melhor qualidade de vida da população, é essencialque se tenha áreas como estas em locais distintos da cidade para que possa atender a toda a população do município, e não apenas na região central. Surge então a necessidade de se delimitar essa demanda, através de estudo e planejamento do espaço para que novos locais sejam implementados para suprir essa carência.

Em 2002 após participação na Conferência Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), que ocorreu no Rio de Janeiro em 1992, a prefeitura municipal de Pelotas implantou um projeto de acordo com o capítulo 28 da Agenda Internacional que estipulou que cada governo local deveria organizar processos de construção de Agendas 21 locais. Sendo que projetos visando à manutenção e conservação das áreas verdes envolvendo a participação popular no desenvolvimento desses projetos fariam com que o desempenho na construção da Agenda seria muito maior. Os governantes decidiram no 1° Congresso da Cidade em 2002 pela construção da Agenda XXI de Pelotas com o intuito de garantir uma melhor qualidade de vida para o presente sem prejuízo para as gerações futuras. A ideia sobre o que é considerada área verde pode ainda não estar bem esclarecida para a população, sendo esta, uma manobra importante para ajudar no desenvolvimento e na conservação daquelas já existentes.

A vegetação sob todas as suas formas (arborização, áreas verdes, gramados, florestas urbanas) constitui um elemento do ecossistema urbano e natural. Por muito tempo os espaços verdes foram relegados ao segundo plano em função do crescimento e desenvolvimento das cidades. A vegetação era associada ao perigo e a rusticidade e, frequentemente, relacionada à falta de civilização (OLIVEIRA, 1996). Desta forma, há a necessidade de implantação de projetos propostos à manutenção das áreas verdes destinadas ao esporte e lazer com espécies apropriadas ao clima da região sul do Rio Grande do Sul, mas em primeiro lugar a população deve ser conscientizada através de esclarecimento do quão essencial são as áreas verdes e também como conservá-las.

Nesta perspectiva, a análisetemcomo objetivo esclarecer a demanda de áreas de lazer em relação a crescente população pelotense, levando em consideração os locais já existentes e o

seu nível de conservação (tanto pela prefeitura municipal, quanto pelos moradores), se comparado com o grau de conscientização dos moradores e frequentadores da região.

2. Metodologia de trabalho

O município de Pelotas localiza-se no extremo sul do estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas de 31º19’11” a 31º48’05” de latitude sul e 52º00’33” a 52º36’45” de longitude oeste e sua área urbana está compreendidana planície costeira do Estado (Figura 1). Segundo estimativas populacionais do IBGE (2010) o município possui cerca de 93,3% da população concentrada na área urbana.A concentração da população em área urbana gera transformações significativas na paisagem e uma diversificação no uso do solo urbano, necessitando o estudo do planejamento espacial.

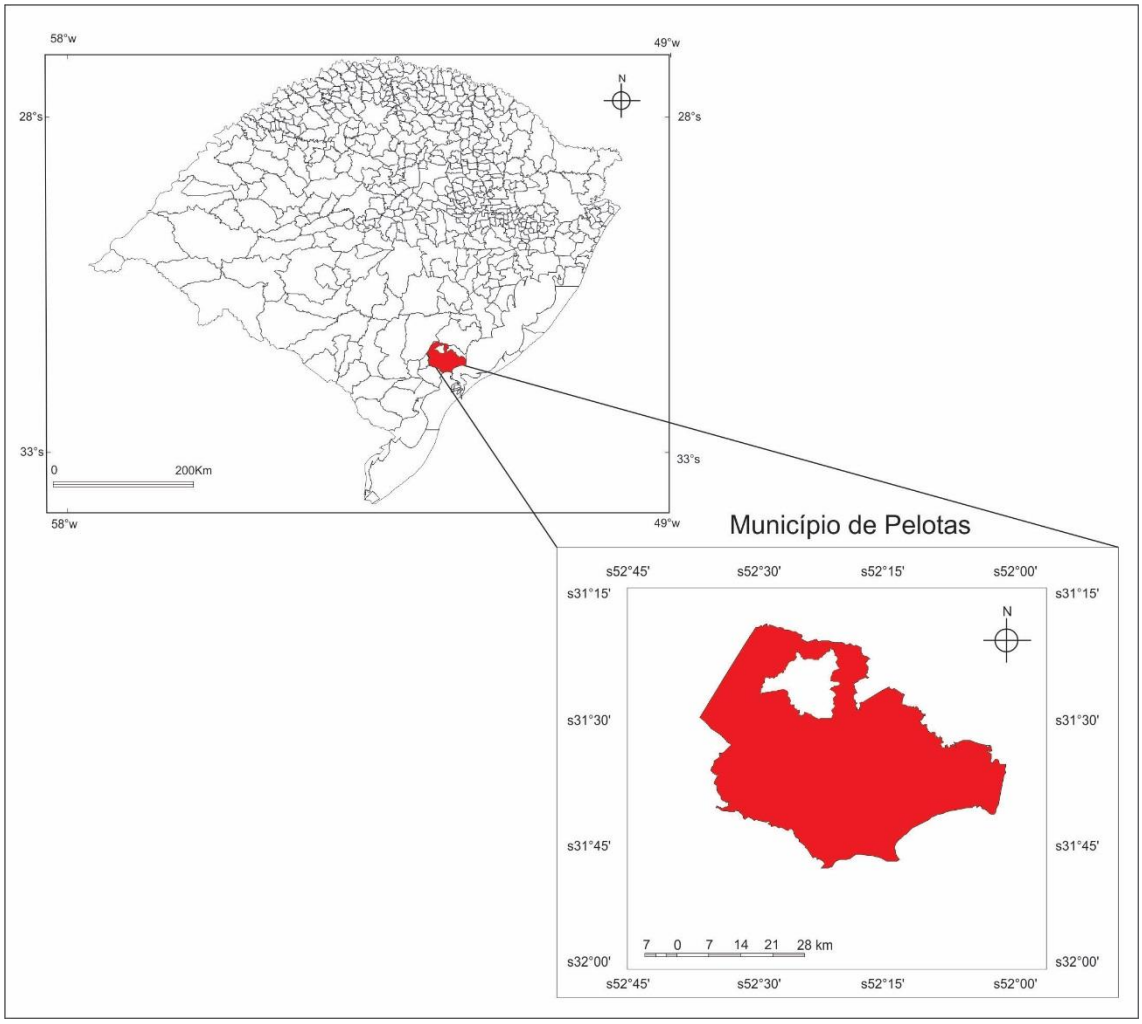


Figura 1: Mapa de localização do município de Pelotas.

Para a elaboração deste trabalho, primeiramente verificou-se as imagens do Google Earth para analisar as áreas verdes que compõem a zona urbana do município de Pelotas. Em seguida, foi elaborado um banco de dados geográficos no Sistema de Processamento de Informação Georreferenciada (SPRING) para o mapeamento das áreas verdes, com a finalidade de demonstrar a paisagem urbana municipal.

A densidade de distribuição das áreas verdes na cidade de Pelotas foi representada com base nos dados do modelo numérico do terreno (MNT), os quais foram expressos em valores de metros quadrados.

3. Resultados e discussão

Para o mapeamento das áreas verdes foram consideradas a sua localização, assim como a acessibilidade das mesmas e também o seu estado de conservação. Estas áreas estão diretamente relacionadas com a qualidade de vida da população, sendo que a vegetação, segundo Jesus e Braga (2005, p. 208), atua associada a outros indicadores (qualidade do ar, da água, solos, fauna e clima) como elemento indispensável ao equilíbrio, seja na manutenção de algumas condições vigentes desejáveis, seja nas ações que visem à melhoria da qualidade de vida em áreas mais comprometidas. Dessa forma, a importância das áreas verdes como indicador de qualidade ambiental reflete-se nas funções que estas desempenham no ambiente urbano.

Em Pelotas, algumas zonas consideradas de "preservação ambiental" pelo plano diretor, Lei 2565/80, estão sendo ocupadas de forma irregular por condomínios e demais residências. A problemática relacionada ao crescimento urbano e ocupação de áreas de proteção ambiental tem relação com uma inadequada escolha de instrumentos de planejamento e gestão.

O aprimoramento das praças e parques com o plantio de novas árvores é uma medida positiva para o melhoramento dessas áreas.Outro fator de grande importância é a fiscalização por meio do poder público para reparose limpezas, além daimplantação de medidas de segurançacontra assaltos e uso indevido dessesespaços para a marginalização,para que assim a população pelotense possa desfrutar de um espaço saudável para recreação com predomínio da natureza em meio à urbanização.

A Figura 2 demonstra a localização geográfica das principais praças e parques da área urbana do município de Pelotas, totalizando uma área de 2.101.950m², mapeadas até o momento.

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) e discutido por Cavalheiro e Nucci (1998), o ideal é de 12m^2 de área verde por habitante em zonas urbanas. Esse valor é atribuído a um índice de bem estar e de contato humano com o meio ambiente, através de atividades passivas e ativas.

No levantamento realizado pelo censo do IBGE (2010) a população de Pelotas era de 328.275 habitantes, sendo necessário 3.939.300 m^2 de área verde para o bem estar da população. Conforme mapeamento realizado, o Índice de Área Verde (IAV) para a área de estudo é de apenas 6,40 m²por habitante, 53,3% do preconizado pela ONU.

Deve-se salientar que a distribuição das áreas verdes é significativamente heterogênea, o que pode ser constatado na Figura 3, onde se pode percebera concentração destes locais em três bairros: Três Vendas, Fragata e Porto/Várzea. No bairroTrês Vendas a densidade é menor, mas a dimensão das áreas verdes é maior, principalmente nos amplos espaços referentes àassociação dos produtores rurais. Já no bairro Fragata existem inúmeras áreas de pequeno porte, mas significativas para a população. Já no bairro Porto/Várzea, as áreas são menores e bem distribuídas.

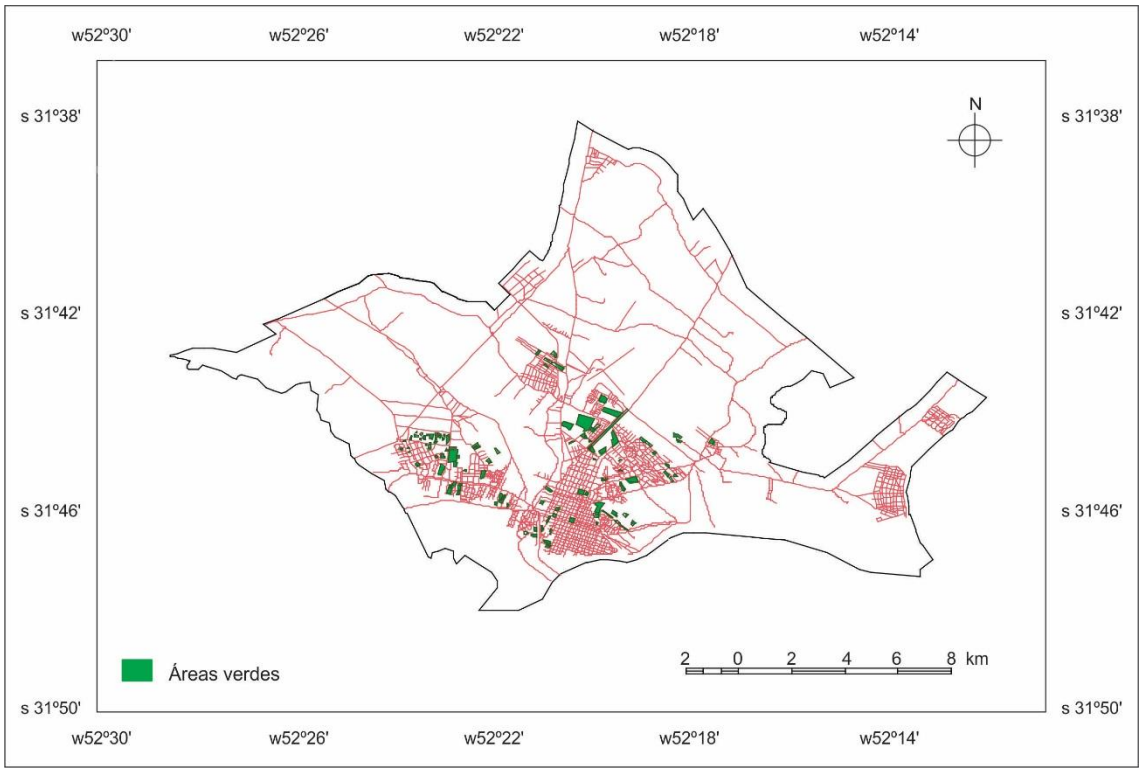


Figura 2: Localização das áreas verdes na zona urbana do município de Pelotas.

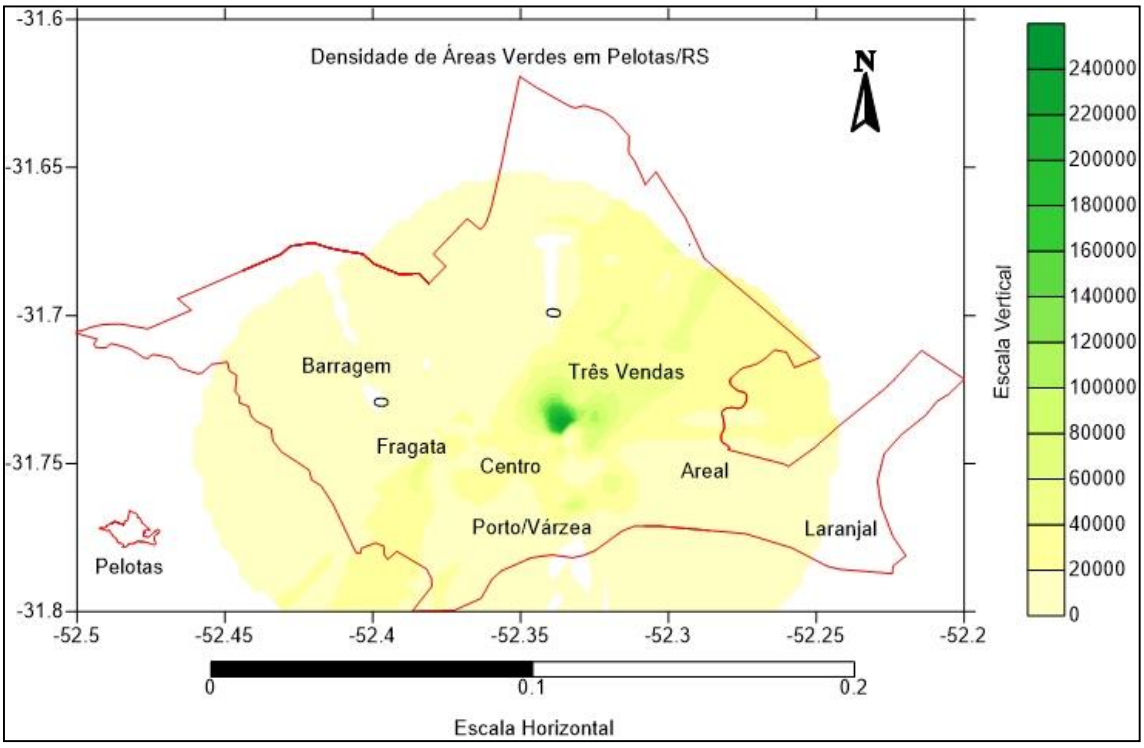


Figura3: Densidade de distribuição das áreas verdes na cidade de Pelotas/RS.

A cidade demostra diversas formas de ocupação do solo, destacando na área central a grande concentração de atividades comerciais, financeiras, institucionais e industriais além daquelas que motivam uma intensa circulação de veículos.

Aliado a esta grande concentração da população na área urbana, a paisagem natural vem sendo substituída pela paisagem urbanizada provocando alterações no ambiente natural. E diante disso, se faz necessário todo o cuidado e preservação, pois como diz o artigo 225 da Constituição Federal de 1988, "todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações".

Importante afirmar que apesar das maiores áreas arborizadas não estarem no centro da cidade, porém as mais movimentadas e com melhor infraestrutura são encontradas nessa região.A seguir destacam-sealgumas imagens das principais praças situadas na parte central da cidade onde existe infraestrutura mínima e preservação da área em que é utilizada pela população para fins recreativos e de lazer. Na Figura 4, visualiza-se a Praça Piratinino de Almeida situada próximo ao Hospital da Santa Casa de Pelotas e em meio a esta praça também está acaixa d'água de Pelotas que foi importada da França e é um monumento histórico da cidade.

Figura 4: Praça Piratinino de Almeida.

Além de embelezar o município essas áreas são bem utilizadas para o lazer e entretenimento da população. Um exemplo é a PraçaCoronel Pedro Osório, que se encontra bem no centro da cidade e nela está localizado um famoso chafariz "As Nereidas", importado da França, pela Companhia Hidráulica Pelotense, em 1873, além de outros monumentos históricos. Esta praçadispõe de uma infraestrutura exemplar, exibindo um ambiente tranquilo, limpo e bem preservado com espécies botânicas plantadas no local, conforme Figura 5.

Esses ambientes servem para reunir as pessoas e contribuem para um ecossistema mais tranquilo, oque faz com que turistas passem a visitar a cidade mais vezes em busca desta tranquilidade.

Figura 5: Praça Coronel Pedro Osório.

A Praça Cipriano Barcelos (Figura 6), também conhecida como Praça dos Enforcados, onde situa-se um sítio arqueológico,é mais uma das Praças que se encontra no centro da cidade, e que possui um excelente cuidado por parte não só do órgão público, que é encarregado de fazer a manutenção da mesma, mas também pelos habitantes e frequentadores que se mostram bastantes cientes da importância da preservação das áreas verdes do município.

Figura 6: Praça Cipriano Barcelos.

A pesquisa está em fase de desenvolvimento, então os aspectos de infraestrutura, acessibilidade e conservação ainda estão sendo verificados *in loco*.

4. Conclusões

Este trabalho teve como principal objetivo a identificação das principais áreas verdes situadasno perímetro urbano do município de Pelotas, ressaltando a importância da preservação dessas áreas, pois são utilizadas para os mais diversos fins como lazer e prática de esportes, e também para gerar o bem estar da população, uma vez que a vegetação nos proporciona uma melhor qualidade de vida, melhorando a estabilidade microclimática, com a redução das amplitudes térmicas e insolação direta, a redução da poluição visual e da poluição sonora.

Foi possível analisar através da pesquisa que o índice de área verde por habitante se encontra inferior ao que é idealizado pela ONU, com valores próximos a 50% do ideal. Em alguns bairros como Três Vendas e Fragata o IAV está próximo ao ideal, mas nos bairros Areal e Laranjal ainda está longe de valores aceitáveis para o bem estar da população. Esse dado é importante, porque permite e indica à prefeitura municipal o planejamento e investimento nos locais com os piores índices, ainda mais por que são bairros mais novos e em plena expansão, com infraestrutura a ser projetada e implementada. Esse planejamento leva a prevenção de problemas e gastos futuros com desocupações e desapropriações.

Como esta pesquisa encontra-se em fase preliminar, as próximas etapas tangem o mapeamento das áreas verdes do município não cadastradas pelo órgão municipal. Isso levará a quantificação do IAV do município e por habitante com maior precisão e acurácia, pois irá avaliar não apenas o que está legalmente delimitado e cadastrado, mas o que existe e é passível de ser institucionalizado.

5. Referências bibliográficas

ANDRADE, R. V. **O processo de produção dos parques e bosques públicos de Curitiba-PR**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

BARGOS, D.C; MATIAS, L.F. Áreas Verdes Urbanas: Um Estudo de Revisão e Proposta Conceitual. In:**Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana,** Piracicaba-SP: v.6, n.3, p.172-188, 2011.

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C. Espaços livres e qualidade de vida urbana. **Paisagem Ambiente Ensaios**, n.11, p. 279-288, 1998.

IBGE. **Censo Demográfico – 2010**. Resultados do Universo relativos às características da população e dos domicílios. Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro, 2010.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente:** uma perspectiva em recursos terrestres. 2 ed. São José dos Campos: Parêntese, p. 27-28. 2009.

JESUS, S. C.; BRAGA, R. Análise Espacial das Áreas Verdes Urbanas da Estância de Águas de São Pedro-SP. **Caminhos de Geografia** – Revista on-line, ISSN: 1678 – 6343. out. 2005. Disponível em: <www.ig.ufu.br/revista/volume16/artigo19_vol16.pdf>. Acesso em: 29 set. 2009.

OLIVEIRA, C. H.**Planejamento ambiental na Cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes:** diagnósticos e propostas. Dissertação (Mestrado). UFSCar. São Carlos, SP, 1996.

Caracterização geomorfológica da microbacia do Rio da Várzea no município de Frederico Westphalen - RS

Geomorphological characterization of River of the Varzea watershed in the municipality Frederico Westphalen – RS

Rafael Monari Fracasso[1]
Dionéia Felippe[1]
Rorai Pereira Martins Neto[1]
Juliana Pizutti Dallabrida[1]
Táscilla Magalhães Loiola[1]
Alana Spanhol[1]
Aline Debastiani[1]

[1] Mestrandos no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade do Estado de Santa Catarina - CAV/UDESC, Av. Luiz de Camões, 2090 – Conta Dinheiro, CEP 88520-000, Lages – SC.
rafadaki@hotmail.com/dioneia.felippe@hotmail.com/rorai.neto@gmail.com/juli_ajuri@hotmail.com/
tascillaloiola@gmail.com/alana_spanhol@hotmail.com/aline.debastiani@gmail.com

Resumo: A caracterização geomorfológica da superfície da terra auxilia no planejamento das atividades. Os dados de sensoriamento remoto aliados aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tornaram-se uma importante ferramenta para o mapeamento das mudanças geomorfológicas. Neste contexto, o objetivo foi analisar e gerar dados geomorfológicos de uma microbacia hidrográfica, localizada em Frederico Westphalen - RS. Para isso obteve-se uma imagem de satélite Landsat 8 do sensor Thematic Mapper, órbita / ponto 223/079, datado de 09 de fevereiro de 2010. Com os softwares SPRING e SCARTA realizou-se o processamento e o tratamento das imagens e a confecção de mapas de altimetria, declividade e de uso do solo, onde pode-se observar que para a região a altitude varia de 278m a 582m, a área apresenta 43,19% de 0 a 15 graus, 42,25% de 15 a 30 graus e de 14,55% entre 30 e 45 graus. A classe solo exposto representa 137,64 ha, a agricultura apresentou 320,12 ha, a classe palha 518,81 ha e 442,08 ha da área é composta por floresta. Assim, nota-se uma relação entre os diferentes usos da terra e características do ambiente físico ocupado, a maior parte da área estudada é ocupada pela agricultura, seguido por áreas com floresta.
Palavras-chave: Uso do solo; SRING; relevo; Landsat 8.

Abstract: The geomorphological characterization of the earth's surface helps in planning activities. The remote sensing data combined with the Geographic Information Systems (GIS) have become an important tool for the mapping of geomorphological changes. In this context, the objective was to analyze and generate geomorphological data of a watershed, located in Frederico Westphalen - RS. For this we obtained a satellite image Landsat Thematic Mapper sensor 8, orbit / point 223/079, dated February 09, 2010. With the SPRING and SCARTA softwares realized the processing and treatment of the images and the making altimetry maps, slope and land use, where it can be observed that for the altitude region ranges from 278m to 582m, the area boasts 43.19% 0-15 degrees, 42.25% 15-30 degrees and 14.55% between 30 and 45 degrees. The exposed soil class is 137.64 ha, agriculture presented 320.12 ha, the class straw 518.81 ha and 442.08 ha area consists of forest. Thus, there is a relationship between different land uses and characteristics of busy physical environment, most of the study area is occupied by agriculture, followed by areas with forest.
Keywords: Land use; SRING; relief; Landsat 8.

1. Introdução

Através das análises geomorfológicas é possível conhecer as formas do relevo considerando suas características como a morfologia, seus componentes e os processos nele envolvidos. A geomorfologia ajuda a perceber o modelado da terra através do estudo dos aspectos morfológicos da topografia e dos processos responsáveis pelo funcionamento das paisagens, com base em uma visão integrada dos diversos elementos da natureza e da sociedade, além de permitir reconhecer e compreender os tipos e formas do relevo,

hipsometria, declividade, processo atuantes, fragilidades e potencialidades dos sistemas ambientais (CHRISTOFOLETTI, 1999; BERGAMO e ALMEIDA, 1999).

A superfície terrestre apresenta diferentes formas constituindo o relevo, componente natural resultante das forças antagônicas oriundas dos processos endógenos e exógenos. Essas formas são dinâmicas esemanifestam diferentemente tanto no tempocomo no espaço.

O relevo terrestre não foi sempre o mesmo e continuará evoluindo. Portanto, a análise geomorfológica de uma determinada área implica obrigatoriamente o conhecimento da evolução que o relevo apresenta, o que é possível se obter através do estudo das formas e das sucessivas deposições de materiais, resultantes dos diferentes processos morfológicos a que foi submetido.

O relevo apresenta-se como um grande objeto de estudo, pois é considerado como palco das atividades humanas, evidenciando a importância da execução dos estudos a seu respeito. Desta forma, os estudos geomorfológicos tornam-se importantes para o planejamento das atividades humanas, planejamento ambiental como também para as organizações espaciais.

Segundo Crósta (1992), a partir do desenvolvimento de modernas tecnologias, tornou-se possível conhecer a Terra através da coleta de diferentes dados e da aquisição de imagens da sua superfície, por meio de sensores remotos. Os dados de Sensoriamento Remoto aliados aos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) constituem-se em uma importante ferramenta para o mapeamento das mudanças geomorfológicas.

Os dados gerados pelos diversos sensores remotos, sobretudo os orbitais, têm servido como base para o desenvolvimento e realização de projetos associados às atividades humanas, bem como auxiliando no diagnóstico sobre as implicações ambientais, econômicas, sociais, políticas e culturais desses projetos com relação à ocupação dos espaços geográficos, favorecendo na realização do planejamento sócio – econômico ambiental sustentável (GONÇALVES, 2005).

Desta forma, este trabalho objetivou analisar e gerar dados geomorfológicos de uma microbacia hidrográfica, localizada no município de Frederico Westphalen-RS.

2. Metodologia

2.1. Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na microbacia do Rio da Várzea, localizada no município de Frederico Westphalen – RS, região do Médio Alto Uruguai entre as coordenadas UTM 6978664,60 e 6973278,47 N; 267155,43 e 272960,40 E, no fuso 22 S, datum WGS - 84. A altitude média do município é de 566 m (FIGURA 1).

O clima da região do estudo é enquadrado no tipo Cfa, de acordo com a classificação climática de Köppen, denominado subtropical úmido com temperatura média anual de 19,2°Csendo as máximas de janeiro (mês mais quente) superiores a 22°C e em julho (mês mais frio) entre 3 e 18°. As geadas podem ser frequentes, especialmente nas maiores altitudes. As flutuaçõesanuaise estacionais podem causar déficits hídricos consideráveis em algumas áreas, especialmente no verão (IBGE, 1985).

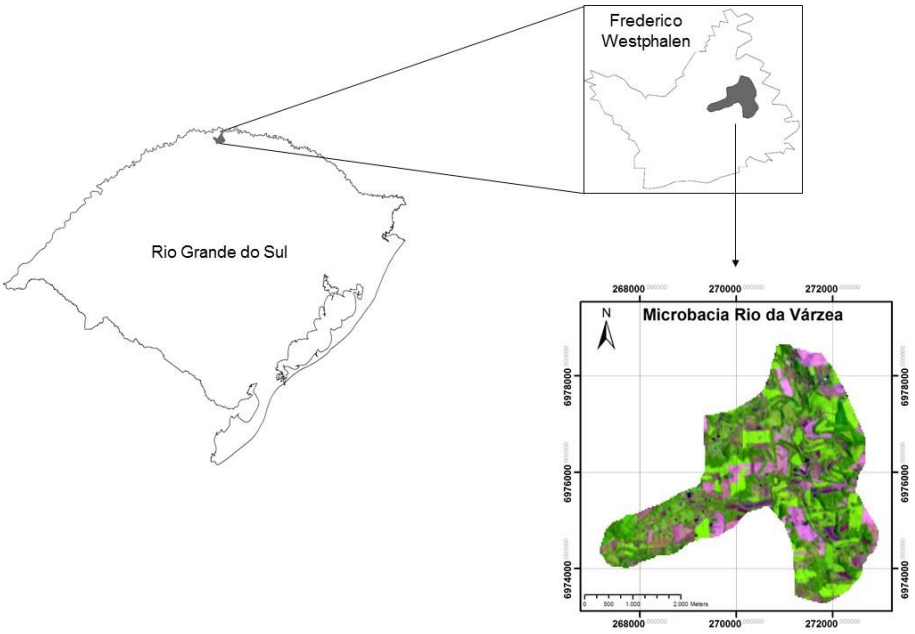


Figura 1. Localização da área de estudo. Fonte: Os autores (2015).
Figure 1. Location of the study area. Source: The authors (2015).

2.2. Base de Dados

Para a caracterização geomorfológica da microbacia, foi utilizada uma imagem do satélite *Landsat*8, sensor OLI/TIRS (*Operational LandImager/ThermalInfrared Sensor*), adquirida gratuitamente no catálogo de imagens do Serviço Geológico Norte – Americano (USGS). A imagem já encontrava-se georreferenciada. Os parâmetros referentes a imagem podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros da imagem de satélite Landsat 8 OLI/TIRS.
Table 1. Parameters of the satellite image Landsat 8 OLI/TIRS.

Órbita/ Ponto	Data de Passagem	Azimute solar (°)	Elevação do sol (°)	Datum	Resolução Espacial
223/79	07/02/2015	76,79839	55,65477	WGS-84	30 m

Fonte: Os autores (2015).

Foi necessário também o uso do Modelo Digital do Terreno (MDT), o qual foi obtido na plataforma GDEM/ERSDAC sendo proveniente do sensor ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emissionand Reflection Radiometeter*). O MDT possui também uma resolução espacial de 30 m.

2.3. Processamento da imagem

Esta etapa consistiu primeiramente na aplicação de uma máscara na imagem baseada em um arquivo vetorial, para obtenção da área exata da bacia. Depois, foi aplicado um contraste linear 2% para uma melhor visualização da imagem e interpretação dos alvos para a classificação do uso do solo.

A classificação realizada foi do tipo supervisionada com base no algoritmo da Máxima Verossimilhança em que amostras de treinamento foram selecionadas na imagem. Essas amostras foram escolhidas de maneira que tivessem máxima representatividade em cada

classe por meio de fotointerpretação e posteriormente, com a imagem classificada, foi calculada a área de cada classe e gerado um mapa de uso do solo.

Com o MDT foi gerado um mapa de altimetria da bacia do Rio da Várzea, curvas de nível com intervalo de 20 m e classes de declividade em porcentagem por meio do fatiamento do terreno. Foi obtida também a área correspondente a cada classe de declividade.

As classes de declividade juntamente com o uso do solo foram confrontadas com os parâmetros do INCRA para verificar se há coerência em relação a capacidade do uso do solo nas classes de declividade presentes na área, assim com o cruzamento desses dados serviram para a compreensão do uso do solo baseado na geomorfologia do terreno .

3. Resultados e Discussão

A altimetria da região em estudo pode ser observada na Figura2 onde as áreas mais escuras correspondem às maiores altitudes e as áreas mais claras às de menor altitude. Ainda, conforme análise das curvas de nível, a altitude da região variou de 278m a 582m, sendo que, as áreas mais baixas indicam a presença de um curso de água no local.

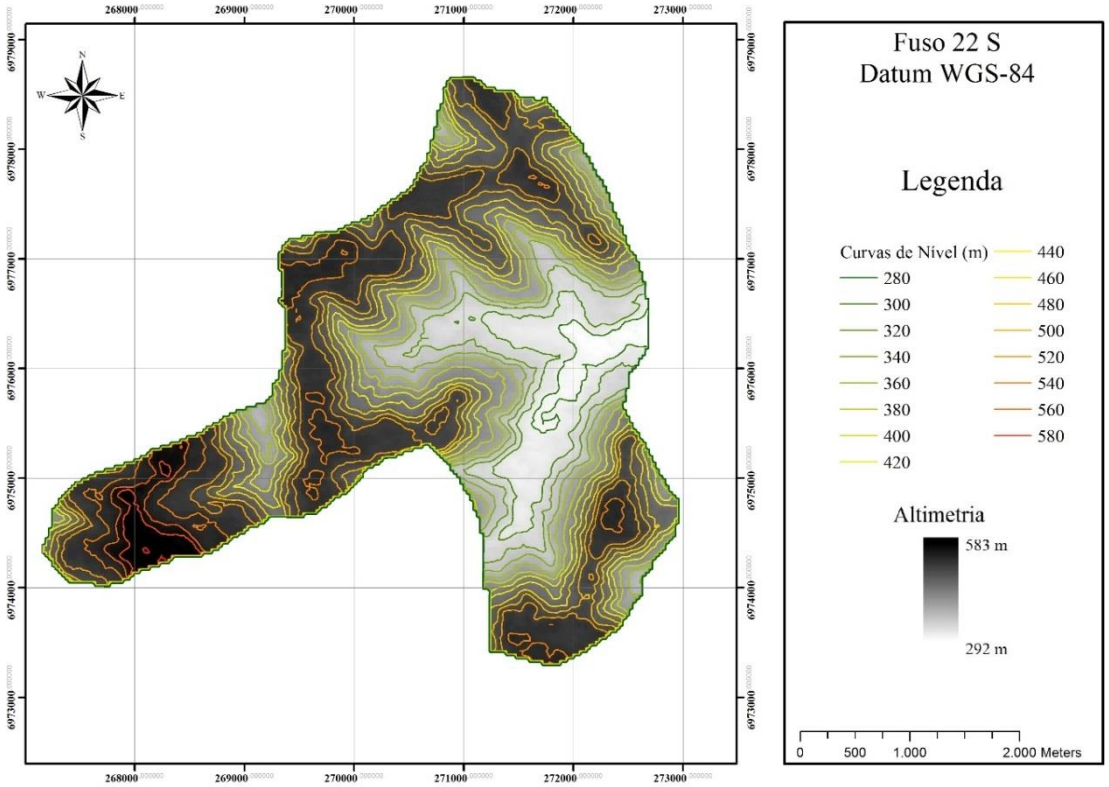


Figura 2. Cruzamento do mapa de altimetria com as curvas de nível. Fonte: Os autores (2015).
Figure 2. Altimetry map crossing with the contours. Source: The authors (2015).

Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1985), a região de Frederico Westphalen possui relevo de patamares estruturais com topografia, no geral, suavemente ondulada e altitudes de 300 a 600m. Em relação à altitude, a cota mínima apresentou valor inferior ao citado pelo IBGE. Já a cota máxima encontra-se dentro do limite de 600m.

Por meio do fatiamento do MDT notou-se que a área possui declividades variando de 0 a 82%, sendo as áreas mais planas em tons de verde e as áreas mais declivosas em tons de

laranja/marrom, conforme Figura 3. Já na Tabela 2 contém as áreas referentes a cada grau de declividade na microbacia do Rio da Várzea.

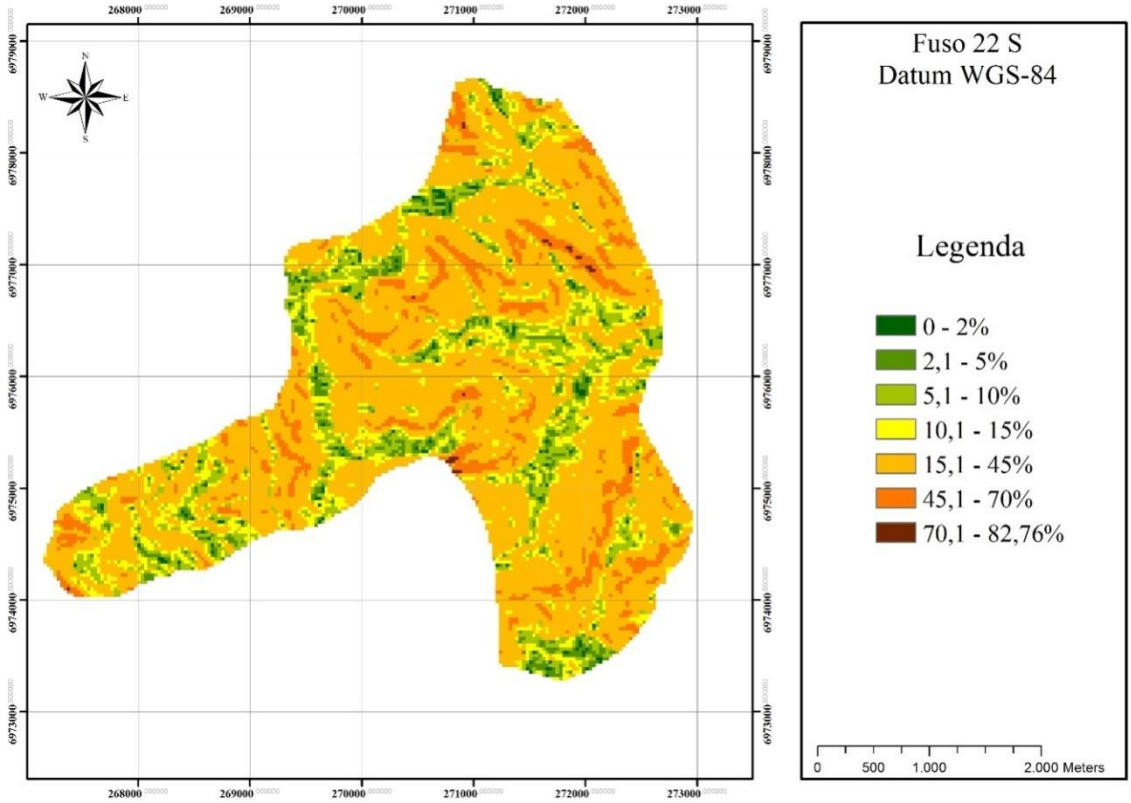


Figura 3. Mapa da declividade em graus da área. Fonte: Os autores (2015).
Figure 3. Map of the area in degrees slope. Source: The authors (2015).

Tabela 2. Classes de declividade e suas respectivas áreas.
Table 2. Slope classes and their respective áreas.

Classes de declividade (%)	**Área (ha)**
0 – 2	18,00
2,1 – 5	67,50
5,1 – 10	160,02
10,1 – 15	184,59
15,1 – 45	852,37
45,1 – 70	133,65
70,1 – 82,7	2,52

Fonte: Os autores (2015).

A área total da microbacia é de 1418,65 ha, sendo que a maior parte (60,08%) está contida nas classes de declividade entre 15,1 e 45%. De acordo com o INCRA, (2006), essas áreas podem ser classificadas como fortemente onduladas.

Fuchs (1986) cita sobre a importância do conhecimento da declividade de um terreno devido estar fortemente relacionada a fatores como conservação do solo, capacidade de uso, planejamento físico-conservacionista e manejo de bacias hidrográficas.

Nesse sentido, a maior parte dos solos da área possuem uma capacidade de uso do tipo VI, ou seja de 29% (INCRA, 2006) o que indica uma classe de terras impróprias para

culturas anuais, porém aptas a culturas permanentes como pastagens e reflorestamentos. Para seu uso, faz-se necessário levar em conta que são solos suscetíveis à erosão, e por isso devem ser observados os processos de proteção e conservação mais indicados para cada caso (PEREIRA e TÔSTO, 2012). Na Figura 4 é possível ver o mapa temático com a classificação do uso do solo.

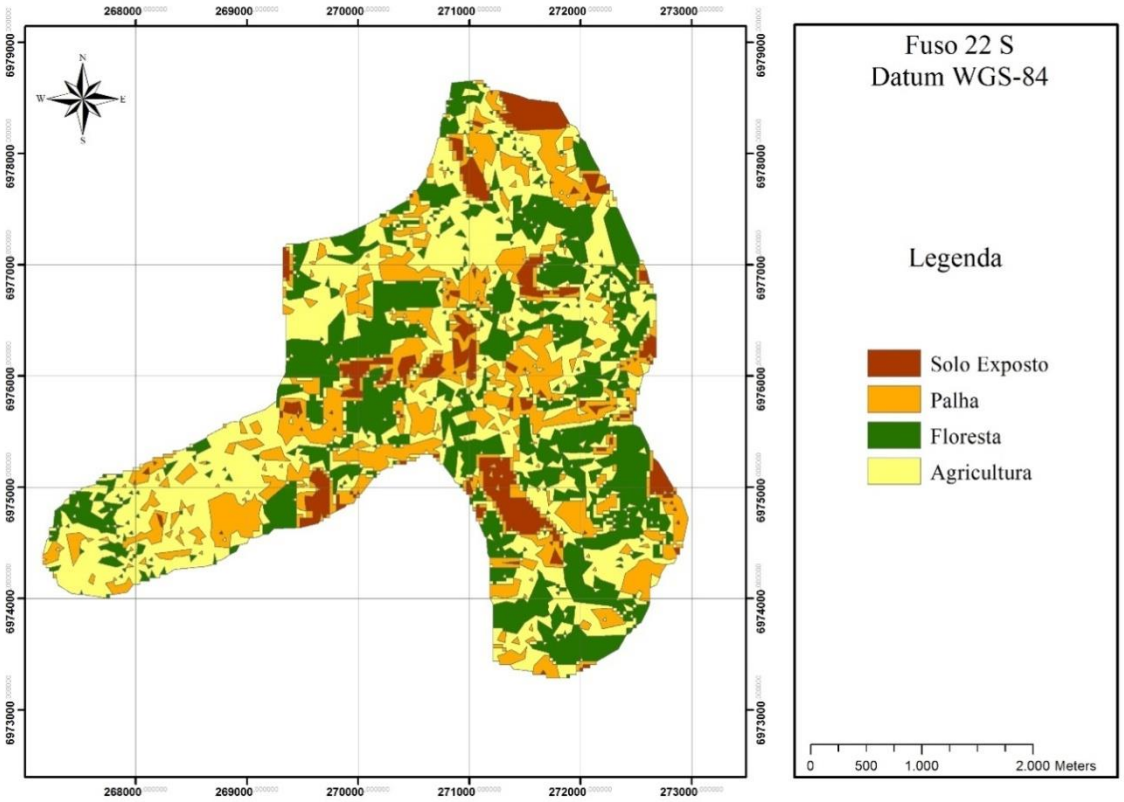


Figura 4. Mapa do uso do solo da microbacia do Rio da Várzea. Fonte: Os autores (2015).
Figure 4. Map of land use of Lowland River watershed. Source: The authors (2015).

A classe solo exposto ocupa uma área de 102,43 ha (7,22%); palha ocupa 323,87 h (22,83%); floresta 429,32 ha (30,26%) e a classe de agricultura ocupa 563,03 ha (39,69%). Com isso nota-se que a área está com uso do solo sobre utilizado devido a pratica agrícola em terrenos declivosos, com isso estas áreas devem ser readequadas para sua capacidade de uso a fim de evitar degradação ambiental.

4. Conclusões

Foi possível caracterizar geomorfologicamente a microbacia do Rio da Várzea, assim como o uso e a ocupação do solo baseado na imagem Landsat 8, o MDT do ASTER e técnicas de processamento digital de imagens e SIG. A declividade predominante na região do estudo variou de 15,1 a 45% caracterizando o relevo como fortemente ondulado. Além disso, o uso do solo na região é predominante agrícola, precedido de cobertura florestal.

O estudo demonstrou a utilização do solo em áreas de declive acentuado devido à presença de culturas agrícolas, sendo necessárias medidas de readequação dessas áreas para uma gestão sustentável dos recursos ambientais a fim de evitar degradação.

Referências Bibliográficas

BERGAMO, E. P.; ALMEIDA, J. A. P de. A Importância da Geomorfologia para o Planejamento Ambiental: Um Estudo do Município de Fartura/SP. In: VI SINAGEO - IV Simpósio Nacional de Geomorfologia e I.A.G. Regional Conference on Geomorphology, 2006, Goiânia. **Anais...**, 2006. v. 1.

CHRISTOFOLETTI, A. **A modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Editora Blucher, 1999.240p.

CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO. **L ei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: <http://sbcpd.org/portal/images/stories/Novo-Codigo-Floresta-Lei-12652012.PDF> Acesso em: 15 fev. 2015.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas, SPIG/UNICAMP.1992.

FUCHS, R. H. B. **Avaliação do uso da terra por classe de declividade na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim.** Santa Maria. (Monografia de Especialização). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria,1986.

GONÇALVES, M. I. Uso do sensoriamento remoto na produção do conhecimento escolar como proposta para utilização das tecnologias espaciais na sala de aula. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiânia. **Anais**...16-21abril, 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Coleção de Monografias Municipais**. Frederico Westphalen, RS. Nova série,16p, 1985.

INCRA – Instituto Nacional de Reforma agrária. Manual de obtenção de terras e perícia judicial. 140p. 2006.

PEREIRA, L. C.; TÔSTO, S. G. Capacidade do uso das terras como base para a avaliação do desenvolvimento rural sustentável. In: II Seminário Internacional Novas Territorialidades e Desenvolvimento Sustentável, 2012, Recife, PE. **Anais**.... Recife, PE: UFPE, 2012.

Desenvolvimento do aplicativo CR Campeiro "C7-Ilex": Coleta de informações cadastrais com dispositivo móvel

Application development CR Campeiro "C7 Ilex": Collection of registration information with mobile device

Fábio Soares Pires[1]
Jhonitan Matiello[2]
Enio Giotto[3]

[1] Msd. em Agricultura de Precisão-UFSM, Avenida Roraima nº 1000 - Bairro Camobi, Santa Maria, RS, Brasil, ef.fspires@gmail.com, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

[2] Graduandodo Curso de Engenharia Florestal-UFSM, Avenida Roraima nº 1000 - Bairro Camobi, jhonitan.matiello@yahoo.com.br, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

[3] Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Rural-UFSM, Avenida Roraima nº 1000 - Bairro Camobi, eniogiotto@gmail.com, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Resumo: Este artigo tem por finalidade apresentar parte do desenvolvimento e funcionamento do aplicativo "C7-Ilex", que será utilizado para realizar o cadastramento das propriedades, árvores superiores de erva mate, viveiros, indústrias ervateiras e de fábricas de insumos e equipamentos para o setor. Este sistema será empregado em dispositivos móveis para flexibilizar o trabalho dos profissionais envolvidos. A iniciativa do projeto partiu do Instituto Brasileiro da Erva Mate (IBRAMATE) por meio da demanda existente. Sendo assim, a criação de um convênio com a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), resultou na realização da ferramenta em questão. O aplicativo desenvolvido possui funcionalidades básicas que podem ser acessadas através de botões e também usa tecnologia de geoprocessamento, pois é capaz de coletar pontos geográficos por meio da utilização do GPS. Assim, espera-se que a gestão da cadeia produtiva de erva mate evolua por meio de estratégias políticas e de gestão.
Palavras-chave: Tecnologia móvel,Android, CR Campeiro,Erva mate, C7-Ilex.

Abstract: This article aims to present part of the development and operation of the application "C7 Ilex" which will be used to conduct the registration of properties, superior trees of yerba mate, nurseries, yerba industries and inputs of plant and equipment for the sector. This system will be used in mobile devices to ease the work of the professionals involved. The initiative for the project came from the Brazilian Institute of Yerba Mate (IBRAMATE) through the existing demand. Thus, the creation of an agreement with the Federal University of Santa Maria (UFSM), resulted in the completion of the tool in question. The application developed has basic features that can be accessed through buttons and also uses GIS technology, it is able to collect geographical points through the use of GPS. Thus, it is expected that the management of the production chain mate evolve through policies and management strategies.
Keywords: Mobile technology, Android, CR Campeiro,Yerba mate, C7-Ilex.

1. Introdução

A espécie *Ilex paraguariensis A. St. Hil.*, conhecida popularmente como erva-mate, pertencente à família Aquifoliaceae comocorrência no Sul do Brasil, com distribuição nos Estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul (Sobral et al. 2006).

O hábito de beber o chimarrão (bebida de erva mate) remonta mais de 500 anos da história do povo gaúcho, onde os índios tupis-guaranis da região das missões utilizavam a infusão como alimento, bebida estimulante ou como bebida energética (wikibooks).

Esta planta foi instituída árvore símbolo do estado do Rio Grande do Sul pela Lei nº 7.439, de 08/12/1980, por ser a principal cultura florestal nativa do sul do Brasil considerando aspectos econômicos, sociais e ambientais. Sua atividade econômica é

atualmente uma alternativa de renda para aproximadamente33 mil propriedades rurais, distribuídas em 486 municípios do RS, SC, PR e MT. A cadeia produtiva da erva-mate gera cerca de 700 mil empregos, envolvendo mais de 400 empresas beneficiadoras, as quais receberam em 2014 cerca de 443.635 mil toneladas de matéria prima (IBRAMATE, 2014).

As exportações brasileiras de erva mate em outubro de 2013 totalizaram US$ 77,3 milhões, enquanto que a erva-mate simplesmente cancheada gerou US$ 163 mil, em vendas para mais de 30 países (Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná - SEAB). A projeção esperada para os próximos anos é que haja um aumento nas exportações, pois o mundo está buscando produtos naturais como a Erva Mate.

Considerando esses fatores e reconhecendo a importância do setor para aeconomia estadual, o Governo do Estado restabeleceu no final de 2011, o funcionamento daCâmara Setorial da Erva Mate para apoiar a cadeia produtiva, examinar os seusestrangulamentos e potencialidades, discutir alternativas e encaminhar soluções, tanto deordem conjuntural como estrutural. Ainda, o Poder Executivo convencido da urgência naadoção de políticas públicas consistentes e duradouras para a Cadeia Produtiva criou oFundo de Desenvolvimento e da Inovação da Cadeia Produtiva da Erva Mate (FUNDOMATE),instituído pela Lei Estadual nº 14.185, de 19/12/2012.Em consonância com o atual Governo Estadual, novas diretrizes da políticasetorial à Cadeia Produtiva da Erva Mate, o Setor Ervateiro, composto pelos produtores deerva mate e as indústrias, formalizaram a criação do Instituto Brasileiro da ErvaMate (IBRAMATE), no dia 04 de janeiro de 2013.

Diante da importância social e econômica do setor ervateiro para o estado do Rio Grande do Sul, o IBRAMATE, dentro de suas competências, firmou convênio com a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)objetivando cooperação mútua, pelo qual se propõe a propiciar condições para o estabelecimento de ações conjuntas de cunho técnico, científico e cultural, voltadas para as tecnologias de Silvicultura de Precisão aplicadas ao Inventário, Manejo e Produção de Erva Mate, e também para o desenvolvimento e transferência de tecnologia de gestão e geoprocessamento para a cadeia produtiva da erva mate.

Assim sendo, o projeto “Sistema de Gestão Rural CR Campeiro 7”, peça fundamental deste trabalho, configura-se como um projeto de extensão rural da UFSM, que tem por objetivo auxiliar o usuário a realizar a gestão agropecuária da propriedade e a informatização de técnicos que atuam no meio rural. Dentre várias funções operacionais do CR Campeiro 7, têm se destacado os aplicativos complementares desenvolvidos para o Sistema Operacional Google Android.

Neste sentido, este trabalho visa apresentar o desenvolvimento do aplicativodenominado “C7-Ilex” que terá a função de cadastrar propriedades, árvores superiores, viveiros, produtores, indústrias ervateiras e fábricas de insumos e equipamentos, no intuito de subsidiar dados para auxiliar na tomada de ações estratégicas e políticas para o desenvolvimento da cadeia produtiva da erva mate.

2. Metodologia de Trabalho

Para Pressman (1992), o nível de criação de um *software* cresce através de uma análise progressiva, pelo projeto de codificação, testes e manutenção conforme a Figura 1.

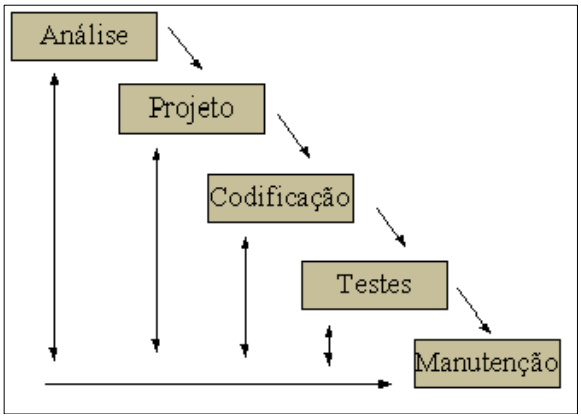


Figura 1. Representação do ciclo de vida clássico de um software.
Figure 1. Classic representation of a software life cycle.
Fonte: Pressman (1992), adaptado.

Pressman (1992) ainda complementa que a codificação exige que o projeto ou modelo seja traduzido para a linguagem da máquina. Porém após instalado algumas alterações ou manutenções podem ser feitas caso este apresente algum problema. Logo, a manutenção é a fase onde se efetuam atualizações do sistema a partir de erros que eventualmente venham a ocorrer.

Considerando o já exposto, para o desenvolvimento do aplicativo (*app*) optou-se pela utilização do Ambiente de Desenvolvimento Integrado (*Integrated Development Evironment-IDE*) Eclipse que permite trabalhar com a linguagem de programação Java. Para esta IDE é necessário a instalação do *plug-in* Android Developer Tools(ADT) e também a do *Software Development Kit* (SDK) do Android. O ADT proporciona a implementação da linguagem *eXtensible Markup Language*(XML), que tem a finalidade de gerar a interface do app, ou seja, da aparência das telas.

De acordo com o apresentado por Google (2011), o Androidconsiste na união de várias ferramentas que configuram um Sistema Operacional para dispositivos móveis. Como atualmente está bem difundido no mercado, foi criado um SDK para fornecer ferramentas e Interface de Programação de Aplicações (*Application Programming Interface*- APIs) necessárias para o desenvolvimento de aplicativos que executem em dispositivos que funcionam comAndroid.

Além destas informações, vale destacar a importância da utilização do banco de dados SQLite que é uma biblioteca em linguagem de programação "C" que implementa um banco de dados que possui Linguagem de Consulta Estruturada (*Structured Query Language* – SQL), o que proporciona maior simplicidade ao realizar a leitura, escrita ou exclusão de dados.

Como dispositivo móvel foram utilizados para a realização dos testes um *SmartPhone* e um *Tablet*, ambos da marca Samsung, que contém 4.5" e 8", versão do Android 4.4.2 denominado "KitKat".

Portanto, estão definidas as ferramentas que foram utilizadas no decorrer do processo de concepção do app.

3. Resultados e discussão

O aplicativo desenvolvido disponibiliza funcionalidades básicas (figura 2) quepermitem cadastrar propriedades, árvoressuperiores, viveiros, indústrias e fábricas.

Todos os cadastros são espacializados por meio da coleta de pontos geográficos com a utilização do GPS do próprio dispositivo.

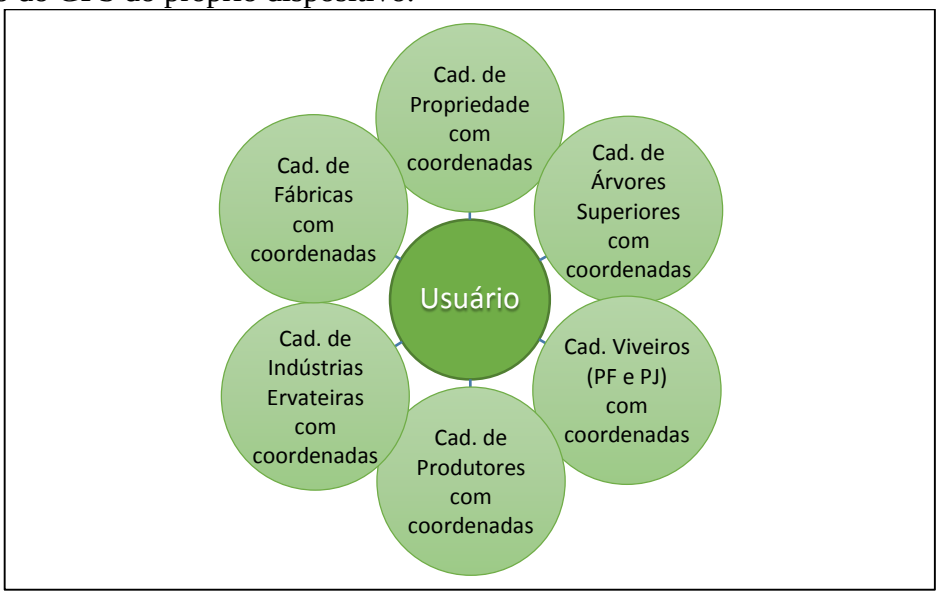


Figura 2. Diagrama de uso específico do aplicativo C7-Ilex.
Figure 2. Diagram of the specific use of C7-Ilex application.
Fonte: Arquivo do Autor.

Devido a elevada quantidade de funcionalidades do app, serão expostas apenas as telas iniciais, o cadastramento de árvore superior e espacialização com Google Maps.

Assim sendo, na tela principalestão disponíveis os botões referentes aos acessos principais (figura 3).

Figura 3. Tela principal do app.
Figure 3. Main screen of the app.
Fonte: Arquivo do Autor.

Após pressionar o botão “Cadastros” o usuário poderá acessar uma página com as possibilidades de realizar os cadastros já mencionados (figura 4).

Figura 4. Tela geral de cadastros.
Figure 4. General Screen entries.
Fonte: Arquivo do Autor.

O botão "Árvores Superiores" permite inicialmente cadastrar os dados da propriedade (figura 5) onde estão localizadas as árvores superiores.

Figura 5. Cadastro de propriedade.
Figure 5. Property Register.
Fonte: Arquivo do Autor.

Após, vem o cadastro das árvores superiores (figura 6).

Figura 6. Cadastro de árvore superior.
Figure 6. Top Tree Registry.
Fonte: Arquivo do Autor.

Os dados solicitados neste cadastro são: código da árvore,idade estimada da árvore (anos), características da folha, identificação da espécie, dados de floração e produção de frutos, características biométricas, características do tronco e da espécie, observações complementares, imagens da planta, dados de produção e colheita, sanidade, análise sensorial e propagação vegetativa. Por último têm-se a coleta das coordenadas geográficas e referência para localização.

No sistema de espacialização é possível visualizar os cadastros realizados (figura 7).

Figura 7. Tela de cadastro de árvores matrizes (parcial).
Figure 7. Arrays trees registration screen (partial).
Fonte: Arquivo do Autor.

Cada opção selecionada, apresenta no mapa o local do respectivo cadastro e ainda possibilitapor meio de toque a visualização dos dados cadastrados.

4. Conclusões

Espera-se que o app “C7-Ilex”, auxilie os técnicos contratados pelo IBRAMATE a realizar a coletade informações relevantes sobre as condições de produção noRio Grande do Sul, assim como na melhoria dos processos de gestão, ou seja, ajudar o IBRAMATE a atingir seus objetivos de "...promover e ordenar institucionalmenteo setor em âmbito regional, nacional e internacional, nas questões relacionadas à erva-matee derivados, em todos os âmbitos (agrícola, produtivo, elaboração, técnico, comercial,promoção, consumo, estrutural, organizacional, cultural, ambiental, jurídico, legal einstitucional)".

Referências bibliográficas

BRANDELERO, C.; GIOTTO, E.; WATZLAVICK, L. F.; PEREIRA, R. S.; ANDREIS, S. Tecnologia móvel utilizada no inventário florestal. **Floresta**, Curitiba, v. 38, p, 727 – 734, 2008.

GOOGLE. Google Code. **Projetos do Google para o Android**. Disponível em:<http://code.google.com/intl/pt-BR/android/>. Acesso em: 21/09/2012.

LEE, V.; SCHNEIDER, H.; SCHELL, R. **Aplicações móveis: arquitetura, projeto e desenvolvimento**. São Paulo: Pearson, 2005.

Mate/História. Disponível em: <http://pt.wikibooks.org/wiki/Mate/Hist%C3%B3ria>.

PRESSMAN, R. S. **Software Engineering: A Practitioner's Approach**.McGraw-Hill, 3ª ed., 1992.

SANTOS, R. R. **Programando em Java 2 – Teoria & Aplicações**.Rio de Janeiro: Axcel Books, 2004.

SCHAEFER, C. **Protótipo de aplicativo para transmissão de dados a partir de dispositivos móveis aplicado a uma empresa de transportes**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2004.

SERSON, R. R. **Certificação Java 5. 2007.** Editora Brasport.

SOBRAL, M. et al. 2006. **Flora Arbórea e Arborescente do Rio Grade do Sul, Brasil**. São Carlos: Rima, Ed. Novo Ambiente.

Mapeamento dos remanescentes florestais na área urbana do município de Pelotas, RS

Mapping of forest remaining in the urban area of Pelotas, RS

Stefan Domingues Nachtigall[1];
Alison André Domingues Teixeira[2];
Alan Felipe Progênio do Amaral Sousa[3];
Alexandre Felipe Bruch[4];
Angélica Cirolini[5]

[1]Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Praça Domingos Rodrigues, n. 2, stefan.tefo@gmail.com

[2]Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Praça Domingos Rodrigues, n. 2, alison_andre_domingues@hotmail.com;

[3]Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Praça Domingos Rodrigues, n. 2, alansous@hotmail.com;

[4]Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Praça Domingos Rodrigues, n. 2, alexandrefelipebruch@ibest.com.br;

[5]Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Praça Domingos Rodrigues, n.2, acirolini@gmail.com

Resumo: Este trabalho tem como objetivo mapear qualitativamente e quantitativamente os remanescentes florestais urbanos no município de Pelotas/RS, a partir de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. A preocupação nacional com os desmatamentos faz com que novas pesquisas surjam em vários níveis de abordagem técnica e escalas de estudo. Com base nesta preocupação foram quantificados os fragmentos florestais e verificado que estes se encontram, principalmente, as margens dos arroios de canais. Para contemplar os objetivos foi utilizada uma imagem do satélite Landsat 5 sensor TM do ano de 2008, a qual foi registrada, convertida de ND em reflectância de superfície e por fim em NDVI, sendo esta técnica avaliada como ferramenta de delimitação de florestas urbanas. Ficou evidente que o NDVI gera dados confiáveis para a aplicação de classificadores automáticos de imagens orbitais e o limiar de confiabilidade dos dados é de 99%. Por fim, constatou-se que os fragmentos estão localizados na periferia da área urbana, os quais vêm sofrendo pressões da expansão dos loteamentos residenciais. Sendo assim, estes locais devem ser monitorados continuamente buscando a manutenção das áreas de preservação permanente e de espécies ameaçadas de extinção.
Palavras-chave: florestas urbanas, correção radiométrica, índice de vegetação, modelagem numérica.

Abstract. This work aims to map qualitatively and quantitatively urban forest remnants in Pelotas/RS, from remote sensing and geoprocessing. The national concern with deforestation causes further research arise at various levels of technical approach and study scales. Based on this concern were quantified forest fragments and found that these are mainly the banks of the channel streams. To address the goals we used a satellite Landsat 5 TM sensor of 2008, which was recorded, converted from DN in surface reflectance and finally in NDVI, which is evaluated as technical delineation tool of urban forests. It was evident that the NDVI generates reliable data for the application of automatic classifiers of satellite images and data reliability threshold is 99%. Finally, it was found that the fragments are located on the outskirts of urban areas, which have been under pressure from the expansion of residential subdivisions. Therefore, these sites should be monitored continuously seeking the maintenance of permanent preservation areas and endangered species.
Key words: urban forests, radiometric correction, vegetation index, numerical modeling.

1. Introdução

Os remanescentes florestais urbanos são resquícios de vegetação natural, envoltos por uma matriz urbana, como por exemplo, praças, parques, reservas ou até mesmo manchas florestais em propriedades particulares. Nas áreas urbanas estes remanescentes são

considerados bens preciosos para a melhoria da qualidade de vida da população, uma vez que estão relacionados ao bem-estar e lazer.

O rápido crescimento urbano verificado no Brasil fez com que a ocupação das cidades ocorresse de forma desordenada. Essa urbanização vem alterando significativamente o meio ambiente, o que tem levado às condições extremas a pressão da população sobre os recursos naturais, gerando profundas mudanças no equilíbrio ambiental (MOURA-FUJIMOTO, 2000).

A partir da observação das diversas transformações no ambiente, Castro (1999) destaca que o conforto humano vem sendo ameaçado pelas alterações climáticas decorrentes das mudanças das características térmicas da superfície, das taxas de evaporação e novos padrões de circulação do ar, impermeabilização do solo, redução na quantidade de cobertura vegetal e atividades do homem. Nesta perspectiva, Paula (2004) salienta que a vegetação é um fator natural que deve ser explorado para controlar os efeitos nocivos da radiação e aumentar o conforto humano dentro dos centros urbanos.

Geralmente, os remanescentes florestais urbanos são áreas pequenas e muitas vezes isoladas, além de não contarem com manejo adequado, acelerando a perda de diversidade e sua fragilidade. Desta forma, faz-se necessário o desenvolvimento de ações adequadas de manejo, tomando por base distribuição espacial dessa vegetação e suas condições de conservação, para que a sustentabilidade seja mantida ao longo do tempo.

De acordo com Badiru *et al*. (2005), a inexistência de um manejo planejado ecologicamente e integrado ao ambiente urbano faz com que os fragmentos florestais urbanos se apresentem, em muitas situações, mal estruturados e desordenados.

Diante deste cenário, objetivou-se cartografar os remanescentes florestais urbanos de maneira quali-quantitativa, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, além de buscar estabelecer uma hierarquia espacial que viabilize seu monitoramento e manejo por parte da comunidade municipal.

2. Metodologia de trabalho

O município de Pelotas localiza-se no extremo sul do estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas de 31º19’11” a 31º48’05” de latitude sul e 52º00’33” a 52º36’45” de longitude oeste e sua área urbana está compreendida na planície costeira do Estado (Figura 01).

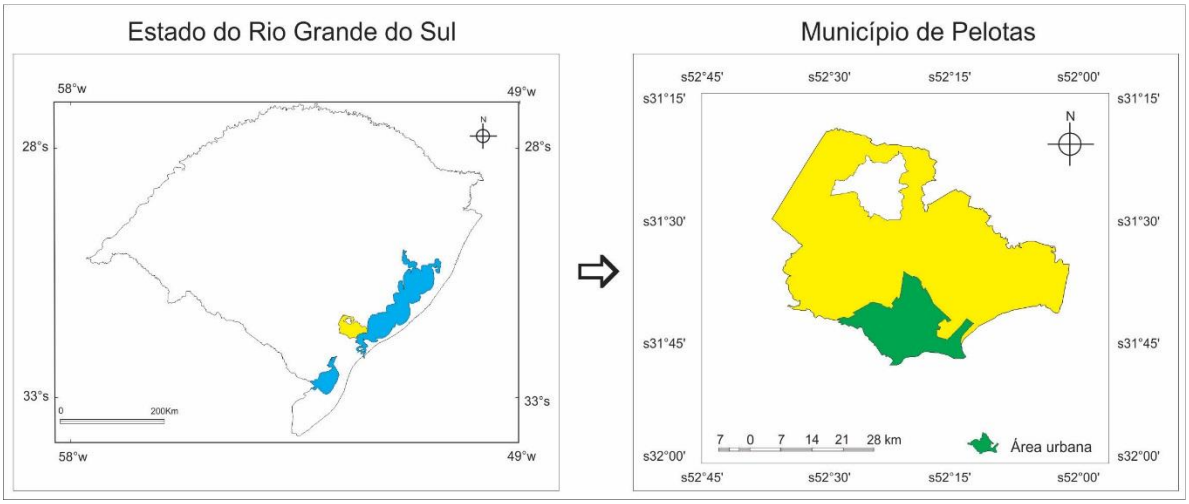


Figura 1: Mapa de localização do município de Pelotas.

Para a elaboração deste mapeamento foram utilizadas imagens multiespectrais do satélite Landsat 5, sensor TM – *Tematic Mapper*, com órbita/ponto (221/082) e resolução espacial de 30 metros, imageada em 20/09/2008. Estas imagens foram selecionadas por apresentarem o menor grau de cobertura de nuvens, facilitando a classificação.

Após a aquisição, as imagens foram registradas através de coordenadas levantadas em campo com o auxílio de Processamento Relativo GNSS. Foram levantadas coordenadas de 5 Pontos de controle e estes corrigidos através de referenciais geodésicos. Este sistema permite uma acurácia no registro das imagens, que resultou um erro quadrático médio de 0,2 de pixel..

Conseguinte, foram convertidos os valores dos Números Digitais (ND) contidos nas imagens Landsat 5-TM em reflectância. A conversão foi implementada através da ferramenta LEGAL – Linguagem Espacial de Geoprocessamento Algébrico existente no programa SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas. Para a obtenção da imagem em reflectância foi utilizado o modelo de conversão proposto por Markhan e Barker (1987) adaptado por Brito Neto *et al.* (2008) conforme Equação1,

$$\rho_\lambda = \frac{\pi.\left[\left(\frac{Lmáx - Lmín}{DNmáx}\right)x(DN) + Lmín\right]}{E_\lambda .\cos(Z).d_r} \qquad \text{(Eq.01)}$$

onde:
ρ_λ= Reflectância Monocromática
Lmín e *Lmáx* = São constantes de calibração de um determinado sensor
DNmáx = Número Digital máximo
DN = Número Digital
E_λ = Irradiância solar média no topo da atmosfera (mW/cm^2.Ω.µm)
Z = Ângulo solar zenital (graus) no momento da aquisição
d_r = Inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol em unidades astronômicas

Os dados para a conversão de NDs em reflectância foram extraídos de Chander *et al.* (2007) e do cabeçalho da imagem e aplicados na rotina de cálculo proposta por Brito Neto *et al.* (2008) e implementados em LEGAL conforme Figura 2.

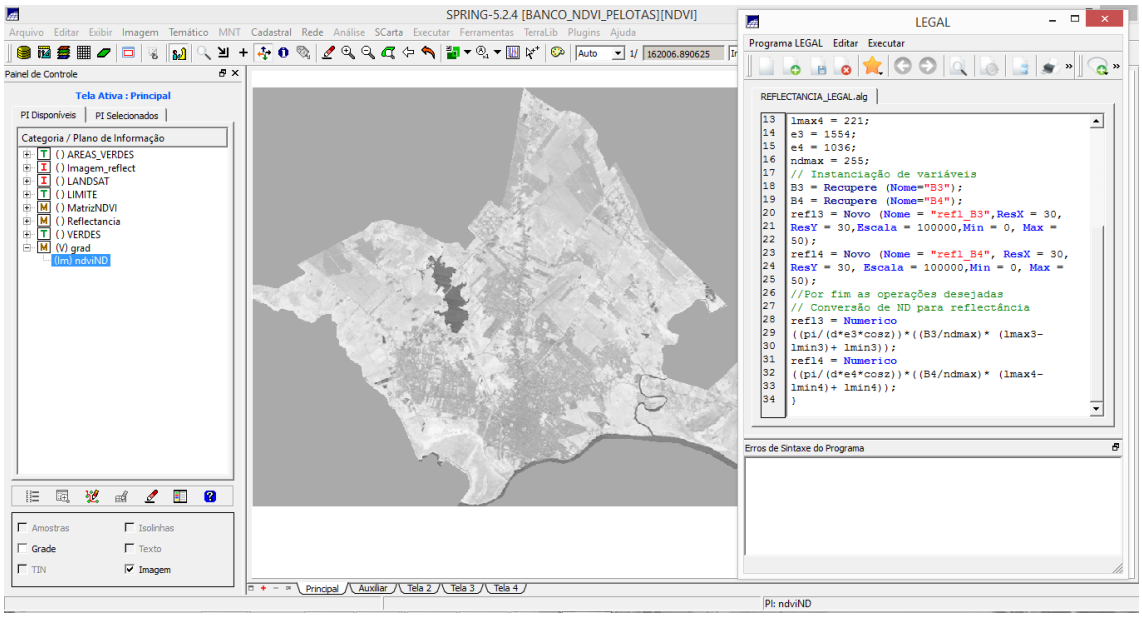


Figura 2: Aplicação do modelo de conversão dos NDs em reflectância.

Para a identificação dos fragmentos florestais, no programa SPRING foi aplicado o *Normalized Difference Vegetation Index (*NDVI*)* (Equação 2) proposto por Rouse *et al*. (1973), ou Índice da Diferença Normalizada da Vegetação, que é alcançado através da razão de bandas de duas faixas do espectro eletromagnético. É feita a divisão da soma das faixas do NIR e VIS (Equação 03). Onde o NDVI é obtido da:

$$NDVI = (NIR\text{-}VIS)/(NIR+VIS) \qquad \text{(Eq.02)}$$

Para cada sensor, as bandas utilizadas podem ser diferentes. Como este trabalho se apoia em imagens do satélite Landsat 5 o NDVI é exemplificada pela Equação 3:

$$NDVI = (Pnir\text{-}Pred)/(Pnir+Pred) \qquad \text{(Eq.03)}$$

Onde:

Pnir = reflectância da banda no infravermelho próximo (intervalo entre 0,760–0,900 µm);

Pred = reflectância da banda do vermelho (intervalo entre 0,630-0,690 µm);

O resultado é um valor de NDVI que varia de -1 a +1. Os valores negativos referem-se às nuvens; próximo de zero está o solo nu ou exposto sem vegetação; o valor de NDVI mais elevado refere-se à densidade de vegetação ou ao estágio de desenvolvimento até o pleno vigor da planta (LIU, 2007). Os valores variam de 0,1 a 0,8 conforme a arquitetura, densidade e umidade da vegetação. Em áreas com déficit hídrico ou com vegetação em senescência, estes valores tendem a diminuir aproximando-se de zero.

Após a aplicação do NDVI a imagem sintética resultante foi segmentada e classificada com base em lógica Bayseana, através do classificador pixel a pixel Máxima Verossimilhança – MAXVER, a qual possibilitou a seleção de três classes da região de interesse.

Posteriormente ao mapeamento através do classificador Maxver, os resultados foram comparados com o modelo numérico apresentado em hipsometria, para verificação de qualidade e acurácia dos resultados.

3. Resultados e discussão

Conforme resultado do processamento das bandas 3 e 4 do satélite Landsat 5 pode-se afirmar que este sensor não apresenta um produto apropriado para o mapeamento de fragmentos florestais em áreas urbanas, principalmente se estes apresentarem dimensões reduzidas. Isso porque, o sensor apresenta uma resolução espacial de 30x30 metros, o que dificulta ou inviabiliza o mapeamento de fragmentos de dimensões inferiores à resolução do sensor.

Os fragmentos mapeados apresentam dimensões mínimas de 90x90 metros (Figura 3), visto que a mistura espectral dos pixels vizinhos interfere na probabilidade estatística de um pixel pertencer a determinado conjunto. Com isso, vários fragmentos florestais, principalmente os situados na área central da cidade não foram classificados.

Com base na similaridade de intervalos definidos a partir no NDVI, selecionou-se três classes, as quais cumprem com os objetivos da pesquisa. As classes são: Campos e Pastagens, Florestas e Área Urbana e Corpos Hídricos (Figura 4).

As Florestas ocupam uma área de 6.978 hectares, sendo que 210 hectares são Praças e Parques. Os remanescentes predominam as margens dos arroios como o Pelotas e do Canal de São Gonçalo. As espécies arbóreas nativas principais são *Phyllanthus sellowianus* Müll.Arg., *Terminalia australis* Cambess, *Calliandra tweediei, Erythrina crista-galli* L., *Sebastiania commersoniana, S. schottiana* Müll. Arg., *Salix humboldtiana* Willd. e *Pouteria salicifolia, Syagrus romanzoffiana*, *Erythrina crista-galli*, *Luehea divaricata*, *Ficus organensis* Miq., *Calliandra tweediei* e *Quillaja brasiliensis* e *Schinus terebinthifolius Raddi.*

Figura 3: Fragmento florestal na área urbana do município de Pelotas/RS.

Em algumas áreas, principalmente próximo ao arroio Pelotas existe uma significativa quantidade de espécies comestíveis como: *Butia odorata, Eugenia uniflora, Psidium cattleianum, Araucaria angustifólia, Acca sellowiana, Campomanesia xanthocarpa, Eugenia involucrata, Opuntia monacantha* Haw., *Eugenia myrcianthes* Nied., entre outras (VENZKE, 2012). Cabe salientar que parte destas florestas, cerca de 30 por cento, são plantas com gêneros exóticos como o *Pinus* e o *Eucalyptus*.

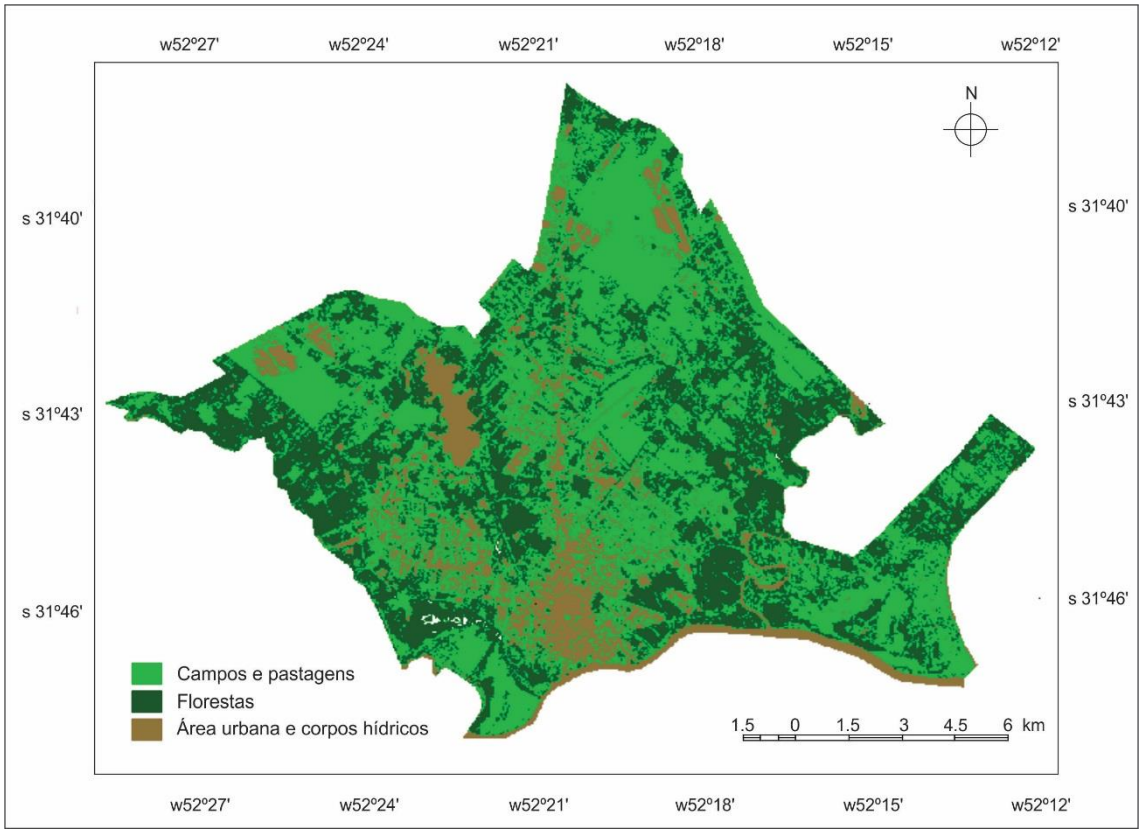


Figura 4: Mapa dos remanescentes florestais.

A área de campos e pastagens ocupam aproximadamente 10.247 hectares, predominando campos limpos utilizados para a criação de bovinos e em pousio. Grande parte destas áreas está se transformando em loteamentos habitacionais, visto a facilidade de implementação destes empreendimentos nestes terrenos. Cabe salientar que a construção de loteamentos também vem pressionando a retração de alguns fragmentos florestais, principalmente os exemplificados com gêneros exóticos.

Por fim, a parte urbanizada e os corpos d'água totalizam 2.682 hectares da área urbana do município de Pelotas, sendo distribuídos principalmente pelos bairros Centro, Fragata e Três Vendas, concentrando mais de 70% da população.

Para comparação e verificação da acurácia dos dados, o NDVI foi exportado como grade e gerado um modelo numérico (Figura 5) para identificação visual dos fragmentos e comparação com os dados gerados pelo classificador Maxver. Com essa comparação foi possível avaliar que o classificador funcionou e mapeou com probabilidade de acurácia de 98,7%, concordando com o limiar estatístico proposto para este trabalho, o qual foi de 99%.

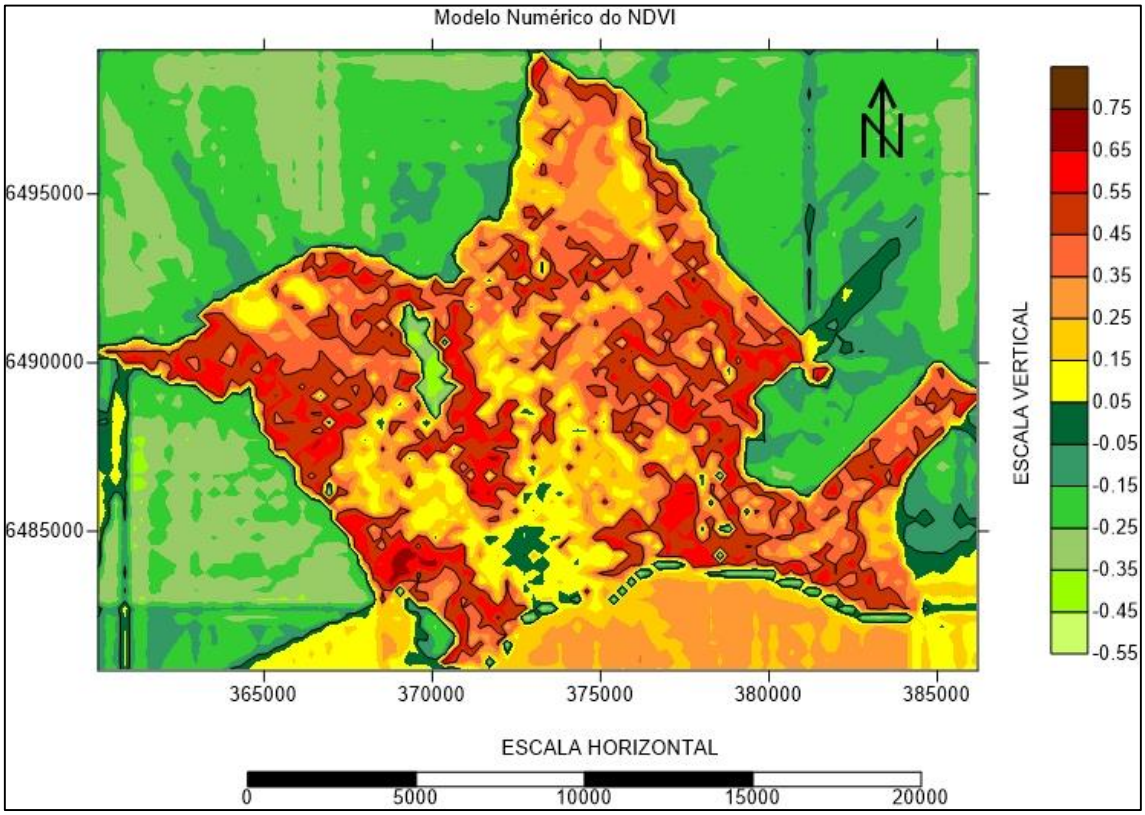


Figura 5: Modelo Numérico do NDVI da área urbana de Pelotas/RS

Conforme pode se observar no Modelo Numérico do NDVI, os valores entre -0,55 e -0,35 referem-se aos corpos d'água da área de estudo. Já os valores entre -0,35 e 0,15 são exemplificados pelas Obras de Arte, como infraestrutura urbana, residências e indústrias. O NDVI entre 0,15 e 0,35 está relacionado com a vegetação rasteira, principalmente de gramíneas e arbustivas de pequeno porte. Por fim valores de NDVI acima de 0,35, estão relacionados a vegetação arbórea. Segundo Liu (2007), quanto maior o vigor fisiológico da árvore, maior o NDVI. Como as espécies exóticas se adaptam melhor a condições adversas, os locais onde elas predominam os índices estão próximos a 0,75.

Com base nas técnicas utilizadas podemos observar nos mapas resultantes que a área urbana apresenta vários fragmentos arbóreos, mas espalhados pela periferia, em locais pouco urbanizados e que ainda estão sofrendo uma pequena pressão por parte do parcelamento imobiliário.

4. Conclusões

Pode-se constatar que o NDVI auxilia na interpretação de imagens para extração de índices de vegetação e mapeamento de fragmentos florestais. Este índice auxilia na classificação de fragmentos de dimensões reduzidas a individualização destes em relação às áreas saturadas de obras de arte e corpos d'água. Observou-se também que a confiabilidade estatística dos dados é de próximo a 99%, o que gera dados acurados e válidos. Deve-se salientar que a resolução espacial de 30 m das imagens Landsat 5 TM dificulta a identificação de fragmentos florestais com dimensões inferiores a 90x90 m, misto a mistura espectral com os pixels vizinhos.

Por fim, os resultados demonstraram que a área urbana apresenta significativa quantidade de remanescentes florestais, principalmente na periferia da área urbana, nos bairros Três Vendas e Fragata principalmente, e nas matas ciliares circundantes aos corpos

hídricos, especialmente nas Áreas de Preservação Permanente próximas ao arroio Pelotas. Já os remanescente florestais da área central de Pelotas foram mapeados com dificuldade, visto que a resolução espacial das imagens não é compatível com a dimensão reduzida da maioria dos fragmentos centrais.

5. Referências bibliográficas

BADIRU, A. I.; PIRES, M. A.; RODRIGUEZ, A. M. Método para classificação tipológica da floresta urbana visando o planejamento e a gestão de cidades. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto**, Goiânia, Brasil, p. 1427-1433, 2005.

BRITO NETO, R. T.; BARROS FILHO, M. B.; LOPES, H. L.; PACHECO, A. P. Determinação de valores físicos de imagens TM/LANDSAT-5 utilizando a linguagem LEGAL para obter índices de vegetação. **Anais do II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Informação**, Recife, Brasil, 2008.

CASTRO, L. L. F. L. **Estudo de parâmetros de conforto térmico em áreas inseridas no ambiente urbano, Campinas.** 155 f., Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1999.

CHAVES Jr., P. S. An Improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. **Remote Sensing of Environment**, v. 24, p. 459-479, 1988.

LIU, W. T. H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Campo Grande: Ed. UNIDERP, 2007.

MARKHAM, B. L.; BARKER, J. L. Thematic Mapper bandpass solar exoatmospherical radiances. **International Journal or Remote Sensing**, v. 8, n. 3, p. 517-523, 1987b.

MOURA-FUJIMOTO, N. S. V. Urbanização brasileira e a qualidade ambiental. In: SUERTEGARAY, D. M. A.; BASSO, L. A.; VERDUM, R. **Ambiente e lugar no urbano: a grande Porto Alegre**. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS, 239 p., 2000.

PAULA, R. Z. R. **A influência da vegetação no conforto térmico do ambiente construído**. 119 f., Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2004.

ROUSE, J.W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: **ERTS-1 Symposium**, 3., 1973, Washington, DC. Proceedings... Washington: NASA, 1973. Washington, 10-14 December, NASA SP-351, v. 1, p. 309-317, 1973.

VENZKE, T. S. Florística de comunidades arbóreas no Município de Pelotas, Rio Grande do Sul. **Rodriguésia** – Revista On Line. Rio de Janeiro: V. 63 n. 3, 2012.

Uso de ferramentas de sensoriamento remoto na análise territorial do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros – Goiás

Use of remote sensing tools in territorial analysis of Chapada dos Veadeiros National Park - Goiás

Jéssica Thalheimer de Aguiar[1]
Luis Paulo Baldissera Schorr[2]
Lucas Ferreira Dias Nogueira[3]
Gessica Nayara da Luz Serejo[4]
Wiliam José Zatti[5]
Eliana Andreia Vogt[6]

[1]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Frederico Westphalen - RS
jeh.aguiar93@hotmail.com

[2]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Frederico Westphalen - RS
luispschorr@icloud.com

[3]Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Francisco Beltrão - PR
lucas.d.nogueira@hotmail.com

[4]Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém - PA
gessicaserejo@icloud.com

[5]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Frederico Westphalen - RS
wiliamzatti@gmail.com

[6]Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria - RS
eliana.vogt@yahoo.com

Resumo: A utilização das técnicas e ferramentas de sensoriamento remoto contribuem significativamente na caracterização e análise de áreas rurais e urbanas. Em virtude do crescimento desta tecnologia, o presente trabalho teve como objetivo mostrar o uso das ferramentas do sensoriamento remoto para diferenciar características de cobertura vegetal e os limites do lago existente na Unidade de Conservação Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, localizado na cidade de Alto Paraíso de Goiás. A metodologia segue como base a utilização de uma imagem que foi obtida pelo satélite Landsat 4-5 TM, bem como o software chamado Erdas Imagine versão 2014. Nos resultados obtidos, a imagem supervisionada apresentou uma melhor diferenciação da área em estudo de acordo com os diferentes usos do solo. A partir dessa imagem pode-se observar com maior facilidade a delimitação do Lago da Serra da Mesa, córregos secundários e diferentes tipos vegetação do Parque, diferenciados agora por 11 classes de cobertura de solo com tonalidades diferentes de uma imagem comum.
Palavras-chave: cobertura vegetal, Unidade de Conservação, análise de imagens, Erdas Imagine.

Abstract: The utilization of the Remote Sensing techniques and tools contributes significantly on the rural and urban areas characterization and analysis. Due to the growth of this technology, the current paper had as objective showing the Remote Sensing tools use to differentiate vegetation coverage characteristics and the lake boundaries situated in the Chapada dos Veadeiros National Conservation Unity, located in Alto Paraíso de Goiás. The methodology is based on an image obtained by the Landsat 4-5 TM satellite, as well the classification of the features by the Erdas Imagine software's 2014 version. On the obtained results, the supervised image presented a better study area differentiation, regarding the soil use. In spite of this image was possible to observe easily the Serra da Mesa lake delimitation, secondary steams and different vegetation types in the park, differentiated for 11 coverage classes, with distinct shades of a common image.
Keywords: Vegetation coverage, Protected Area, image analysis, Erdas Imagine.

1. Introdução

O Sensoriamento Remoto contribui significativamente em avanços no processo de planejamento e gestão ambiental possibilitando assim uma visão ampla do espaço, sendo possível visualizar mudanças na dinâmica da paisagem e demais informações do objeto que se quer analisar.

Moreira (2003) relata que o Sensoriamento Remoto assume um papel importante no monitoramento e na estimativa de diversos fenômenos, servindo de suporte para a tomada de decisões e análises relacionadas aos objetos em estudo, pois os sensores a bordo dos satélites apresentam recursos que permitem obter informações que proporciona a facilidade no estudo dos fenômenos analisados. A utilização das imagens obtidas por meio do Sensoriamento Remoto é feita através da técnica do Processamento Digital de Imagens (PDI), este por sua vez, tem a finalidade de facilitar a análise e interpretação das imagens para um melhor entendimento do usuário.

Figueiredo (2005) enfatiza a classificação como um processo de reconhecimento de classes ou grupos cujos membros exibem características comuns. Essa classificação é dividida em supervisionada e não supervisionada. A supervisionada é utilizada quando se tem algum conhecimento prévio sobre as classes na imagem, de modo a permitir ao analista definir sobre a mesma, áreas amostrais das classes. Estas áreas amostrais são utilizadas pelos algoritmos de classificação para identificar na imagem os pontos representativos das classes.

Depois da classificação, é indicado realizar uma pós-classificação, cujo objetivo é eliminar pontos isolados, ou seja, diferentes de sua vizinhança, no qual posteriormente, é gerada uma imagem classificada com aparência menos ruidosa. O realce de contraste de imagens é outra técnica que engloba o PDI, no qual essa técnica modifica os valores digitais de uma imagem, de modo a destacar certas informações espectrais e melhorar a qualidade visual das imagens. A manipulação do contraste é feita por meio do histograma de uma imagem, sendo este a descrição da distribuição estatística dos níveis de cinza em termos do número de amostras ("pixels") com cada nível. O contraste consiste numa transferência radiométrica em cada "pixel", com a finalidade de aumentar a discriminação visual entre os objetos presentes na imagem (INPE, 2011).

Dentre suas principais contribuições as temáticas voltadas ao meio ambiente e ao ordenamento territorial, o sensoriamento remoto e suas ferramentas de analise possibilitam avaliar a dinâmica da paisagem a partir da delimitação, controle do uso e ocupação do solo, diagnóstico de desmatamento, gestão dos recursos naturais, entre outras possibilidades indispensáveis ao bom desempenho do planejamento e gestão, auxiliando ainda no desenvolvimento dos planos de manejos ainda inexistentes em muitas unidades de conservação (Fernandes et al., 2013).

Nesse contexto, o objetivo geral do trabalho consiste em mostrar a aplicação das técnicas do Sensoriamento Remoto na gestão territorial, utilizando-se de imagem de satélite, que possibilita uma visão mais significativa sobre as diferentes características de cobertura vegetal e os limites do lago existente na Unidade de Conservação Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.

2. Metodologia de trabalho

O Parque Nacional Chapada dos Veadeiros tem uma área de 65.514 há, com uma vegetação típica de cerrado de altitude, e está localizado no nordeste do Estado de Goiás, entre os municípios de Alto Paraíso de Goiás, Cavalcante e Colinas do Sul (Figura1). Segundo o Instituto Chico Mendes de Biodiversidade, o parque se destaca pelas formações vegetais únicas da região, centenas de nascentes e cursos d'água, rochas com mais de um

bilhão de anos, além de paisagens de rara beleza, com feições que se alteram ao longo do ano.

Figura 1. Localização geográfica do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros.
Figure 1. Geographic location of Chapada dos Veadeiros National Park.
Fonte: altoparaisodegoias.blogspot.com

Em vista das inúmeras diferenciações de coberturas de solo deste parque, foi utilizada técnicas do sensoriamento remoto para a analise do uso do solo. Primeiramente, foi realizada a analise de uma imagem aérea do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, nas coordenadas geográficas Latitude 14,5 ° S e Longitude

49,2° W. Esta imagem (Figura 2) foi obtida pelo satélite Landsat 4-5 TM e com a mesma pode-se observar o Lago da Serra da Mesa, alguns córregos secundários e diferentes tipos de vegetação no Parque.

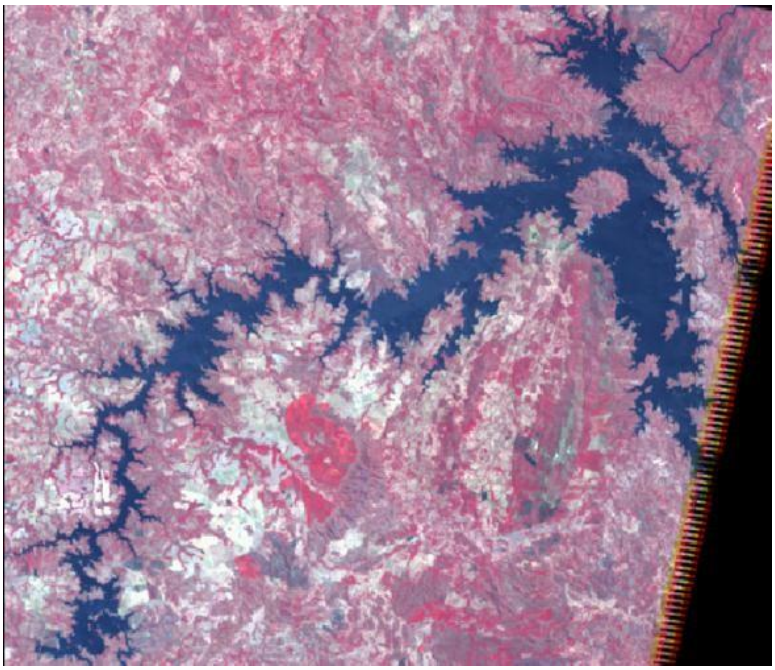


Figura 2. Landsat 4-5TM, imagem do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.
Figure 2. Landsat 4-5TM image of Chapada dos Veadeiros National Park. **Fonte:** Glovis.com

No entanto, a diferenciação da cobertura de solo pela Figura 2 se torna difícil em virtude das tonalidades serem similares. Por este motivo, a partir dessa Landsat 4-5TM e o software Erdas Imagine 2014 foi realizada uma nova imagem, esta supervisionada com diferentes classes de cobertura de solo a fim de obter uma boa visualização das diferentes características de cobertura vegetal, bem como os limites do lago.

3. Resultados e discussão

Após a aplicação das técnicas de sensoriamento remoto e a Landsat 4-5TM, foi desenvolvida uma imagem supervisionada com 11 classes de diferenciação da cobertura de solo. As características de formação do parque foram destacadas através da utilização de diferentes cores e tonalidades que ajudam na percepção das diferentes áreas. A nova imagem facilita o entendimento do uso do solo conforme sua finalidade. Abaixo se apresentada imagem supervisionada gerada pelo programa Erdas Imagine 2014.

A figura 3 e uma imagem de classificação supervisionada que tem potencial de diferir a condição de cobertura do solo do Parque. As classes de coloração verde escuro ou brilhante denominadas Vegetation 6, 7 e 1 representam respectivamente vegetações densas ou florestas. Por outro lado, as demais tonalidades de verde, denominadas Vegetation 2, 3, 4 e 5, são áreas onde a vegetação é predominantemente composta por vegetação rasteiras ou areas de vegetações esparsas.

A classe denominada water, na tonalidade azul representa a porção de agua no terreno. Esta coloração diferenciou de maneira satisfatória todo o limite do Lago. Também foi possível a verificação de canais secundários ligados ao lago com esta classe de diferenciação. A coloração azul destacou a boa diferenciação da porção de terra e a porção de água no terreno.

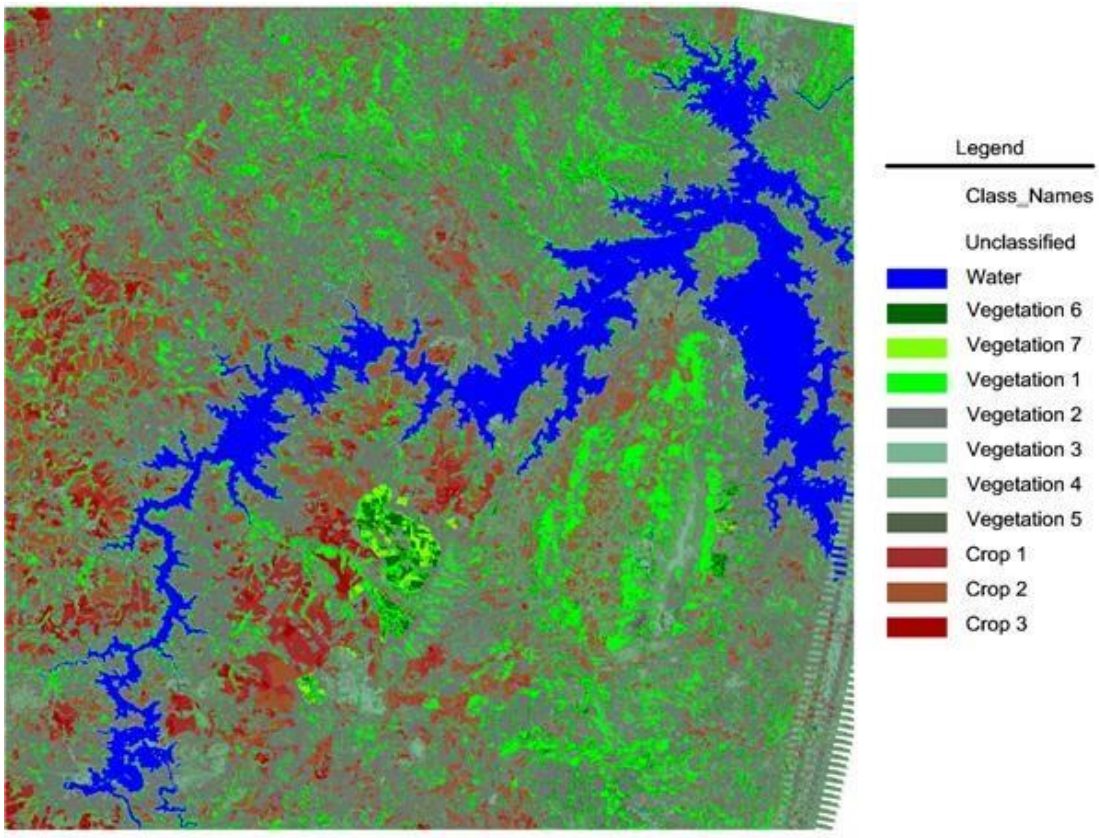


Figura 3. Imagem supervisionada do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.
Figure 3. Supervised image of Chapada dos Veadeiros National Park.
Fonte: Autor, 2014.

Os tons de vermelho, pertencentes as classes Crop 1, 2 e 3 são as áreas que apresentam na imagem de satélite uma padronização semelhante aquela encontrada em áreas de plantação. Isto pode ser percebido através do formato das mesmas. Outro motivo que exalta este resultado foi o conhecimento de que a área do parque já foi usada como plantação antes da sua implementação.

Mediante a imagem, foi possível diferenciar a área e sendo assim a classificação mostrou se útil para a inclusão de uma legenda pertinente ás características da área, e consequentemente para interpretação da imagem, mesmo para leigos na área de sensoriamento.

4. Conclusões

O uso de ferramentas de sensoriamento remoto no ordenamento territorial tem sido frequente devido a várias vantagens proporcionadas, principalmente no que diz respeito à elaboração de mapas de uso da terra e para visualizar práticas que causam deterioração ao meio ambiente.

Conclui-se que a análise da imagem demonstrou eficiência na representação sobre as diferentes características de cobertura vegetal e os limites do lago, pois se obteve uma imagem com uma visão significativa em que consta uma boa diferenciação das partes observadas.

Com isso, verifica-se a funcionalidade das ferramentas do sensoriamento remoto nas áreas de estudo ligadas com o meio ambiente, onde estas ferramentas proporcionam rapidez

de trabalho, grande eficiência e um resultado satisfatório que nos auxilia no entendimento das diferentes áreas, como vegetações, lagos e cidades.

Referências Bibliográficas

FERNANDES, W. A. A. ; RODRIGUES, W. L. J. ; GONCALVES, A. C. O. ; SANTOS, V. C. ; PIMENTEL, M. A. S. Geoprocessamento Aplicado à Gestão de Unidades de Conservação de uso Sustentável: O Caso da RESEX Marinha de São João da Ponta PA. 2013, Vitória. In: XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 15. 2013, Vitória. **Anais do Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, Vitória, 2013, p. 851-859.

FIGUEIREDO, Divino. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto.** São Paulo, 2005. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos_sm.pd f>. Acesso em: 21/02/2015.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Classificação de Imagens: O que é classificação? Tutorial de Geoprocessamento.** Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>. Acesso em: 20/02/2015.

MOREIRA, M.A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** 2.ed. Viçosa-MG: UFV, 2003. 307 p.

INSTITUTO CHICO MENDES. **Parque nacional da chapada dos veadeiros.** Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/o-que-fazemos/visitacao/unidades-abertas-a-visitacao/203-parque-nacional-da-chapada-dos-veadeiros.html>. Acesso em 24/03/2015.

Uso e ocupação das terras na área de preservação permanente das redes de drenagem e nascentes na Bacia Hidrográfica do Rio Alambarí

Land use and cover in permanent preservation area of drainage systems and springs of the Alambarí river watershed

Thatiany Karlovic de Abreu [1]
Mathilde Aparecida Bertoldo [2]
Thamíris Christina Karlovic de Abreu[3]
Gabriel Prado Silveira[4]

[1] Universidade Federal de Pelotas UFPEL, Rua Gomes Carneiro s/n, Centro, Pelotas – RS, 96010-610
thatykarlovic@hotmail.com

[2] Universidade Federal de Lavras UFLA, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, Lavras – MG, 37200-000
ma_ra_ga@yahoo.com.br

[3] Universidade Federal de Lavras UFLA, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, Lavras – MG, 37200-000
thamycka@hotmail.com

[4] Escola Técnica Everardo Passos ETEP, Avenida Rio Branco, 882, Jardim Esplanada, São Jose dos Campos – SP, 12242-800
g.p.silveira@hotmail.com

Resumo: A antropização é atualmente uma das principais ameaças às Áreas de Preservação Permanente (APP's). A intensificação dos processos de substituição de paisagens naturais promove, não só a degradação do meio ambiente bem como a perda de seus serviços ecossistêmicos. Desta forma, buscando identificar os processos envolvidos e a implementação de ações que busquem recuperar e preservar as APP's objetivou-se avaliar a dinâmica do uso e ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Alambarí em relação as APP's de seus afluentes e nascentes. Neste contexto, foram realizadas análises das imagens orbitais obtidas pelo sensor do satélite Quickbird durante os períodos de 2007 e 2010, por meio da utilização do *software* SPRING 5.1.8. Efetuou-se a constituição do banco de dados e a geração das cartas temáticas, associando as variedades de uso e ocupação com a degradação das APP(s) dos rios, córregos e nascentes. Em síntese, verificando a existência do descumprimento da lei, apresentou-se como solução, diversas formas de conciliar o desenvolvimento com as práticas sustentáveis de conservação e manejo regional.
Palavras-chave: Geoprocessamento, Sistemas de Informação Geográfica, Proteção Ambiental.

Abstract: The manmade actions on landscape are currently the main threats the Permanent Preservation Areas (APP). The intensification of substitution process of natural landscapes promotes the environmental degradation and loss of ecosystem services. So, trying to identify the processes involved and the implementation of actions that seek to recover and preserve the APPs, the objective was to evaluate the dynamics of the use and land uses on APP in the basin from Alambari's river and its tributaries and springs. In this context, analyzes were performed of images obtained by orbital satellite sensor QUICKBIRD during the periods 2007 and 2010, by using the SPRING 5.1.8 software. Data bank and the generation of thematic maps were made, involving the varieties of use and occupation with the degradation of APPs from rivers, streams and springs. In short, was verified the existence of the breach of the law, so presented as a solution, various ways to reconcile development with sustainable practices of conservation and regional management.
Key words: Geoprocessing, Geographic Information System, Environmental Protection.

1. Introdução

O uso e ocupação em uma bacia hidrográfica está relacionada com as necessidades do homem em produzir alimentos para sua sobrevivência, na qual as atividades humanas, o crescimento demográfico e o crescimento econômico causam pressões ao meio ambiente, degradando-o.

Uma forma de monitorar as modificações ocasionadas pela dinâmica do uso e ocupação da terra é com a utilização de *softwares* que trabalham com dados georreferenciados, Sistema de Informações Geografica (SIG's). As técnicas de geoprocessamento são tidas como uma ferramenta de alto potencial de suporte, caracterizando-se pela facilidade de manipulação de mapas, obtenção de informações e organização de banco de dados Fitz (2008). Um SIG constitui uma ferramenta utilizada para aquisição, armazenamento, análise e visualização de dados geográficos. Como os sensores remotos buscam detectar e mostrar as diferenças entre um objeto e o ambiente em que se encontram, os SIGs são considerados uma ferramenta que pode ser utilizada para gerar informações obtidas pelo comportamento espectral dos diferentes alvos, que constituem o uso e a ocupação das terras. Desta forma, todas as informações geradas no SIG, através de mapas ou cartas temáticas, podem ser utilizadas para planejamentos de projetos de conservação dos recursos naturais disponíveis e servirem como ferramenta que forneça informações tanto nas atividades que envolva o uso e ocupação das terras, como possibilitar estudos socioambientais em bacias hidrográficas.

As Áreas de Preservação Permanente (APP's) são áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, a fauna e flora, protegendo o solo e assegurando o bem-estar das populações humanas, cujas funções ambientais são principalmente voltadas para respeitar uma extensão específica como a largura do rio, lago, represa ou nascente, declividade (topo de morro) (Salbego, 2009).

A utilização das Áreas de Preservação Permanente depende de uma autorização especial do órgão ambiental municipal, e sua exploração ou intervenção quando não autorizada, constitui em crime ambiental de acordo com a Lei 12.651 do Código Florestal (Brasil, 2012).

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo, avaliar a dinâmica do uso e ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Alambarí nas datas de 2007 e 2010, e realizar uma análise desta dinâmica em relação as APP's de seus afluentes e nascentes, estabelecendo um diagnóstico para planejamento de uso e ocupação na região de estudo.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Material

Para a realização do trabalho, foram utilizados os seguintes materiais:

Foram exportados dados do CD Cidade Viva da Prefeitura Municipal de São José dos Campos, 2011 com os seguintes arquivos: imagens orbitais do satélite Quikbird para os anos de 2007 e 2010 que recobrem o limite da Bacia do Rio Alambarí, região sudeste do município.

Após a exportação para uma pasta, este dado foi importado para o banco de dados com o retângulo envolvente da área de estudo.

Para o tratamento dos dados foi utilizado o *Software* SPRING 5.1.8 do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), para entrada de informação, constituição do banco de dados e geração das cartas temáticas (Câmara et al, 1996).

2.2 Caracterizações da área de estudo

O presente estudo foi realizado no município de São José dos Campos, na Bacia Hidrográfica do Rio Alambarí. Situada na região leste do Município, a bacia abrange as coordenadas 45° 53' 13'' e 45° 45' 45'' longitude oeste e 23° 07' 56'' e 23° 16' 38'' latitude sul, e ocupando uma área territorial de 31,88 km^2 a qual corresponde a 2,9% da área do município. É caracterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, e temperatura média do mês mais quente superior a 34°C. Segundo a classificação

climática de Koeppen se enquadra como Cwa, (Stradema, 2014). Sua média de precipitação anual para os anos de 2007 e 2010 respectivamente foi de (1.336 e 1.309 mm/ano), sendo considerado para o ano de 2007, o mês de novembro como mais chuvoso (88mm/mês) e março, maio, agosto e outubro como meses mais secos (0 mm/mês). Em 2010, o mês mais chuvoso foi em janeiro (69 mm/mês) e os meses mais secos foram fevereiro, maio, julho, setembro e dezembro (0 mm/mês).

2.3 Método

Após a criação do Banco de dados e do projeto foram importadas para a categoria modelo de dados Imagem, as imagens Quickbird 2007 e 2010, que compõem a área de estudo.

O primeiro passo no estudo foi gerar o mapa de drenagem do Rio Alambarí. Para tal, criou-se uma categoria e um plano de informação (PI) e utilizando a ferramenta do módulo temático/edição vetorial realizou-se a vetorização da definição das redes de drenagem que compõem a Bacia hidrográfica do Rio Alambarí.

A definição da Área de Proteção Ambiental foi criada a partir da categoria e seu respectivo PI no módulo temático/Mapa de distância, os quais determinam a taxa de distância de 30 metros para cada margem do rio e de 50 metros de raio para as nascentes conforme a Lei Federal 12.651/12 do Código Florestal (Brasil, 1981).

A partir das imagens Quickbird obtidas pela exportação e importação do banco de dados do projeto Cidade Viva da Prefeitura de São Jose dos Campos – SP foram criados mapas na categoria modelo de dados temático, os quais foram interpretados visualmente de acordo com a legenda obtida pelos padrões apresentados pelo uso e ocupação das terras para o ano de 2007 e 2010 na escala 1:2000 na composição colorida RGB, e sua caracterização foi gerada pelos Planos de Informação (PIs), utilizando a ferramenta temático/edição vetorial. As classes que compuseram a legenda foram: mata, área urbana consolidada média, área urbana consolidada baixa, área urbana consolidada alta, oleoduto, área viária, represa, pastagem, capoeira e área industrial, e reflorestamento. Os mapas de uso e ocupação das terras para os dois anos estudados foi obtido para toda a Bacia Hidrográfica e recortada para a área pertencente a APP do Rio Alambarí, utilizando o módulo ferramenta/ recortar plano de informação.

Foi utilizado a ferramenta Analise/Legal do software o LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico), para obter o uso e a ocupação das terras pertencente a APP do Rio lambari e suas nascentes, a partir da adequação de modelos desenvolvidos para os cruzamentos do PIs de interesse.

As diferentes classes foram quantificadas a partir do módulo temático/cálculo de área.

3. Resultados e Discussão

O uso e ocupação das terras foram interpretados considerando as datas de 2007 e 2010 das imagens Quickbird obtidas pelo projeto Cidade Viva da PMSJC (2011). A tabela 1 apresenta os valores da distribuição das áreas referentes às datas analisadas respectivamente do uso e ocupação das terras para a Bacia Hidrográfica do Rio Alambarí.

Pelos valores apresentados podemos observar que houve pequenas mudanças nos dois anos analisados, o que ocorreu apenas em relação às áreas ocupadas pela pastagem e capoeira pelo acréscimo das áreas ocupadas com o oleoduto e áreas ocupadas pelas classes de reflorestamento de Eucalipto, área urbana consolidada alta, área urbana consolidada média, área urbana consolidada baixa. A classe reflorestamento, mesmo não sendo expressivo seu aumento de área, indica que é uma das atividades econômicas da região, necessitando de monitoramento pelos problemas ambientais que a cultura gera, pois na ausência de práticas

conservacionistas gera prejuízos para o ambiente, perda de produtividade com plantio sem cumprimento das exigências legais.

Tabela 1**.** Uso e ocupação das terras para os anos de 2007 e 21010 na Bacia Hidrográfica do Rio Alambarí– SJC-SP.

Classes de uso e ocupação das terras	**Área - 2007**		**Área – 2010**	
	Km²	**%**	**Km²**	**%**
Mata	4,61	14	4,42	14
Área_industrial	5,68	18	5,68	18
Pastagem	13,58	43	13,3	42
Oleoduto	0	0	0,21	1
Área_urbana_consolidada_alta	1,42	4	1,55	5
Área_urbana_consolidada_media	0,47	1	0,54	2
Área_urbana_consolidada_baixa	1,14	4	1,2	4
Reflorestamento	2,53	8	2,56	8
Área_viária	0,48	2	0,52	2
Capoeira	1,63	5	1,57	5
Represa	0,33	1	0,33	1
Total	**31,88**	**100**	**31,88**	**100**

De certo, na Bacia Hidrográfica, as áreas de preservação permanentes com o buffer de 30m, referentes à rede de drenagem e nascentes no Rio Alambarí, não ultrapassaram os 10 metros de largura e os 50 metros de raio, os quais foram apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Distribuição das áreas de ocupação da APP da rede de drenagem e das nascentes do Rio Alambarí e seus afluentes e as porcentagens de ocupação em relação a área da bacia.

Área de APP(s) em relação a área total da bacia	**Área**	
	Km²	**%**
App_drenagem	3,50	11
App_nascentes	0.94	3
Área Bacia	31,88	100

Pela tabela 3 e figuras 1 e 2 podemos observar que as áreas de preservação permanentes APP(s) referentes a rede de drenagem do Rio Alambarí e seus afluentes se encontra com uma porcentagem de ocupação em relação aos anos de 2007 e 2010 em torno de 35% de mata, isto é, as APP(s) se encontram com apenas um terço de sua área com proteção de mata ciliar, sendo a maior área ocupada de pasto natural seguida pela capoeira. Esta diversidade de uso e ocupação nas APP(s) vai contra as exigências legais de conservação em relação as suas áreas de proteção, indicando a necessidade de adequação em seu uso por meio de reconstituição da mata ciliar nativa predominante no local.

Pela tabela 3 e figuras de 1 a 4 podemos observar que as áreas de preservação permanentes APP(s) referentes às nascentes e rede de drenagem do Rio Alambarí e seus afluentes. Em relação às APP(s) das nascentes, figuras 3 e 4 observamos uma porcentagem de ocupação em relação aos anos de 2007 e 2010 em torno de 14% de mata, isto é, as APP(s) se encontram em torno de um quinto de sua área com proteção de mata ciliar, sendo a maior área ocupada de pasto natural seguida pelo eucalipto e capoeira.

Tabela 3. Distribuição das áreas em porcentagem das APP(s) da rede de drenagem e nascentes na Bacia Hidrográfica do Rio Alambarí.

Classes do cruzamento das App's e uso e ocupação do solo	APP Nascente		APP Rede de Drenagem	
	Área 2007	Área 2010	Área 2007	Área 2010
	%	%	%	%
app_reflorestamento	14	14	5,3	3,7
app_mata	21	21	34,3	35,1
app_pastagem	31	27	38,8	34,3
app_área_urbana_consolidada_media	5	5	1	2,9
app_área_urbana_consolidada_baixa	6	6	1,6	1,4
app_área_urbana_consolidada_alta	4	4	0,2	0,6
app_capoeira	11	14	13	16,9
app_industrial	4	4	0,2	0,6
app_viária	4	4	5,7	4,6
Total	100	100	100	100

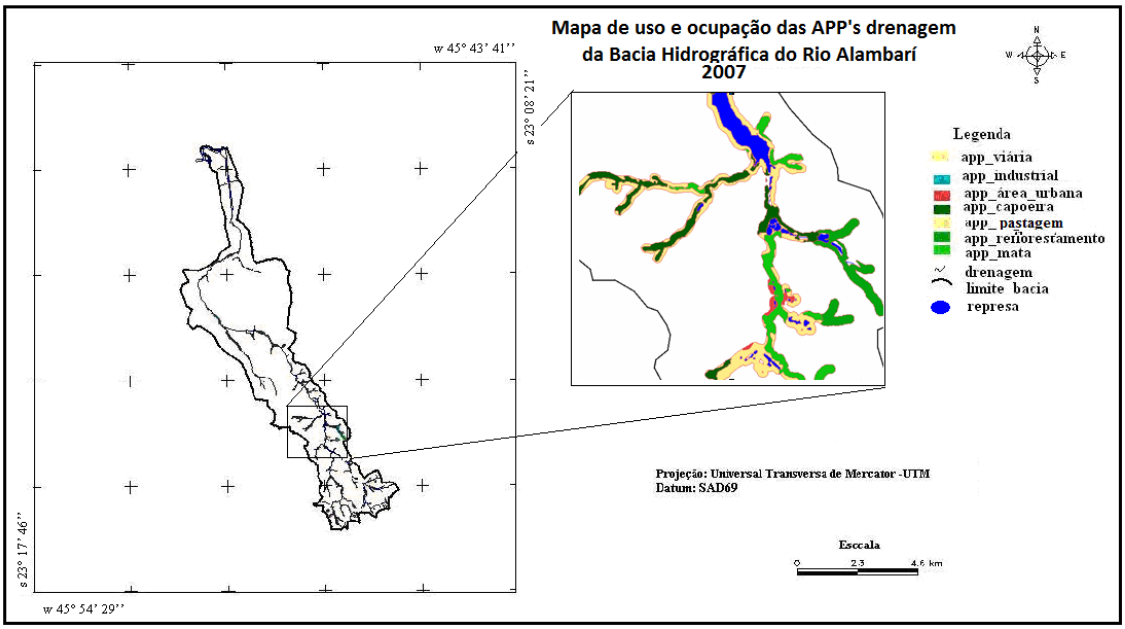


Figura 1**.** Uso e ocupação das terras nas áreas de preservação da rede de drenagem do Rio Alambarí e seus afluentes para os anos de 2007.

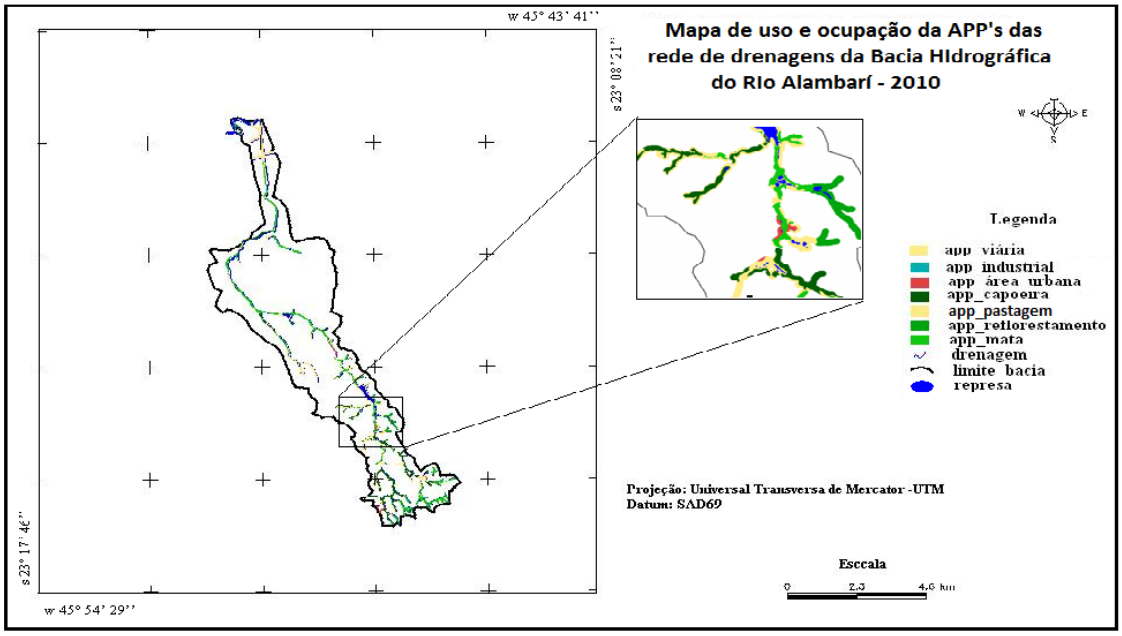


Figura 2**.** Uso e ocupação das terras nas áreas de preservação da rede de drenagem do Rio Alambarí e seus afluentes para os anos de 2010.

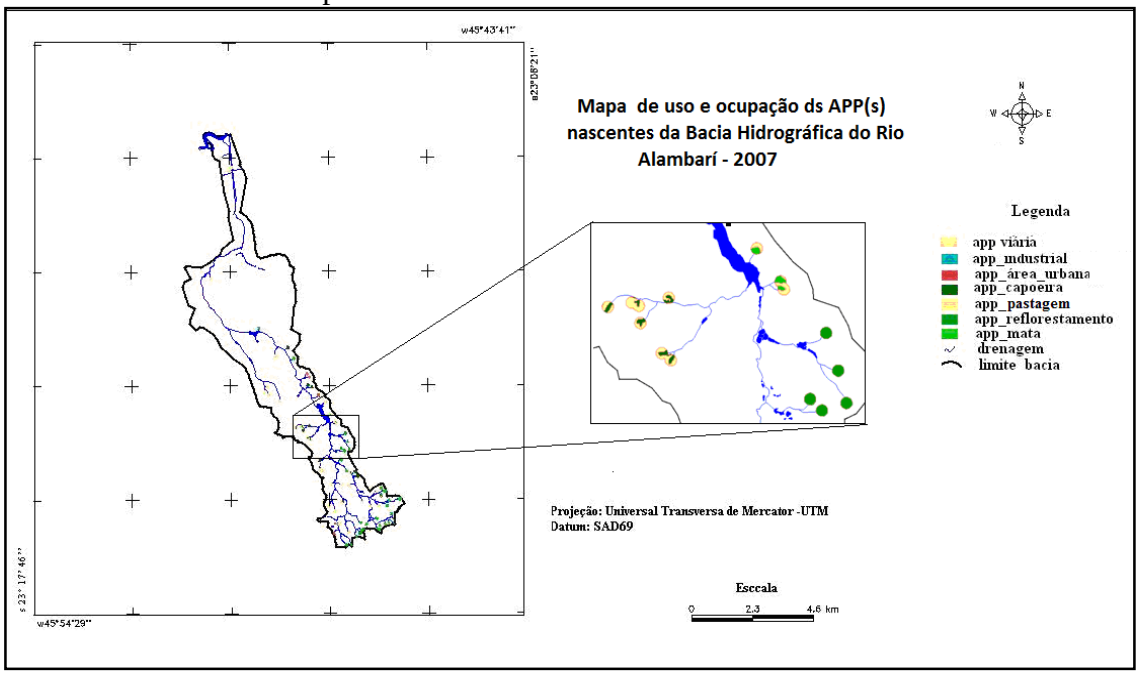


Figura 3. Uso e ocupação das terras nas áreas de preservação da das nascentes do Rio Alambarí e seus afluentes para os anos de 2007.

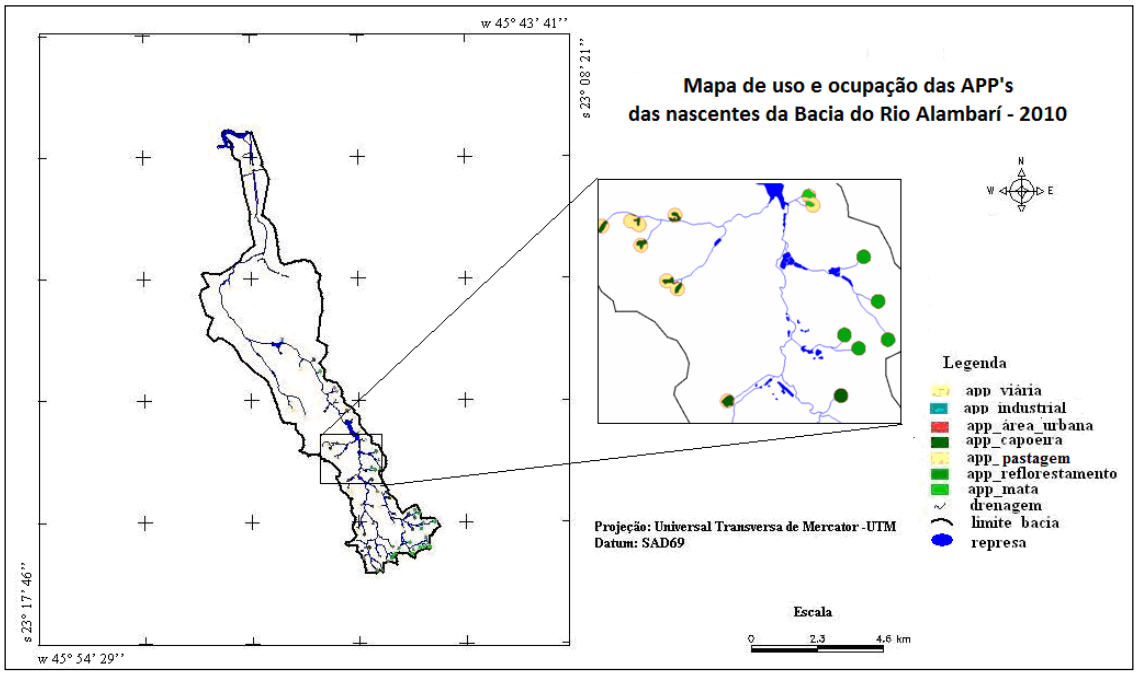


Figura 4. Uso e ocupação das terras nas áreas de preservação das nascentes do Rio Alambarí e seus afluentes para os anos de 2010.

Tal diversidade de uso e ocupação nas APP(s) vai contra as exigências legais de conservação, indicando como medida mitigadora para o impacto das áreas das APP(s), a recuperação de nascentes e da rede de drenagem, já qu**e** devido à proximidade com a área de preservação permanente do Rio Paraíba do Sul, no qual o Rio Alambarí deságua se enquadram a recomposição da flora nativa e de corredores ecológicos. Também se observa maiores cuidados no monitoramento nas áreas de cultivo do eucalipto, devido às conseqüências que ele infere no meio ambiente, no qual ele interage. O cultivo do eucalipto pode apresentar deficiências nutricionais do solo, devido ao seu uso intensivo, e contaminação do lençol freático e das águas superficiais pela utilização dos defensivos agrícolas utilizados em seu manejo.

4. Conclusões

O estudo possibilitou observar as mudanças ocorridas na Bacia Hidrográfica do Rio Alambarí, no que se refere ao uso e ocupação das terras interferindo nas áreas de APP(s) de rede de drenagem e nascentes. Estudos neste sentido visam principalmente subsidiar o desenvolvimento de planejamentos para melhoria da qualidade de vida, conservação dos recursos naturais que refletem a proteção à vida e saúde da população local, buscando formas de conciliar o desenvolvimento econômico com qualidade, adequando a produtividade local com as condições ambientais, priorizando a busca de uma melhor distribuição de renda, uma melhoria nas condições de trabalho, práticas sustentáveis de conservação e manejo regional.

Agradecimentos

A equipe do laboratório de geoprocessamento da UNIVAP/IP&D, pela oportunidade da pesquisa.

Referencias Bibliográficas

BRASIL, 1981. **Presidência da Republica, Casa Civil. Lei N°6.938 de 31 de agosto de 1981**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso: 08/11/2014.

BRASIL, 2012**. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, Brasília, DF. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-014/2012/Lei/L12651.htm#art83>. Acesso: em 25 jun. 2012.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, V. M.; GARRIDO, I.; MITSUO, F. SPRING: integratting remote sensing and GIS by object-orientes data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.

PMSJC, 2011. Disponivel em: PMSJC– Prefeitura municipal de São José dos Campos. Banco de dados Geográficos Cidade Viva. (CD-ROM) (2011) – Acesso em 20 de julho de 2013

SALBEGO, A.G. **Zoneamento Ambiental – Formigueiro/RS**. Plural: Consultoria em Planejamento Territorial; Santa Maria/Rio Grande do Sul, 2009. 23 p.

STRADEMA. **Stradema Web Funcate**. Disponível em: http://strademaweb.funcate.org.br/novo/stradema. Acesso em: 13 de outubro de 2014.

Uso e ocupação das terras nas classes de zoneamento ambiental na APP do Rio Paraíba do Sul, Município de São José dos Campos – SP

Use and occupation of land in environmental zoning classes in PPA of the Paraíba do Sul River, the city of São José dos Campos – SP

Thatiany Karlovic de Abreu [1]
Mathilde Aparecida Bertoldo[2]
Thamíris Christina Karlovic de Abreu[3]
Gabriel Prado Silveira[4]

[1] Universidade Federal de Pelotas UFPEL, Rua Gomes Carneiro s/n, Centro, Pelotas – RS, 96010-610
thatykarlovic@hotmail.com

[2]Universidade Federal de Lavras UFLA, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, Lavras – MG, 37200-000
ma_ra_ga@yahoo.com.br

[3]Universidade Federal de Lavras UFLA, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, Lavras – MG, 37200-000
thamycka@hotmail.com

[4]Escola Técnica Everardo Passos ETEP, Avenida Rio Branco, 882, Jardim Esplanada, São Jose dos Campos – SP, 12242-800. g.p.silveira@hotmail.com

Resumo: A distribuição do espaço em unidades de proteção ambiental é uma tarefa complexa quando estas unidades estão localizadas principalmente em áreas urbanas. Isto ocorre devido às elevadas exigências que essas áreas são submetidas. Portanto, abordou-se uma visão geral do zoneamento em Áreas de Preservação Permanente (APP) do Rio Paraíba do Sul, em São José dos Campos - SP. O zoneamento leva em conta as suas unidades geoambientais, o uso e cobertura do solo e a legislação ambiental. As caracterizações sobre o mapeamento definiram as classes de zoneamento que cobrem a APP do Rio Paraíba do Sul, em São José dos Campos. O resultado foi satisfatório do ponto de vista conceitual, todavia apresentou diversificações, tanto para a relação com o uso e ocupação da APP como na diversificação de classes em uma área que deve ser exclusivamente classificada como Zona Especial de Proteção Ambiental - ZAP.
Palavras-chave: Geotecnologias, Sistema de Informação Geográfica, Política Ambiental.

Abstract: The distribution of space in environmental protection units is a complex task where these units are mainly located in urban areas. This is due to the high demands that these areas are subjected. Therefore, an overview of zoning was addressed in Permanent Preservation Areas (PPA) Paraíba do Sul River, in São José dos Campos - SP. The zoning takes into account its geo-environmental units, the use and land cover and environmental legislation. The characterizations of the mapping defined zoning classes that cover the PPA Paraíba do Sul River, in São José dos Campos. The result was satisfactory from a conceptual point of view, however presented diversification, not only to relations with the use and occupation of the PPA as the diversification of classes in an area that should be exclusively classified as a Special Area of Environmental Protection - AEP.
Key words: Geotechnologies, Geographic Information System, Environmental Policy.

1. Introdução

No município de São Jose dos Campos a lei complementar nº. 428/10de 09 de agosto de 2010 (inclusive com as alterações da Lei 498/13 e LC 518/13), teve como objetivo estabelecer normas relativasao parcelamento, uso e ocupação do solo, em consonância com o Plano Diretor deDesenvolvimento Integrado do Município, PMSJC (2010). Estes parâmetros influenciam diretamente a definição das classes de zoneamento ambiental

envolvendo a região urbana e rural, e a conservação das áreas de preservação permanente das redes de drenagens no município.

O zoneamento ambiental é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, que de acordo com a Lei Federal nº 6938/81, Brasil(1981),consiste na delimitação de áreas definidas a partir do adensamento e douso e ocupação do solo. Tal lei considera as características físicas e socioeconômicas, já que garante o desenvolvimento harmônico do município, a qualidade de vida e o bem estar social de seus habitantes.

O zoneamento ambiental autoriza as atividades e as restringe em razão das características ambientais e socioeconômicaslocais. Pelo zoneamento ambiental são definidas diferentes classes, nas quais o Poder Público estabelece regimesespeciais de uso com a finalidade de melhoria e recuperação da qualidade ambiental e do bem-estar da população (SALBEGO, 2009).

O Decreto 4297/2002 regulamentou o 'zoneamento ambiental' considerando-o como o fruto de umplanejamento, que considera as características ambientais e socioeconômicas da região a ser considerada(BRASIL, 2002).

Desta forma, para definir as classes de zoneamento, considera-se especialmente a importância ecológica, as potencialidades, as limitações e fragilidadesdos ecossistemas, estabelecendo restrições e alternativas deexploração do território.

As Áreas de Preservação Permanente (APP's) têm como finalidade atender ao princípio da função social da propriedade, possuindo diversas funções ambientais, devendo respeitar uma extensão específica de acordo com a largura do rio, lago, represa ou nascente, declividade (topo de morro), (SALBEGO,2009).

Conforme os critérios para a definição de APP's, a Lei n°4.771 do Código Florestal Federal (BRASIL, 1965), e as Resoluções CONAMA nos. 302 e 303 (BRASIL, 2002), determinam uma APP sendo uma área defendida pela legislação, possuindo ou não a cobertura nativa do solo,cuja finalidade éconservar os recursos hídricos, a geologia, o aspecto ambiental, a diversidade biológicae proporcionar um ambiente favorável para a população humana. Portanto, são áreas que devem ser preservadas da ação antrópica.

Desta forma, classificam-se as matas ciliares como APP's e embora desempenhem uma série de serviços ecossistêmicos contribuindopara a proteção das redes de drenagens de bacias hidrográficas, tais áreas despertam interesses conflitantes.Logo, a definição de sua localização torna-se imprescindível tanto para a elaboração de planos de manejo e crescimento urbano, quanto para a sua conservação. Considerando as potencialidades, limitações e fragilidades dos ecossistemas, no município de São José dos Campos este estudo teve como objetivo analisar as restrições e alternativas de exploração ao uso e ocupação das terras incluídas na área de proteção permanente do Rio Paraíba do Sul, em relação as classes de zoneamento ambiental definidas pela PMSJC, utilizando de geotecnologias,como por exemplo o sistema de informaçãogeográfica.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Material

Para a realização deste estudo foram utilizados os arquivos do banco de dados do CD Cidade Viva da Prefeitura Municipal de São José dos Campos (PMSJC, 2011), arquivos daimagem orbital do satélite Quikbird para o ano de 2010 recobrindo a área urbana do município. Após a exportação para uma pasta de arquivos estes dados foram importados para o banco de dados com o retângulo envolvente da área de estudo.

Para o tratamento dos dados foi utilizado o Sistema de Informação Geográfica (SIG) *Software* SPRING 5.1.8, para entrada de informação, constituição do banco de dados e geração das cartas temáticas (CÂMARA et al. 1996).

2.2 Caracterizaçõesda área de estudo

O presente estudo foi realizado no município de São José dos Campos localizado entre as longitudes 46°09’28’’14e 45°40’30’’oeste e latitudes 22°47’10’’ e 23°19’40’’ sul, com uma área de 7,7 km^2, correspondendo a1% da área territorial do município. O Rio Paraíba do Sul, possui uma extensão em torno de 35 kmbanhando o município de São José dos Campos. Écaracterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, com a temperatura média do mês mais quente superior a 34°C, característicasque segundo a classificação climática de Koeppen se enquadra como Cwa(clima temperado húmido com inverno seco e verão quente) (STRADEMA, 2014). Sua média de precipitação anual para o ano 2010 foi de 1.309 mm/ano.

2.3 Método

Após a criação do Banco de dados e do projeto foram importadas as imagens Quickbird que compõem a área de estudo.

O primeiro passo no estudo foi gerar o mapa de drenagem do Rio Paraíba do Sul. Para tal foi criada uma categoria e um plano de informação (PI) e utilizando a ferramenta do módulo temático/edição vetorial realizou-se a vetorização da definição das margens para o ano de 2010.

A definição da Área de Proteção Ambiental foi criada a partir da criação de uma categoria e seu respectivo PI no módulo temático/Mapa de distância, onde foi definido um *buffer* de distância de acordo com o Código Florestal (Lei Federal 12.651/12) de 100 metros para cada margem do rio (BRASIL, 1981).

A partir das imagens Quickbird criou-se uma categoria no modelo de dados de imagem para criar o mapa de uso e ocupaçãodas terras interpretadas visualmente de acordo com a legenda obtida pelos padrões apresentados para o ano de 2010 na escala 1:2000 na composição colorida RGB, e sua caracterização foi gerada pelos Planos de Informação (PIs), utilizando a ferramenta temático/edição vetorial. As classes que compuseram a legenda foram: mata, área urbana, vegetação natural, área de lazer,área inundável, capoeira, córrego e lago, área viária, solo exposto, Sabesp e área industrial. O mapa de uso e ocupação das terras foi obtido apenas na área pertencente a APP do Rio Paraíba do Sul.

As classes de zoneamento observadas foram as definidas pela PMSJCdo município de São José dos Campos, as quais utilizando o módulo Ferramenta/recortar plano de informação obteve-se as classes de zoneamento que recobrem a APP do Rio Paraíba do Sul, sendo elas: ZR1 e ZR2 (zona residencial), ZUC1, ZUC2 e ZUC3 (zona de urbanização controlada), ZPA1 e ZPA2 (zona especial de proteção ambiental), ZEPH (zona especial de preservação do patrimônio histórico, paisagista e cultural), ZI (zona estritamente industrial), ZUD (zona especial de uso diversificado), ZEIS (zona especial de interesse social), CR1 (corredor 1).

Foi utilizado a ferramenta Analise/Legal do *Software* o LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico), para obtero uso e a ocupação das terras em cada classe de zoneamento pertencente a APP do Rio Paraíba do Sul, a partir da adequação de modelos desenvolvidos para os cruzamentos do PIs de interesse.

As diferentes classes foram quantificadas a partir do módulo temático/cálculo de área.

3. Resultados e Discussão

A área de preservação permanente referente ao Rio Paraíba do Sul, com um buffer de 100m, ocupa uma área de 7,7 km^2 representando 1% da área total do município.

Os valores quantitativos referentes a distribuição das áreas referentes ao uso e ocupação das terras na APP do Rio Paraíba do Sul analisados para o ano de 2010 a partir de imagens Quickbird, Projeto Cidade Viva, PMSJC (2011) são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1**.** Uso e ocupação das terras no ano de 2010 para a APP do Rio Paraíba do sul – SJC/SP.
Table 1. Use and occupation of land in the year 2010 for the PPA of the Paraíba do Sul river –SJC/SP.

Uso e ocupação	Área	
	m²	%
Mata	4.051.960	52,9
Capoeira	575.326	7,5
Vegetação natural	1.980.407	25,8
Área urbana	631.476	8,2
Área viária	39.056	0,5
Córrego	14.013	0,2
Lago	73.794	1,0
Sabesp	16.144	0,2
Área inundável	37.292	0,5
Solo exposto	19.425	0,3
Área Industrial	10.475	0,1
Área de lazer	213.460	2,8
Total	7,662,828	100

Pelos valores apresentados podemos observar que apesar da área de abrangência da APP do Rio Paraíba do Sul apresentar um uso e ocupação diversificada, ainda predomina porcentagens em torno de 53% mata, 8 % capoeira e 26% de áreas com vegetação natural. As áreas de proteção ambiental urbanas envolvem, muitas vezes, espaços intensamente urbanizados e experimentam forte pressão antrópica, de acordo com Cestaro et al(2012), os fragmentos de ambientes naturais existentes, quando em bom estado de conservação, devem ser preservados, e quando degradados, devem ser recuperados a um estado próximo ao original.

A distribuição das áreas referentes as classes de zoneamento na APP do Rio Paraíba do Sul se encontram apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Distribuição das áreas referentes as classes de zoneamento na APP do Rio Paraíba do Sul –SJC/SP.
Table 2. Area distribution concerning zoning classes in the PPA of the Paraíba do Sul river –SJC/SP.

	Área	
Zoneamento	m^2	%
SQA	233.514	3,0
ZUD	40.164	0,5
ZR2	8.377	0,1

ZEIS	52.317	0,7
ZR1	587.576	7,7
ZUC3	51.877	0,7
ZUC1	513.207	6,7
ZEPH	343.396	4,5
ZI	56.900	0,7
ZPA1	5.501.812	71,8
ZPA2	54.304	0,7
ZUC2	197.534	2,6
CR1	21.850	0,3
Total	7,662,828	100,0

Pela Tabela 3a e 3b podemos observar a diversidade de classes de zoneamento que abrangem a APP do Rio Paraíba do Sul no município de São Jose dos Campos – SP, porém a classe que se refere a preservação permanente da área de predomínio da APP – ZAP1 apresenta com a maior porcentagem de ocupação, em torno de 72%, sendo que a classe de zoneamento de urbanização controlada ZUC1 e ZUC2 ocupa uma área de 6% e 2% respectivamente, a classe ZEPH que se refere a zona especial de preservação do patrimônio histórico, paisagístico e cultural ocupa uma área de 4,5% e a classe referente a zona de qualificação ZQA, apresentou uma área de 3%, e nas demais classes as porcentagens apresentam valores irrelevantes. O ideal seria que a área de abrangência da APP apresentasse apenas a zona especial de proteção ambiental – ZAP.

Tabela 3a Distribuição em porcentagens de uso e ocupação das terras nas classes de zoneamento que abrangem a APP do Rio Paraíba do Sul.
Table 3a. Percentages distribution of use and occupation of land in zoning classes that covers the PPA of the Paraíba do Sul river.

Classses de uso da terra	Classes de zoneamento					
	SQA	ZUD	ZR2	ZEIS	ZR1	ZUC3
	%	%	%	%	%	%
Mata	48	47	0	19	57	5
Capoeira	6	2	0	0	2	0
Natural	36	6	0	0	7	0
Área urbana	0	2	76	79	16	95
Área viária	0	4	0	1	2	0
Córrego	0	8	0	0	0	0
Lago	0	0	0	0	0	0
Sabesp	0	0	0	0	0	0
Área inundável	8	0	0	0	0	0
Solo exposto	2	0	24	0	1	0
Indústria	0	0	0	0	0	0
Área de lazer	0	29	0	1	15	0
Total	100	100	100	100	100	100

Tabela 3b. Distribuição em porcentagens de uso e ocupação das terras nas classes de zoneamento que abrangem a APP do Rio Paraíba do Sul.

Table 3b. Percentages distribution of use and occupation of land in zoning classes that covers the PPA of the Paraíba do Sul river.

Classe de uso da terra	Classes de zoneamento						
	ZUC1	ZEPH	ZI	ZPA1	ZPA2	ZUC2	CR1
	%	%	%	%	%	%	%
Mata	45	36	59	55	9	70	0
Capoeira	7	0	20	9	0	1	7
Natural	7	63	2	29	0	3	4
Área urbana	25	0	1	5	0	9	20
Área viária	1	0	0	0	0	3	63
Córrego	0	1	0	0	6	1	0
Lago	0	0	0	1	0	2	0
Sabesp	0	0	0	0	22	2	0
Área inundável	3	0	0	0	0	2	0
Solo exposto	2	0	0	0	0	0	6
Indústria	0	0	18	0	0	0	0
Área de lazer	10	0	0	0	63	8	0
Total	100	100	100	100	100	100	100

Podemos observar que todas as classes de zoneamento possuem áreas ocupadas com atividades ligadas ao setor sócio econômico. As classes de zoneamento que refletem a preservação da APP do Rio Paraíba do Sul são as classes ZAP1 e ZAP2, notando que apesar de ser a classes de maior área territorial não é a única a abrangência total da APP.

Um exemplo da distribuição de uso e ocupação de cada classe de zoneamento é apresentado na figura 1.

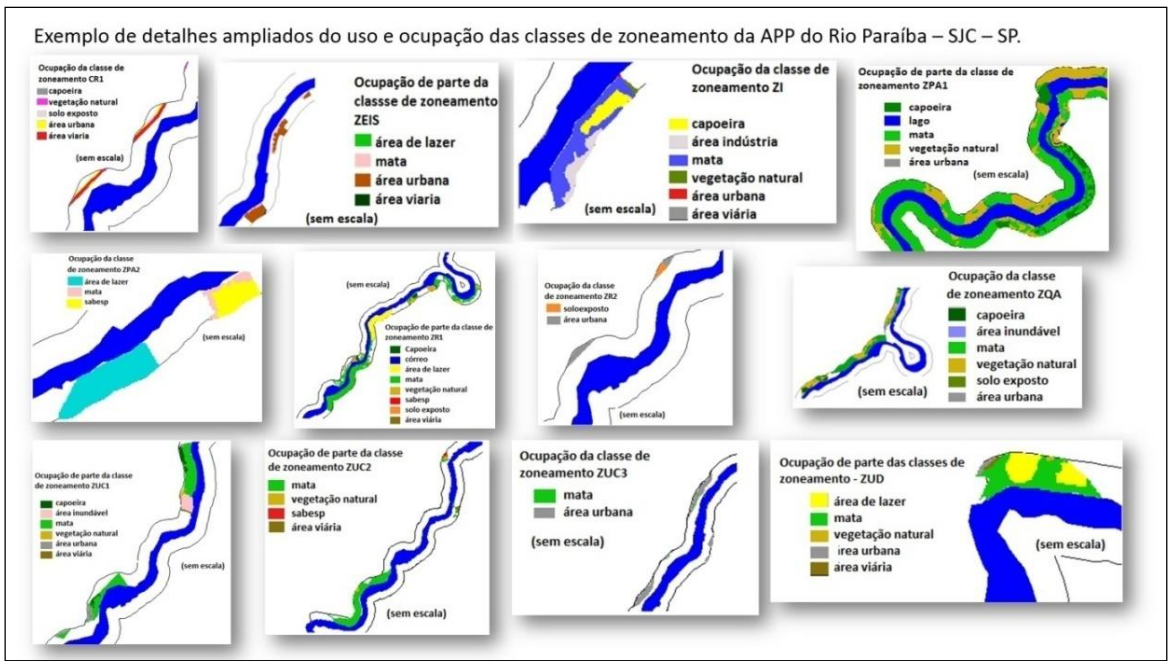


Figura 1. Exemplos de figuras representando o uso e ocupação por classes de zoneamento contida na APP do Rio Paraíba do Sul - SJC/SP.

Figure 1. Examples of figures representing the use and occupation by zoning classes contained in PPA of the Paraíba do Sul River – SJC/SP.

4. Conclusão

Em síntese, pode-se evidenciar que mesmo com a existência das zonas especiais de proteção ambiental nas áreas de preservação permanente, as APPs são diretamente atingidas pelo adensamento urbano e sucessivamente por sua ação antrópica**.** Portanto,para se manter o ambiente em equilíbrio constante,as áreas naturais existentes devem permanecer preservadase asáreas degradadas, devem passar por um processo de recuperação mantendosuas características originais.

Agradecimentos

A equipe do laboratório de geoprocessamento da UNIVAP/IP&D, pela oportunidade da pesquisa.

Referências bibliográficas

BRASIL, 1965.**Lei Federal nº 4.771**. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/conama>. Acesso em: 08/11/2014.

BRASIL, 1981.Presidência da Republica, Casa Civil. **Lei N°6.938 de 31 de agosto de 1981**. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 08/11/2014.

BRASIL, 2002.Presidência da Republica, Casa Civil – Sub Chefia para Assuntos Jurídicos. **Lei N° 4297 de 10 de julho de 2002**.Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4297.htm> Acesso em: 08/11/2014.

BRASIL,2002. **Resoluções CONAMA nº 302/2002 e nº 303/2002**. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/conama>. Acesso em: 07 novembros. 2014.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, V. M.; GARRIDO, I.; MITSUO, F. SPRING: integratting remote sensing and GIS by object-orientes data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

CESTARO, L.A.; FERNANDES, E.; PEREIRA, V.H.Zoneamento de áreas de proteção ambiental urbanas.o exemplo da zona de proteção ambiental 7 em natal, RN. **Geonorte**, v.3, n.4, p. 1391-1404, 2012.

PMSJC, 2010. PMSJC – **Prefeitura Municipal de São Jose dos Campos**. Disponível em: <http://www.sjc.sp.gov.br/media/403308/lc_428-10_com_anexos.pdf> acesso: em 08/10/2014.

PMSJC, 2011.Disponível em: PMSJC– Prefeitura municipal de São José dos Campos. Banco de dados Geográficos Cidade Viva. (CD-ROM) (2011) – Acesso em 20 de julho de 2013.

SALBEGO, A.G. **Zoneamento Ambiental – Formigueiro/RS**. Plural: Consultoria em Planejamento Territorial; Santa Maria/Rio Grande do Sul, 2009. 23 p.

STRADEMA. **Stradema Web Funcate**. Disponível em: http://strademaweb.funcate.org.br/novo/stradema. Acesso em: 13 de outubro de 2014.

8.10 TRABALHOS DE COLHEITA FLORESTAL

Análise operacional da extração de madeira de *Pinus taeda* L. com *skidder*

Operational analysis of *Pinus taeda* L. wood extraction with s*kidder*

Luís Henrique Ferrari[1]
Jean Alberto Sampietro[2]
Erasmo Luis Tonett[3]
Vinícius Schappo Hillesheim[4]
Gabriel Corso Pellens[5]
Nilton Sérgio Novack Junior[6]
Joniquel César Viganó[7]

[1] Universidade do Estado de Santa Catarina, luishf.efl@gmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

[2] Universidade do Estado de Santa Catarina, jean.sampietro@udesc.br
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

[3] Universidade do Estado de Santa Catarina, erasmo.l@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

[4] Universidade do Estado de Santa Catarina, viniciusschappo@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

[5] Agroflorestal Paequerê Ltda, gabriel@paequere.com. BR 116, km 280, Capão Alto – SC

[6] Universidade do Estado de Santa Catarina, nsnovack.efl@gmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[7] Universidade do Estado de Santa Catarina, dhonnyvigano@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

Resumo: O presente estudo teve como objetivo analisar tecnicamente o desempenho de tratores florestais *skidder* na extração de madeira no sistema de colheita de árvores inteiras em povoamentos de *Pinus taeda* L em regime de corte raso aos 32 anos. A análise consistiu em utilizar a metodologia de estudo de tempos e movimentos para avaliar os tempos consumidos em cada fase da operação e as causas de interrupções de operacionais, além de determinar os índices de eficiência operacional, disponibilidade mecânica e técnica e a produtividade em função dos fatores distância de extração, declividade e experiência do operador. Os resultados indicaram que as etapas que consumiram maior parte do ciclo operacional foram às viagens carregadas e vazias. Os tempos de interrupções também consumiram uma alta proporção sobre o ciclo, ocorrendo, principalmente, em função da necessidade de remoção de ponteiras e galhos na área. Dessa forma, a disponibilidade mecânica e técnica foram de 93,2 e 65,5%, respectivamente, e a eficiência operacional de 65,5%, o que consequentemente resultou numa produtividade efetiva de 73,35 m^3cc/he. Além disso, constatou-se que os fatores distância de extração, experiência do operador e declividade influenciaram no tempo total do ciclo operacional da máquina e sobre a sua produtividade.
Palavras-chave: Colheita de madeira, estudo de tempos, produtividade, arraste de madeira.

Abstract: This study aimed to technically analyze the performance of forest tractors skidders in logging in whole tree harvesting system in *Pinus taeda* L. in clearcut scheme for 32 years. The analysis was performed using the time study methodology and movements to assess the time taken for each phase of the operation and the causes of operational interruptions, and to determine the operating ratios, mechanical and technical availability and function in productivity factors extraction distance, slope and experience of the operator. The results indicated that the steps that consume most of the operating cycle were loaded and the empty travel. Interruptions times also consumed a high proportion of the cycle, occurring mainly due to the need of removal

tips and branches in the area. Thus, the availability and mechanical technique were 93.2 and 65.5%, respectively, and the operational efficiency of 65.5%, which in turn resulted in effective yield 73.35 m3cc / h. Furthermore, it was found that the distance factors extraction, operator experience and slope influenced total machine operating cycle time and the productivity.
Keywords: Timber harvest, study time, productivity, drag wood.

1. Introdução

A modernização dos sistemas de colheita intensificou-se a partir dos anos 90, buscando a redução da dependência de grande contingente de mão de obra, melhoria na segurança e ergonomia dos operadores, maior produtividade e, consequentemente, menores custos. Entretanto, mesmo com os avanços, as etapas de colheita e o transporte florestal podem ser consideradas etapas onerosas na produção florestal, uma vez que representam 50% ou mais dos custos totais da madeira posta na indústria. Portanto, o uso e a aquisição de máquinas e equipamentos florestais deve ser precedida de um estudo detalhado sobre os custos e rendimentos envolvidos (TRINDADE, 2000), visando à otimização dos recursos utilizados.

Nesse sentido, a avaliação de sistemas de colheita de madeira, independente do grau de mecanização utilizado, demonstra ser uma ferramenta fundamental para correções ou qualquer alteração do processo de produção, visando à racionalização e, ou, otimização dos recursos utilizados. Trata-se ainda de instrumento indispensável na comparação de diferentes métodos ou equipamentos (FERNANDES, 2009). Além disso, pode se complementar que a análise operacional por meio de estudos de tempos e movimentos pode permitir obter estimativas confiáveis sobre a produtividade das máquinas, o que permite o planejamento e racionalização de sistemas de colheita florestal (GOYCHUK, 2011).

Ainda, é importante destacar que dentre as etapas da colheita, a extração ou transporte primário da madeira pode ser considerada a atividade mais complexa em comparação às outras, haja vista que o custo dessa etapa é influenciado por diversos fatores, como o nível de experiência e habilidade do operador, condições do povoamento, características do terreno, distância de extração, desempenho da máquina, etc. A desconsideração de algum desses fatores poderá resultar em problemas operacionais e ineficiência da operação (CONWAY, 1976; SALMERON, 1980; MACHADO, 1984).

Desse modo, o objetivo desta pesquisa foi analisar tecnicamente o desempenho de tratores florestais *skidder* na extração de madeira no sistema de colheita de árvores inteiras em corte raso de povoamentos de *Pinus taeda* L..

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado nas áreas de uma empresa florestal, em Capão Alto, Região Serrana do Estado de Santa Catarina. 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 a 15,8 ºC. A precipitação pluviométrica total anual pode variar de 1.360 a 1.600 mm e a umidade relativa do ar varia de 80 a 83%, sendo nas áreas estudadas o relevo plano à ondulado.

Os plantios florestais eram compostos por *Pinus taeda* L. com 32 anos de idade, densidade em média de 357 árvores por hectare, com uma altura média de 30,6 m, diâmetro à altura do peito médio de 45,2 cm e volume médio por árvore de 2,46 m^3.

2.2 Descrição do sistema de colheita e equipamento

A colheita do povoamento florestal era em regime de corte raso, sendo utilizado o sistema de colheita de árvores inteiras (*full tree*), onde a após a derrubada das árvores, estas

era arrastadas por um trator florestal *skidder*, marca *John Deere*, modelo 748h, com motor *PowerTech Plus* a diesel de 6,8 L, potência bruta de 144 kW (193 hp), equipado com rodados de pneus com tração 4 x 4 e pinça com capacidade de abertura de 1,4 m^2.

2.3 Análise operacional e processamento de dados

A análise operacional foi realizada por meio de estudo de tempos e movimentos, sendo os dados coletados utilizando o método de cronometragem de tempo contínuo, com uso de um cronômetro digital centesimal e formulários específicos para registro dos dados. Para o estudo, a operação foi subdividida nas seguintes fases ou elementos do ciclo: viagem vazio (VV), manobra e carregamento de árvores (MC), viagem carregado (VC), manobra e descarregamento de árvores (MD) e interrupções (INT).

O horizonte de amostragem foi determinado conforme metodologia proposta por Barnes (1977), sendo, primeiramente, realizado um estudo piloto e, então, calculado o número mínimo de observações do ciclo, de forma a proporcionar um erro de amostragem máximo de 10% à 95% de probabilidade de confiança.

A partir dos dados coletados a campo, além dos tempos consumidos em cada fase da operação e as interrupções com suas respectivas causas, também foi calculada a disponibilidade mecânica e técnica, eficiência operacional e a produtividade da máquina considerando, ainda, diferentes classes de distância de extração ($25 \leq 50$ m; $50 \leq 75$ m; $75 \leq 100$ m; $100 \leq 125$ m; $125 \leq 150$ m; $150 \leq 175$ m e $175 \leq 200$ m), classes de declividade ($0 \leq 2$º; $2 \leq 4$º; $4 \leq 6$º; $6 \leq 8$º; e $8 \leq 10$º) e experiência de operador (alta: mais de 2 anos de experiência na operação; e baixa: menos de 4 meses de experiência).

Na análise estatística dos dados, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, sendo realizada análise de variância para os tempos dos elementos do ciclo operacional e produtividade, considerando cada fator (distância de extração, declividade e experiência do operador) e interação entre estes. Após análise de variância, havendo significância procedeu-se ao teste de médias por Tukey a 5% de significância.

3. Resultados e Discussão

A distribuição percentual do ciclo operacional do trator florestal *skidder* na operação de extração de árvores por arraste é demonstrada na Figura 1, onde se verifica que o elemento que mais despendeu tempo na operação foram as interrupções (39%), seguido de viagem carregado (VC) com 20%, viagem vazio (VV) com 16%, manobra e carregado (MC) com 15% e, ao final, manobra e descarregamento (MD) com 10%.

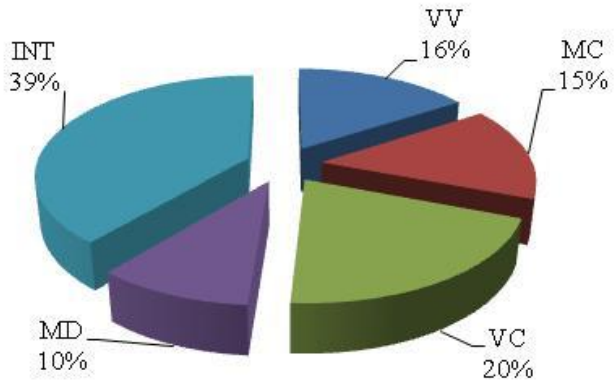


Figura 1. Distribuição dos tempos percentuais do ciclo operacional do trator florestal *skidder*.

Figure 1. Distribution of percentage times the operational cycle forestry tractor *skidder*.

Tal resultado entrou em concordância com os resultados de Rocha et al. (2009), Pereira (2011) e Oliveira (2013), os quais também verificaram que o *skidder* passa a maior parte do ciclo operacional de forma ativa, ou seja, em viagem carregado e vazio. Além disso, conforme ressaltam os autores, este resultado pode variar conforme as condições da trilha de extração, relevo, presença de obstáculos como tocos e sub-bosque, dentre outros e, além da influência da distância de extração e declividade.

O tipo de interrupção que mais consumiu tempo na operação do *skidder* foi a "limpeza de área" (24%), que consistia na remoção de ponteiras e galhos de dentro do talhão devido, principalmente, ao resultado da quebra frequente de árvores após a derrubada destas pela máquina de corte, que na ocasião era um *harvester*. A segunda causa de interrupção mais frequente foram as interrupções não operacionais (23%) que ocorriam por necessidades do operador, paradas para diálogos e outros motivos não operacionais que interrompiam o trabalho.

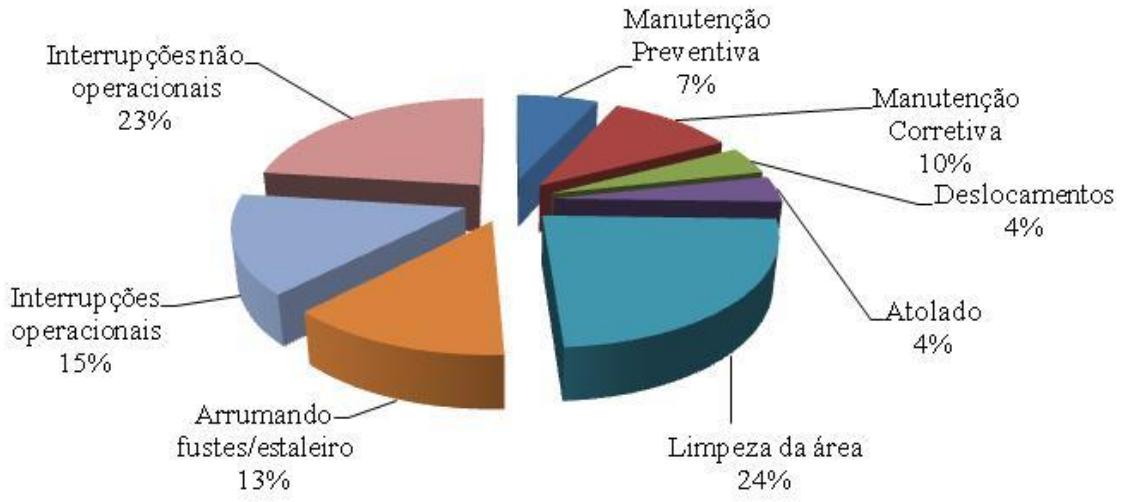


Figura 2. Distribuição percentual das interrupções no ciclo operacional do trator florestal *skidder*.

Figure **2.** Percentage distribution of interruptions in operating cycle of forestry tractor *skidder*.

Por meio da análise variância, verificou-se que houve interação significativa em todas as combinações entre os fatores analisados para quase todos os tempos dos elementos do ciclo operacional (Tabela 1). Para a produtividade efetiva, houve interação entre a distância de extração e declividade (valor de F de 4,18) e declividade e experiência do operador (valor de F de 2,07), mas houve não interação entre distância de extração e operador.

Em análise dos fatores de variação de forma isolada, observou-se que para todos os elementos do ciclo e produtividade, a distância de extração causou variação significativa. A declividade isolada não ocasionou variação significativa na produtividade e nos elementos TT e MC. Enquanto a experiência do operador ocasionou variação significativa na produtividade como também no TT, VC e VV (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância em fatorial para os tempos dos elementos do ciclo operacional e produtividade em função da distância de extração, declividade e experiência do operador.

Table 1. Analysis of variance in a factorial design of time of operating cycle elements and productivity as a function of the distance of extraction, slope and the operator's experience.

Fator de Variação	VV	MC	VC	MD	TT	Produtividade efetiva
	Valor F e Significância					
Distância de extração	51,36**	4,70**	98,12**	15,25**	37,99**	22,43**
Declividade	8,24**	1,11 ns	7,76**	14,27**	0,03 ns	0,31 ns
Exp. operador	5,71*	1,94 ns	66,39**	2,85 ns	23,73**	5,02*
Distância de extração x Declividade	5,44**	5,80**	1,50 ns	2,48*	3,25*	4,18**
Distância de extração x Exp. operador	8,67**	4,29**	14,86**	8,16**	2,57 ns	2,01 ns
Declividade x Exp. operador	12,86**	6,39**	3,03*	17,24**	6,46**	2,07*

*significativo a 5 %; **significativo a 1 %; ns não significativo; VV: viagem vazio; MC: manobra e carregamento de árvores; VC: viagem carregado; MD: manobra e descarregamento de árvores; TT: tempo total do ciclo efetivo.

Diante dos resultados obtidos, ficou evidente que o principal fator sobre o desempenho do *skidder* foi a distância de extração, pois conforme foi maior a distância mais tempo foi necessário para se realizar as viagens, vazio e carregado, e também maior foi o tempo de manobra e carregamento em virtude da necessidade de se otimizar a quantidade de carga transportada na pinça, sendo um comportamento também observado por Pereira (2011) e Oliveira (2013). A influencia da distância sobre MD pode ser associado ao fato de que em maiores distâncias, o operador tendeu a extrair maior quantidade de madeira por viagem, sendo maior a necessidade de tempo para organizar e descarregar essa madeira na margem da estrada.

Quanto ao fator declividade, pode se notar que este, em geral, passou a ter maior influência quando ao associado ao fator operador, podendo isto ser explicado ao fato de que operadores com menor experiência em declividades mais acentuadas têm tendência a ter maiores dificuldades para manobrar a máquina e realizar o arraste das árvores, decorrendo em maior ocorrência de atolamentos, maior desgaste dos pneus e, portanto, consumindo maior tempo e diminuindo a produtividade da operação.

Analisando o fator experiência do operador, embora este isoladamente tenha causado variação significativa na produtividade, em associação com a distância de extração não apresentou interação para a produtividade. Isto pode ser explicado em função de que, durante o estudo, o operador com baixa experiência trabalhou com maior freqüência em distâncias menores, enquanto o operador com alta experiência trabalhou extraindo árvores em locais com maior distância e acesso mais irregular, assim ocasionando equilíbrio entre a produtividade destes para esta interação.

A disponibilidade mecânica do *skidder* foi 93,2%, podendo ser considerada alta. Já sua disponibilidade técnica ou taxa de utilização, assim como sua eficiência operacional foram consideradas baixas, apresentando valores de 65,5% e 61%, respectivamente. Para a eficiência operacional ser considerada satisfatória, o valor deve ser acima de 70%, conforme Machado (1989).

A produtividade nominal ou capacidade produtiva média do *skidder* foi de 126,47 m^3cc/h, entretanto, considerando a eficiência operacional, chegou-se a um valor médio de

produtividade efetiva de 73,35 m^3cc/he, ficando abaixo do valor médio encontrado por Pereira (2011), que foi de 82,70 m^3cc/he em situação semelhante em corte raso de pinus.

Em análise da produtividade efetiva em função da distância de extração (Figura 3), mais vez percebeu-se a grande influência deste fator no desempenho do *skidder*, pois quanto maior a distância de extração, maior foi o tempo médio do ciclo, o que, consequentemente, reduziu de forma significativa a produtividade média por hora efetiva, sobretudo em distâncias acima de 100 m. Diante disso, fica evidente a necessidade fundamental de se levar em consideração a distância de extração em estudos visando a otimização da operação de extração.

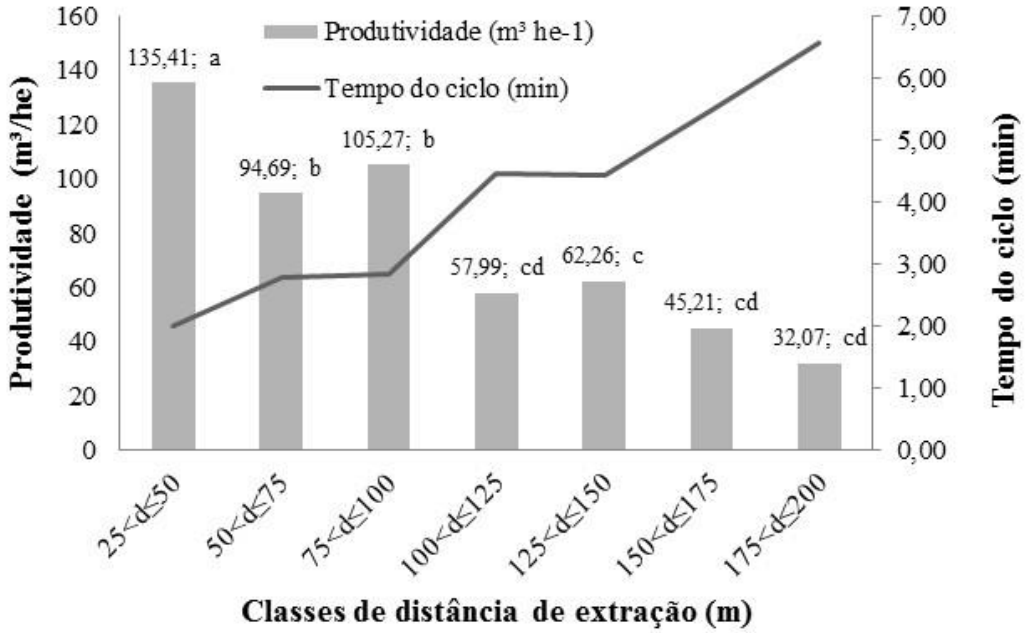


Figura 3. Produtividade efetiva e tempo do ciclo operacional do *skidder* em função de diferentes classes de distâncias de extração. Barras verticais com médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.
Figure 3. Effective productivity and time skidder operating cycle for different classes of extraction distance. Vertical bars with means followed by the same letter do not differ by Tukey test at 5% significance.

Quanto à variação da produtividade em função da declividade (Figura 4), verificou-se que essa passa a ter uma maior importância nos resultados em situações acima de 8°, isto é, a produtividade reduziu significativamente após esse valor de declividade, o que ocorreu em função do aumento do tempo médio do ciclo, que, por sua vez, é justificado pela maior necessidade manobras em situações de maior declividade e, ainda, aumento da dificuldade da operação.

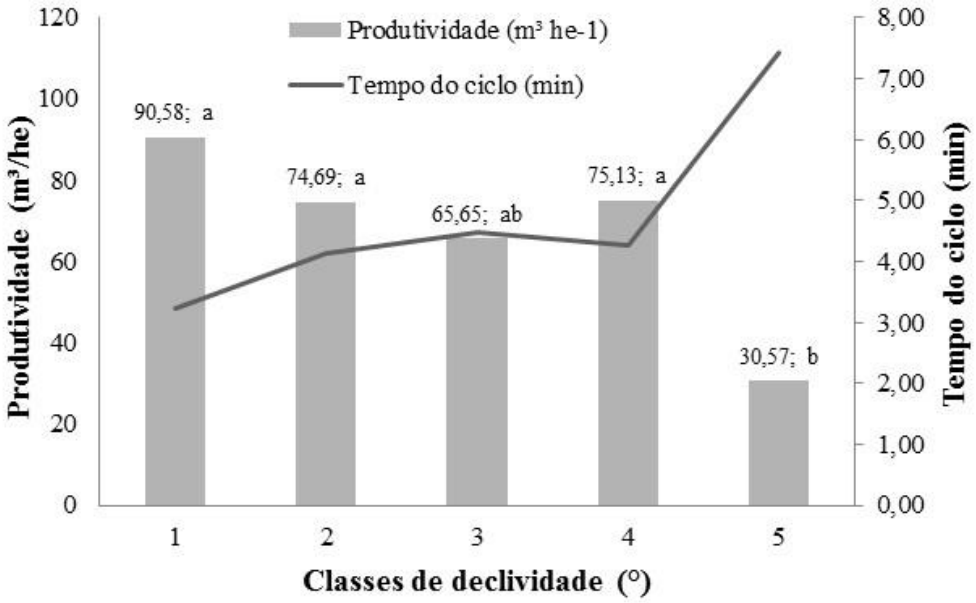


Figura 4. Produtividade efetiva e tempo do ciclo operacional do *skidder* em função de diferentes classes de declividade. Classes de declividade: 1) 0 ≤ 2º; 2) 2 ≤ 4º; 3) 4 ≤ 6º; 4) 6 ≤ 8º; e 5) 8 ≤ 10º. Barras verticais com médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.
Figure 4. Effective productivity and time skidder operating cycle for different slope classes. Slope classes: 1) 0 ≤ 2; 2) 2 ≤ 4; 3) 4 ≤ 6; 4) 6 ≤ 8; and 5) 8 ≤ 10. Vertical bars with means followed by the same letter do not differ by Tukey test at 5% significance.

Por fim, também ficou evidente que o nível de experiência do operador causou influência significativa na produtividade da operação (Figura 5), pois o operador com uma maior experiência na operação teve tendência de apresentar melhores resultados. Isso demonstra, a importância de investimentos em treinamento e capacitação profissional para operação, o que, como demonstram os resultados, resulta em maior eficiência e produtividade.

Figura 5. Produtividade efetiva e tempo do ciclo operacional do *skidder* em função de diferentes níveis experiências do operador. Nível de experiência do operador: 1) alta: 2)

baixa. Barras verticais com médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Figure 5. Effective productivity and time skidder operating cycle for different levels experience of the operator. Level of experience of the operator: 1) High: 2) low. Vertical bars with means followed by the same letter do not differ by Tukey test at 5% significance.

4. Conclusões

As interrupções correspondem por maior parte do ciclo operacional da máquina, ocorrendo, principalmente, devido à paradas não operacionais, demonstrando a necessidade da implantação de um controle eficiente das operações, visando a redução de tempos improdutivos e aumento da eficiência operacional e produtividade.

Dentre os elementos do ciclo operacional efetivo do *skidder*, as viagens, vazio e carregado, correspondem por maior proporção do tempo gasto, o que foi afetado, sobretudo, conforme as condições de distância, declividade e experiência do operador.

A produtividade da extração de madeira com *skidder* também foi influenciada, em menor ou maior grau, pela distância de extração, declividade e experiência do operador, havendo interação entre esses fatores e o desempenho operacional. Portanto, para um planejamento adequado do processo produtivo é fundamental que se leve em consideração esses fatores.

Referências Bibliográficas

BARNES, R.M. **Estudos de movimentos e de tempos - projeto e medida do trabalho.** Tradução da 6ª ed. Americana. São Paulo, 1977.

CONWAY, S. Logging pratices; **Principles of timber harvesting systems**. São Francisco: Miller Freeman, 1976. 416p.

FERNANDES, H. C. et al.. Avaliação das características técnica e econômica de um sistema de colheita florestal de árvores inteiras. **Scientia Forestalis**,, v. 37, n. 83, p. 225-232, 2009.

GOYCHUK, D. et al. The effect of timber harvesting guidelines on felling and skidding productivity in Northern Minnesota**. Forest Science**, v.57, n.5, p.393-407, 2011.

MACHADO, C. C. **Planejamento e controle de custos na exploração florestal.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1984. 138p.

MACHADO, C.C. **Exploração florestal**, 6. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1989. 34 p.

OLIVEIRA, D. **Análise operacional e custos de sistemas de colheita de madeira em povoamentos de eucalipto**. Irati, PR: UNICENTRO, 2013, 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati.

PEREIRA, A.L.N. **Avaliação de um sistema de colheita de *Pinus taeda* L. em diferentes produtividades do povoamento**. Irati, PR: UNICENTRO, 2011, 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati.

ROCHA, E.B.; FIEDLER, N.C.; ALVES, R.T., LOPES, E.S., GUIMARÃES, P.P., PERONI, L**.** Produtividade e custos de um sistema de colheita de árvores inteiras. **Revista Cerne**, v. 15, n. 3, p. 372-381, 2009.

SALMERON, A. A. **Mecanização da exploração florestal. Piracicaba**: IPEF, 1980. (Circular Técnico, 88).

SANTOS, P. H. A., SOUZA, A. P., MARZANO, F. L. C., MINETTE, L. J. **Produtividade e custos de extração de madeira de Eucalipto com clambunk skidder**. Revista Árvore, v. 37, n. 3, p. 511, 518, 2013.

TRINDADE, C.; REZENDE, J. L. P.; JACOVINE, L. A. G.; SARTORIO, M. L. **Ferramentas da qualidade: aplicação na atividade florestal.** Viçosa, MG: UFV, 2000. 124 p.

Análise operacional e econômica de um *Harvester* em primeiro desbaste de *Pinus taeda* L.

Operational and economic analysis of a *Harvester* in first thinning of *Pinus taeda* L.

Franciny Lieny Souza [1]
Jean Alberto Sampietro [2]
Luís Henrique Ferrari [3]
Joniquel César Viganó [4]
Nilton Sérgio Novack Júnior [5]

[1] Universidade do Estado de Santa Catarina, francinylieny@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[2] Universidade do Estado de Santa Catarina, jean.sampietro@udesc.br
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[3] Universidade do Estado de Santa Catarina, luishf.efl@gmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[4] Universidade do Estado de Santa Catarina, dhonnyvigano@gmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[5] Universidade do Estado de Santa Catarina, nsnovack.efl@gmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages - SC

Resumo. O objetivo deste estudo foi avaliar operacional e economicamente o desempenho de um trator florestal *Harvester* trabalhando em primeiro desbaste de *Pinus taeda* L. O estudo foi realizado em uma empresa florestal no município de Aurora, Santa Catarina, em povoamentos que aos onze anos de idade foram submetidos à desbaste misto (seletivo e sistemático). A coleta de dados para a análise operacional foi por meio de estudo de tempos e movimentos, sendo calculada a disponibilidade mecânica, eficiência operacional e a produtividade da máquina, além dos tempos consumidos em cada fase da operação e as interrupções. A análise econômica envolveu a determinação do custo operacional e de produção e análise de sensibilidade. A disponibilidade mecânica do *Harvester* foi de 94,53 %, a eficiência operacional de 86,83 % e a produtividade efetiva média de 23,04 m^3cc/he. O custo operacional total da máquina foi de 193,87 reais por hora efetiva e o custo médio de produção de 8,41 R$/$m^3$.
Palavras-chave: corte florestal mecanizado, produtividade, custo operacional, custo de produção.

Abstract. The objective of this study was to evaluate operational and economic the performance of a *Harvester* working in the first thinning of *Pinus taeda* L.. The study was conducted at a forestry company in Aurora, Santa Catarina State, where the stands with eleven years old were subjected to systematic and selective thinning. The data collection for operational analysis was by time and motion study, calculating the mechanical availability, operational efficiency and machine productivity, plus the time taken for each phase of the operation and interruptions. The economic analysis included the determination of the operational and production cost and sensibility analysis. The mechanical availability of *Harvester* was 94.53 %, the operational efficiency of 86.83 % and the average effective productivity of 23.04 m^3/h. The total operating cost of the machine was 193.87 R$ per effective hour and the production cost of R$ 8.41 per meter cubic with bark.
Key words: mechanized forestry cut, productivity, operational cost, production cost.

1. Introdução

O setor florestal se destaca como importante e relevante para a economia e a sociedade brasileira, contribuindo com uma parcela importante para a geração de produtos, tributos,

divisas, empregos e renda, além de ser um setor estratégico no fornecimento de matéria-prima para o desenvolvimento da indústria de base florestal (OLIVEIRA, 2013).

De acordo com relatório anual da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2014), a área de florestas plantadas no Brasil atingiu 7,60 milhões de hectares em 2013, crescimento de 2,8% em comparação ao ano anterior, sendo os plantios de árvores do gênero *Eucalyptus* correspondentes a 72,0% desse total e o gênero *Pinus* a 20,7%. No entanto, apesar do país possuir uma área de florestas plantadas inferior a China, Estados Unidos da América e Índia, contribui anualmente com 17% de toda a madeira colhida em todo mundo, o que é virtude da produtividade dos plantios ser superior em comparação aos outros países produtores de madeira.

Contudo, para que o setor florestal consiga atender ao mercado consumidor há necessidade da escolha adequada da espécie e das técnicas silviculturais a serem empregadas. Além disso, essas florestas devem produzir madeira em quantidade e qualidade compatíveis com a expectativa de mercado (PAIVA, 2007) e com custo competitivo.

Nesse sentido, dentre as etapas de produção florestal, as operações de colheita de madeira se destacam por ser a etapa mais importante economicamente devido sua elevada participação no custo final do produto e, consequentemente dos riscos de perdas envolvidos, sendo responsável por mais de 50% do custo da madeira posta na indústria. Assim, em função dessa onerosidade, justifica-se a análise dos fatores técnicos, econômicos, ambientais, ergonômicos e sociais que interferem na forma de execução das operações (MACHADO et al., 2008).

Atualmente, nas maiores empresas produtoras de madeira do Brasil são utilizadas as mais modernas tecnologias para a colheita florestal. Mas, visando dar continuidade ao emprego dessa alta tecnologia, ainda existem certas lacunas que necessitam ser preenchidas e alguns parâmetros que precisam de melhor balizamento para que se concretize o desenvolvimento sustentável da área (MACHADO et al., 2008).

Por isso, a análise operacional de máquinas e sistemas de colheita torna-se essencial para o conhecimento da produtividade e eficiência visando a otimização dos recursos utilizados, tratando-se ainda de uma ferramenta para a comparação de sistemas e diferentes equipamentos e, ainda, podendo servir de base para a implantação de programas de gestão e controle das atividades, visando conseguir melhoria dos processos e redução dos custos.

O objetivo do presento estudo foi avaliar operacional e economicamente o desempenho de um trator florestal *Harvester* trabalhando em primeiro desbaste de povoamentos de *Pinus taeda* L. em Santa Catarina.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Caracterização da área de estudo e da operação de desbaste

O estudo foi realizado no município de Aurora, Santa Catarina, em áreas de uma empresa florestal em povoamentos de *Pinus taeda* L. com idade de onze anos, os quais foram plantados em espaçamento 2,5 x 2,5 m visando à produção de madeira para multiprodutos ao final do ciclo de rotação.

As áreas apresentavam relevo plano a ondulado, tendo as árvores dos povoamentos um diâmetro à altura do peito médio de 22,53 cm, altura média de 17,84 m e volume médio individual de 0,2229 m^3.

Na operação foram desbastados cerca de 43,2 % do total do número de árvores dos povoamentos, sendo empregado nas operações a técnica de desbaste misto (seletivo e

sistemático), na qual foram cortadas sistematicamente as árvores da quinta linha de plantio e seletivamente árvores que apresentavam baixa sanidade, tortuosidade ou bifurcação.

O sistema de colheita utilizado era o de toras curtas (*cut-to-length*), sendo avaliado um *Harvester* composto por máquina base de esteiras da marca *Caterpillar*, modelo 312 com cabeçote marca *Log Max*, modelo 5000, que realizava a derrubada e processamento das árvores em toras em dois comprimentos (2,20 e 2,40 m).

2.2 Análise operacional

A análise operacional foi realizada por meio de estudo de tempos e movimentos, sendo os dados coletados utilizando o método de cronometragem de tempo individual, com uso de um cronômetro digital centesimal e formulários específicos para registro dos dados. Para o estudo, a operação foi subdividida em fases do ciclo operacional que foram divididos nos elementos: deslocamento entre árvores, busca e derrubada, processamento e interrupções.

O horizonte de amostragem foi determinado conforme metodologia proposta por Barnes (1977), sendo, primeiramente, realizado um estudo piloto e, então, calculada o número mínimo de observações do ciclo, de forma a proporcionar um erro de amostragem máximo de 10% à 5% de significância.

A partir dos dados coletados a campo, foi calculada a disponibilidade mecânica, eficiência operacional e a produtividade efetiva da máquina, além dos tempos consumidos em cada fase da operação e as interrupções com suas respectivas causas.

2.3. Análise econômica

A análise de custos foi realizada de acordo com a metodologia proposta pela FAO/ECE/KWF segundo Machado e Malinovski (1988), segundo utilizado o método contábil, com uso de valores estimados e reios com base em informações fornecidas pela empresa.

Os custos foram classificados como fixos (custo de aquisição, valor residual, depreciação, juros e custo de pessoal operacional), variáveis (combustível, lubrificantes e graxas, material rodante, manutenção e transporte de pessoal) e administrativos, sendo para este último considerado um percentual de 5 % sobre o somatório de custos fixos e variáveis. O custo operacional total foi determinado pelo somatório dos custos fixos, variáveis e administrativos, e custo de produção pela divisão dos custos operacionais, em reais por hora efetiva (R$/he), pela produtividade (m^3cc/he).

Também, foi realizada uma análise de sensibilidade visando determinar o grau de variação do custo de produção em função da variação da eficiência operacional.

3. Resultados e Discussão

3.1 Análise operacional

O elemento que consumiu a maior parte do tempo total da operação foi o processamento de árvores (52 %) (Figura 1), pois durante o desgalhamento, medição e traçamento das árvores, houve em muitas vezes, a necessidade de diversas passadas dos rolos do cabeçote pelos troncos das árvores, principalmente em indivíduos com bifurcação, tortuosidade ou presença de galhos grossos, entre outros, justificando o observado na operação.

Resultado semelhante foi relatado por Lopes et al. (2007) em avaliação de um *Harvester* que, mesmo trabalhando em corte raso de povoamentos de pinus com idade de 15 anos, observou que o elemento processamento das árvores consumiu cerca de 57,2 % do tempo total do ciclo. Porém, na situação avaliada pelos autores, o tempo relativo despendido em deslocamentos foi inferior comparado ao presente trabalho (9 %), o que é um fato esperado,

uma vez que em desbastes se visa cortar parcialmente o número de árvores de um povoamento, o que gera maior necessidade de deslocamento da máquina na operação.

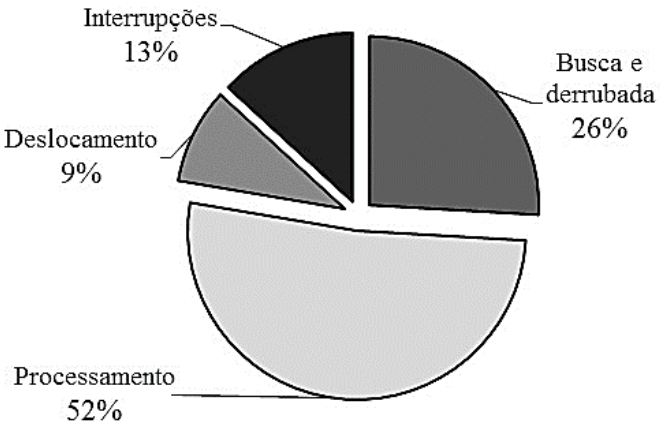


Figura 1**.** Distribuição percentual do ciclo operacional do corte com *Harvester* em primeiro desbaste de pinus.
Figure 1. Percentage distribution of operational cycle of *Harvester* in cut of first thinning pine.

Já em comparação ao relatado por Silva et al. (2010), que avaliaram o desempenho de um *Harvester* em corte raso de pinus com 28 anos de idade, os presentes resultados entram em contraste aos resultados obtidos pelos autores, pois no caso dos referidos autores a etapa de processamento das árvores despendeu 66 % do tempo total do ciclo. Em geral, em concordância ao citado Malinovski et al. (2006), infere-se que quanto maior a idade e volume das árvores, tenderá ser maior o tempo gasto com o processamento.

Dentre as causas de interrupções (Figura 2), observou-se que 44 % ocorreram devido paradas operacionais, sobretudo devido à necessidade de arrumação e organização das pilhas de toras para facilitar o baldeio (pré-extração), como também para o deslocamento entre eitos e para outros talhões para continuidade da atividade, dentre outras atividades auxiliares.

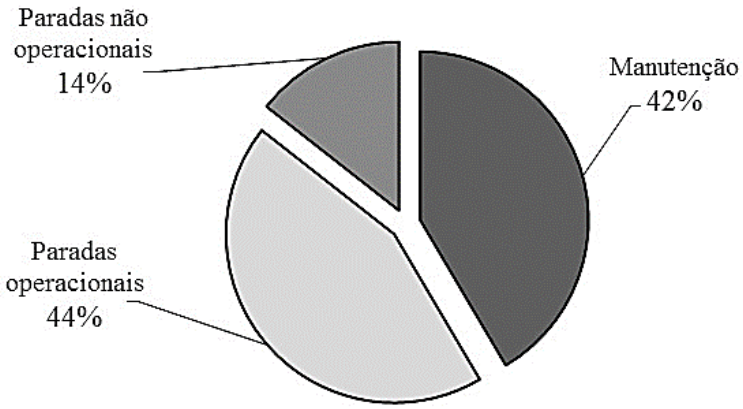


Figura 2. Distribuição percentual dos elementos das interrupções do Harvester.
Figure 2. Percentage distribution of Harvester interruption elements.

As paradas em função de manutenção, sejam corretivas ou preventivas, corresponderam a 42 % do tempo em interrupções, sendo os principais motivos a necessidade de abastecimento e trocas da corrente do sabre do cabeçote.

As paradas não operacionais (14 %) ocorreram em grande parte em função do tempo gasto com comunicação entre operador e encarregado, e por necessidades pessoais do operador.

A disponibilidade mecânica do trator florestal *Harvester*, durante o período de avaliação, foi de 94,53 %, sendo maior ao encontrado por Silva et al. (2010), que encontrou um valor de 90,34 % de disponibilidade mecânica.

A eficiência operacional encontrada foi de 86,83 %, sendo superior ao valor encontrado por Lopes et al. (2007), que foi em média de 80,3 %, Silva et al. (2010) que foi de 77,85 % e, também, por Oliveira (2013) que foi de 64,1 % em situação de corte raso de povoamentos de eucalipto. Para esse parâmetro, de acordo com Machado (1989), valores abaixo de 70 % significam baixa eficiência, sendo necessárias medidas para otimização da operação visando à redução dos tempos em interrupções ocasionados, principalmente, por paradas não operacionais.

Considerando a presente eficiência operacional, encontrou-se um valor médio de produtividade média por hora efetiva do *Harvester* de 23,04 m^3/he. Na situação relatada por Lopes et al. (2007), a produtividade média do *Harvester* foi de 32,75 m^3/he, sendo maior em comparação ao presente estudo, porém, também sendo esperado devido o volume médio das árvores no estudo dos referidos autores ter sido superior, além do trabalho ter sido em corte raso, dessa forma justificando as diferenças.

Contudo, o valor de produtividade do presente estudo foi superior ao verificado por Silva et al. (2010), que foi de 19,19 m^3/he. No entanto, embora o volume médio das árvores na situação avaliada por estes autores ter sido superior, o valor de produtividade destes foi menor devido à densidade de árvores por hectare ter sido menor, em média 332, dessa forma, havendo menor volume por unidade de área e, consequentemente, resultando em menor produtividade na operação.

Por fim, se deve ressaltar que a produtividade no presente estudo também foi limitada em função de condições organizacionais e de planejamento da produção, uma vez que nas áreas havia um bom estoque de madeira armazenada no campo. Dessa forma, pressionava os operadores a produzirem em ritmo mais lento para não aumentar os estoques de toras, pois muitas já apresentavam problemas relacionados a agentes biodegradadores da madeira, principalmente fungos, reduzindo o seu valor comercial.

3.2 Análise econômica

A Tabela 1 apresenta os custos fixos, variáveis e de administração do *Harvester*, e o custo operacional total em reais por hora efetiva (R$/he).

Pode-se verificar que as despesas fixas representaram 56,02 % do custo total da máquina, os custos variáveis aproximadamente 40 % e os custos com administração quase 5 % do total.

Tabela 1. Custos fixos, variáveis, administrativos e valor total para o *Harvester*.
Table 1. Fixed costs, variable, administrative and amount to the *Harvester*.

	Itens de custos	Valor (R$ he^{-1})	Valor Parcial (%)	Valor total (%)
Fixos	Depreciação	37,75	19,47	56,02
	Pessoal operacional	40,15	20,71	
	Juros e seguros	18,55	9,57	
	Transporte de pessoal	12,15	6,27	
Variáveis	Combustível	37,11	19,14	39,22
	Óleo hidráulico	7,42	3,83	
	Lubrificantes e graxas	7,42	3,83	
	Material rodante	2,71	1,40	
	Manutenção	21,38	11,03	
Administração		9,23	4,76	4,76
Total		193,87		100,00

A Figura 3 demonstra a distribuição percentual dos componentes dos custos operacionais, onde se observa que o item que mais onerou a operação foi o custo com pessoal operacional (salário, encargos sociais e benefícios), representando 21 % do custo operacional total da máquina. O custo com depreciação e juros somaram 19 % do total, e o custo com combustível ficou em torno de R$ 37,11 por hora efetiva (19 %). Já os custos com transporte de pessoal, manutenção, material rodante, lubrificantes e graxas e óleo hidráulico, representaram 31 % dos custos.

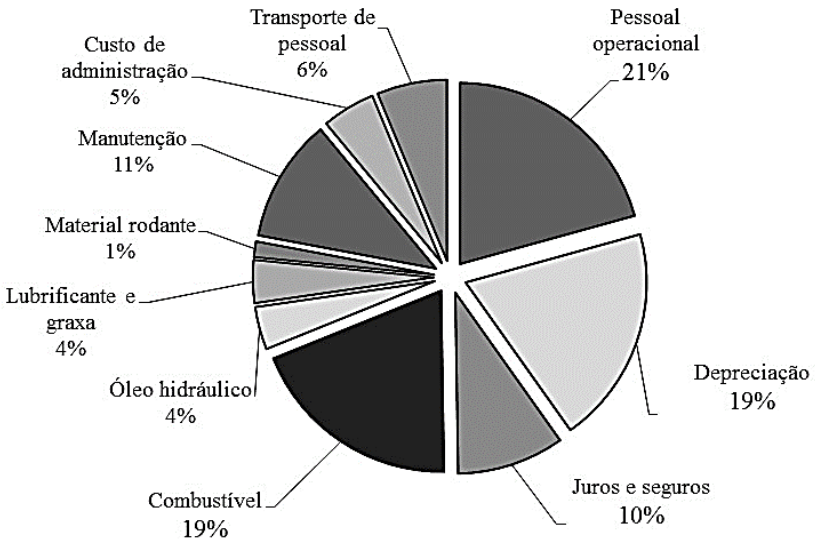


Figura 3. Distribuição percentual dos componentes do custo operacional do *Harvester*.
Figure 3. Percentage distribution of the components of the operating cost of the *Harvester*.

O custo operacional total do *Harvester* no presente foi de R$ 193,87 por hora efetiva, o que resultou num custo de produção médio de 8,41 R$/$m^3$cc. Os respectivos valores são superiores aos valores relatados por Silva et al. (2010), que encontraram um valor de R$ 115,03 por hora efetiva e R$ 5,99 por m^3 produzido, e também ao relatado por Oliveira (2013), que foram de R$ 191,70 por hora efetiva e R$ 6,04 por m^3cc. Esses resultados demonstram que, em geral, o *Harvester* em situação de corte raso da floresta tem um custo de produção inferior em comparação ao custo de produção em primeiro desbaste, o que

salienta a necessidade maior otimização deste tipo de operação, pois, além do custo ser maior, a madeira produzida tende a ter menor valor comercial, o que limita a geração de receita e lucro com a atividade.

Assim, de maneira a demonstrar como a redução dos tempos improdutivos pode afetar os custos de produção, determinou-se o grau de variação dos custos de produção em função da eficiência operacional, sendo destacado o custo de produção na eficiência operacional atual, e como ficaria o custo de produção em eficiência operacional variando de 60 a 90 % (Figura 4).

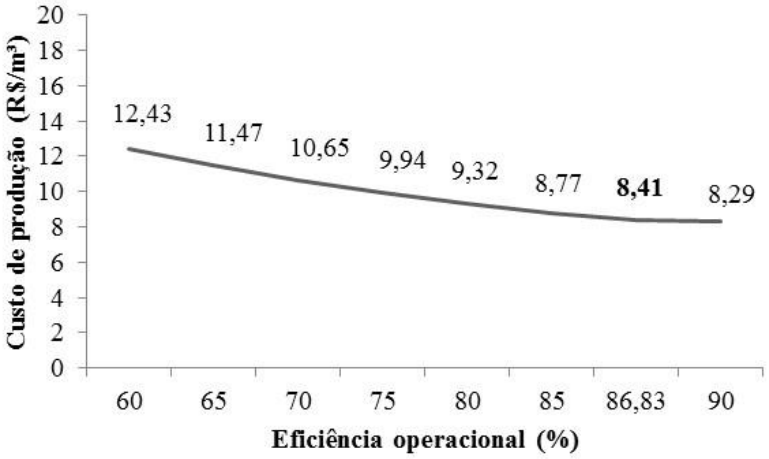


Figura 4. Variação do custo de produção do *Harvester* em função da eficiência operacional.
Figure 4. Variation of *Harvester* production costs based on the operational efficiency.

Se a eficiência operacional aumentar dos atuais 86,83 % para 90 %, o custo de produção pode ser de 8,29 R$/m^3, o que, embora possa não ser considerada uma grande diferença, é possível de ser realizado melhorando o planejamento das operações, investindo na capacitação de funcionários e reduzindo tempos improdutivos. Entretanto, deve-se atentar ainda mais, caso a eficiência operacional eventualmente venha a diminuir, o pode acarretar custo de produção maior, podendo comprometer a viabilidade econômica da operação.

4. Conclusão

A fase ou elemento do ciclo operacional que foi o responsável pelo maior tempo no ciclo operacional do *Harvester* foi o processamento, consumindo maior parte do tempo, sobretudo, devido às condições de operação e características das árvores do povoamento.

A disponibilidade mecânica e eficiência operacional, durante o período de avaliação, podem ser consideradas altas. Entretanto, a produtividade do *Harvester* foi baixa em comparação à outros trabalhos, o que ocorreu em função das características da operação e da floresta, como também em função de condições organizacionais e de planejamento da produção.

O custo operacional total do *Harvester* foi de R$ 193,87 por hora efetiva, e o custo de produção de 8,41 R$/m^3, valores que podem ser reduzidos com o aumento da produtividade da operação, devendo-se haver cautela para evitar que a eficiência operacional não venha a diminuir, podendo o custo de produção aumentar e comprometer a viabilidade econômica da operação de primeiro desbaste.

Referências Bibliográficas

BARNES, R.M. **Estudos de movimentos e de tempos - projeto e medida do trabalho.** Tradução da 6ª ed. Americana. São Paulo, 1977.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. **Anuário Estatístico 2014**. Disponível em: <http://www.iba.org/>. Acesso em 30/01/2015.

LOPES, E. S. et al. Avaliação técnica e econômica do corte de madeira de pinus com cabeçote harvester em diferentes condições operacionais**. Floresta**, Curitiba, PR, v.37, n.3, 305-313, 2007.

MACHADO, C.C.; SILVA, E.N.; PEREIRA, R.S. O setor florestal brasileiro e a colheita florestal. In: MACHADO, C.C. (Ed.). **Colheita florestal.** 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 15-42.

MACHADO, C.C.; MALINOVSKI, J.R. **Ciência do trabalho florestal**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1988. 65 p.

MACHADO, C.C. **Exploração florestal**, **6**. Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, Viçosa, MG., 1989, 34 p.

MALINOVSKI, R.A. et al.; Análise das variáveis de influência na produtividade das máquinas de colheita de madeira em função das características físicas do terreno, do povoamento e do planejamento operacional florestal. **Floresta**, Curitiba, PR, v.36, n.3, p. 169-182, 2006.

OLIVEIRA, D. **Análise operacional e custos de sistemas de colheita de madeira em povoamentos de eucalipto**. Irati, PR: UNICENTRO, 2013, 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati.

PAIVA, H.N. Implantação de florestas econômicas. In. OLIVEIRA, J.T. da S.; FIEDLER, N.C.; NOGUEIRA, M. (Ed.) **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Editora Suprema e Gráfica, Visconde do Rio Branco, MG. 2007. p. 61-106.

SILVA, E. N. et al. Avaliação técnica e econômica do corte mecanizado de *Pinus sp.* com harvester**. Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.34, n.4, p. 745-753, 2010.

Análise do desempenho operacional de grua florestal no carregamento de madeira de *Pinus taeda* L. em primeiro desbaste

Analysis of operating performance of forestry loader in wood hauling of *Pinus taeda* L. in first thinning

Dailon Joatã Prochnow Gomes[1]
Jean Alberto Sampietro[2]
Franciny Lieny Souza[3]
Lucas Rodrigues da Costa[4]

[1] Universidade do Estado de Santa Catarina, dailon.prochnow@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[2] Universidade do Estado de Santa Catarina, jean.sampietro@udesc.br
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[3] Universidade do Estado de Santa Catarina, francinylieny@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[4] Universidade do Estado de Santa Catarina, lucas_parisotto@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

Resumo. Em função dos grandes custos com operações de colheita da madeira, as empresas do setor florestal cada vez mais buscam conhecer a real capacidade de seus equipamentos, visando manter a competitividade por meio da otimização do processo produtivo, aumento da produtividade e minimização dos custos de produção. Esta pesquisa teve como objetivo realizar uma análise técnica do desempenho operacional de uma grua florestal em atividades de carregamento da madeira proveniente de primeiro desbaste de povoamentos de *Pinus taeda L*. No carregamento, a maior parte do tempo foi consumido pelos deslocamentos da grua vazia e carregada, seguido pela arrumação de carga em veículos de transporte e o deslocamento entre pilhas. Também foi constatado maior produtividade no sortimento de 2,35m em relação ao sortimento de 1,90m.
Palavras-chave: tempos e movimentos, carregamento florestal, sortimento, avaliação

Abstract: To maintain competitiveness in the forestry sector, equipment suppliers increasingly seek to know the actual capacity of its products, in order to gain consumer confidence that aims to acquire efficient equipment, production and quality, resulting in maximizing productivity and minimizing production costs. This research aimed to perform a technical analysis of operating performance of a forestry crane in activities of loading wood from first thinning of pinus taeda L. stands. Specifying the analysis of the operating performance of the equipment as the times and movements of the operating cycle the load of two wood assortments and determine the productive capacity of the equipment for loading the two wood assortments. In charging, the most time is consumed by the movements of the crane empty and loaded, followed by loading arrangement in transport vehicles and movement between piles. It was also noted increased productivity in the 2,35m assortment in relation to the assortment of 1.90m.
Key words: time and motion, forest loading, assortment, evaluation

1. Introdução

O setor de florestas plantadas no Brasil vem passando por uma significativa expansão desde a última década, havendo atualmente cerca de 7,6 milhões de hectares de florestas de plantadas, principalmente, dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*. Também, destaca-se a relevante importância do setor para a economia nacional, uma vez que, em 2013, foi responsável por uma receita bruta de cerca de R$ 60 bilhões, o que representa 6% do PIB, e pela geração de cerca 5,0 milhões de empregos diretos, indiretos e resultantes do efeito-renda (IBÁ, 2014). Este crescimento implica na necessidade do aperfeiçoamento das técnicas e operações de

suprimento de madeira para o desenvolvimento sustentável, melhoria dos processos produtivos, segurança do trabalho e responsabilidade ambiental e social.

Na produção florestal, as etapas de colheita e transporte de madeira possuem grande importância devido à elevada participação no custo final do produto e, consequentemente dos riscos de perdas envolvidos, uma vez que podem ser responsáveis por mais de 50% do custo final da madeira posta na indústria, e devido a essa onerosidade, justifica-se a análise dos fatores técnicos, econômicos, ambientais, ergonômicos e sociais que interferem na forma de execução das operações.

Para tanto, a avaliação técnica de equipamentos florestais, independentemente do grau de mecanização utilizado, é uma ferramenta fundamental para correções e alterações no processo de produção e desenvolvimento industrial, visando à racionalização e otimização dos recursos utilizados, tratando-se ainda, de um instrumento indispensável na comparação de diferentes equipamentos, métodos ou sistemas de trabalho para o consumidor.

Sabe-se que no Brasil, ainda são poucas as empresas e fornecedores que têm dados a respeito da real capacidade produtiva de seus equipamentos nas diversas condições de trabalho existentes. Estimativas de produtividade baseadas em dados teóricos ou experimentais de outras regiões não são confiáveis, pois são obtidos em condições totalmente diversas no que diz respeito ao sistema silvicultural, ao clima e à formação profissional do operador, ficando, portanto, clara a necessidade de realização de estudos específicos para cada condição de trabalho dentro da realidade brasileira.

Assim, a realização de estudos que tenham por objetivo quantificar a real capacidade produtiva de equipamentos florestais em diferentes condições, pode subsidiar a empresa com informações técnico-científicas visando a otimização do processo produtivo, melhoria no planejamento, aumento da produtividade e minimização dos custos de produção.

Esta pesquisa teve como objetivo geral realizar uma análise técnica do desempenho operacional da grua florestal em atividades de carregamento da madeira proveniente de primeiro desbaste de povoamentos de *Pinus taeda L*.

Especificamente objetivou-se:

a) Analisar o desempenho operacional do equipamento quanto aos tempos e movimentos do ciclo operacional no carregamento de dois sortimentos de madeira;
b) Determinar a capacidade produtiva (produtividade potencial ou nominal) do equipamento no carregamento de dois sortimentos de madeira.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Caracterização da área de estudo e da operação de desbaste

O estudo foi realizado na região serrana do Estado de Santa Catarina. 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 a 15,8 ºC. A precipitação pluviométrica total anual pode variar de 1.360 a 1.600 mm e a umidade relativa do ar varia de 80 a 83% (SANTA CATARINA, 2011). Os plantios florestais eram compostos por *Pinus taeda* L. com nove anos de idade, densidade de cerca de 2200 árvores por hectare, em espaçamento de 2,5 x 1,8 m, tendo como principal objetivo ao final do ciclo de rotação de 24 anos, a produção de madeira para laminação e serraria.

Nas áreas foram efetuadas operações de desbaste misto (sistemático mais seletivo), em sistema de colheita de toras curtas, sendo cortadas e extraídas sistematicamente árvores a cada seis linhas de plantio e seletivamente árvores suprimidas, tortuosas ou bifurcadas. Na etapa de corte, a equipe de trabalho consistia de um operador de motosserra, mais dois ajudantes, onde um ajudante auxiliava o operador na derrubada e processamento das árvores

e o outro executava o desgalhamento, sendo o empilhamento das toras feito em conjunto pelos três colaboradores. O corte era feito com uma motosserra Stihl MS 660.

Na etapa de extração da madeira, era empregado um trator florestal carregador, marca Motocana, modelo CM 100 F (Figura 1), que, deslocava-se até pilhas de madeira no interior talhão e, posteriormente, realizava o transporte primário e carregamento da madeira no compartimento de carga de um trator florestal autocarregável, marca Valtra, modelo 1580, equipado com grua florestal, marca Penzsaur, modelo 12.81W (Figura 3, especificações técnicas na Tabela 1), que, por sua vez, realizava o baldeio da madeira até pátios intermediários, empilhando-a junto à estrada e, depois, efetuava a etapa de carregamento da madeira em veículos de transporte.

Figura 1. Trator florestal carregador utilizado para o transporte primário da madeira.
Figure 1. Forestry tractor loader used for the primary transport of timber.

Figura 2. Trator florestal autocarregável utilizado para o baldeio e carregamento da madeira.
Figure 2. Auto loadable Forestry tractor used for Motorized and loading wood.

2.2 Análise do desempenho operacional

A análise do desempenho operacional foi realizada a partir de um estudo de tempos e movimentos do ciclo de trabalho do equipamento, sendo determinada a capacidade produtiva da operação de carregamento da madeira em dois diferentes sortimentos: (1) comprimento da tora de 1,90 m; (2) comprimento da tora de 2,35 m.

Para a realização do estudo de tempos e movimentos, o ciclo de trabalho do equipamento foi subdividido em fases (Tabela 2). Os dados foram coletados utilizando-se o método de cronometragem de tempo contínuo, com uso de um cronômetro digital centesimal e formulários específicos para registro dos dados.

O horizonte de amostragem foi determinado conforme metodologia proposto por Barnes (1977), sendo, primeiramente, realizado um estudo piloto e, então, calculado o número mínimo de observações do ciclo, de forma a proporcionar um erro de amostragem máximo de 10% a 5% de significância.

Tabela 1. Especificações técnicas do trator florestal autocarregável.
Table 1. Technical specifications of self loadable forestry tractor.

Especificação	Descrição
Trator	
Marca	Valtra
Modelo	1580
Motor	MWM 229
Potência	145 cv (106,6 kW)
Tração	4 x 4
Tipo de rodado	Pneus
Peso	6.250 kg
Capacidade do compartimento de carga	10.000 kg
Tempo de uso	±12 anos
Implemento (grua)	
Marca	Penzsaur
Modelo	12.81W
Alcance máximo na horizontal	7,60 m
Área de abertura da grua	0,40 m^2
Momento de carga	110 kNm
Momento de giro-torque	25,3 kNm
Peso	2.100 kgf

Tabela 2. Subdivisão das fases do ciclo operacional do equipamento.
Table 2. Subdivision of equipment phases of the operating cycle.

Fases ciclo	**Sigla**
Preparação para carregamento	PC
Deslocamento da grua vazia	DGV
Deslocamento da grua carregada	DGC
Arrumação da carga	AC
Deslocamento entre pilhas	DLVP
Preparação para baldeio	PB

3. Resultados e Discussão

Foram avaliados 368 ciclos operacionais, sendo que o número mínimo de observações necessárias era de 65, considerando um erro amostral de 10% e significância de 5%. Verificou-se que, em média, considerando os dois sortimentos de tora, os elementos deslocamento da grua vazia e carregada consumiram a maior parte do tempo total do ciclo operacional (Tabela 3).

Esse resultado difere do resultado relatado por Santos et al. (2009), que verificaram que a arrumação da carga e arrumação das pilhas ocuparam maior parte do tempo de um carregador florestal, sendo justificado em função da baixa qualidade das pilhas de madeira

para carregamento na margem da estrada, afetando a atividade de carregamento, o que não foi verificado no presente estudo.

Tabela 2. Distribuição percentual média dos elementos do ciclo operacional.
Table 2. Average Percentage distribution of the operating cycle of the elements.

Elemento	% de tempo
Preparação para carregamento	3,0
Deslocamento da grua vazia	42,8
Deslocamento da grua carregada	34,3
Arrumação da carga	9,5
Deslocamento entre pilhas	9,2
Preparação para baldeio	1,2

Analisando a distribuição porcentual do ciclo operacional em função dos diferentes sortimentos (Figura 3 e 4), percebe-se que, em geral, relativamente houve menor tempo despendido nos elementos DGV e DGC no sortimento 1,90 em comparação com 2,35 m, havendo maior tempo gasto com DLVP para o primeiro.

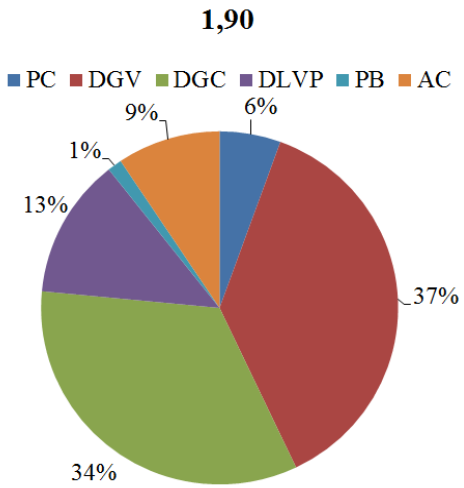


Figura 3. Distribuição percentual dos elementos do ciclo operacional para sortimento com comprimento de tora de 1,90 m.
Figure 3. Percentage distribution of operating cycle of the elements assortment of length log of 1.90 m.

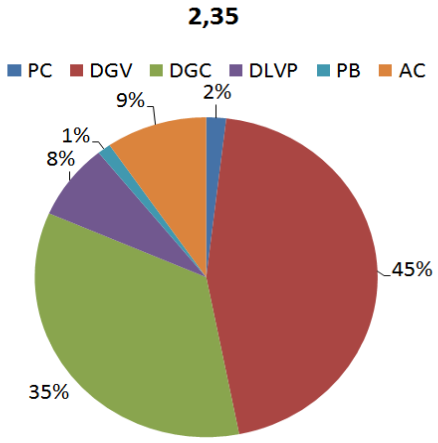


Figura 4. Distribuição percentual dos elementos do ciclo operacional para sortimento com comprimento de tora de 2,35 m.
Figure 4. Percentage distribution of operating cycle of the elements assortment of length of 2.35 m log.

A capacidade produtiva média do equipamento foi de 41,8 m^3cc/h, sendo superior a capacidade produtiva média carregando toras de sortimento de 2,35 m de comprimento (48,2 m^3cc/h), do que no sortimento de 1,90 m (35,3 m^3cc/h) (Figura 5).

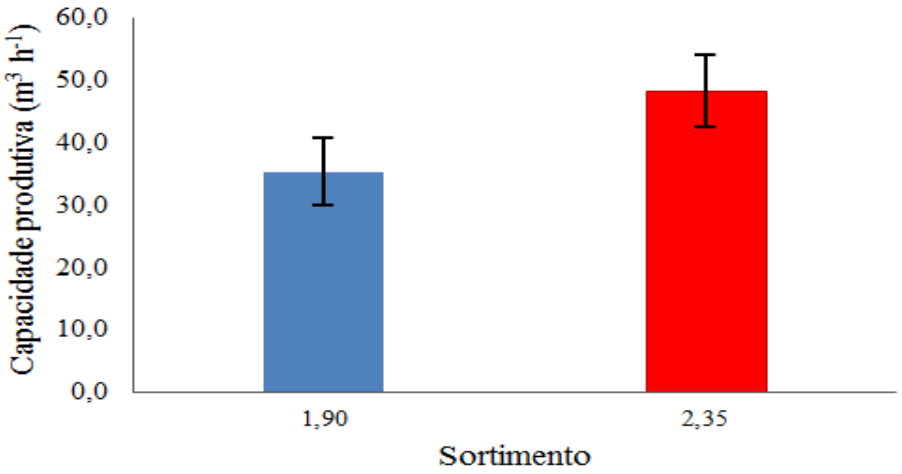


Figura 5. Capacidade produtiva do equipamento para os sortimentos com comprimento de tora de 1,90 e 2,35 m; barras verticais indicam desvio padrão.
Figure 5. Production capacity of the equipment for the assortments of length log of 1.90 and 2.35 m; Vertical bars indicate standard deviation.

Tal resultado está de acordo com a Malinovski et al. (2006), os quais citam que o comprimento da tora é uma das principais variáveis influentes na produtividade da operação de carregamento florestal. Portanto, como verificado, quanto maior foi o comprimento da tora, tendeu a ser maior a capacidade produtiva do equipamento.

Entretanto, é importante ressaltar que outros fatores também podem afetar o desempenho operacional do equipamento na operação de carregamento de madeira, como:

- Tipo de organização e orientação do estaleiro ou pátio intermediário de madeira na margem da estrada.
- O número de sortimentos produzidos influencia no sentido de que quanto maior for este, maior será a necessidade de ordenamento das toras para o carregamento em veículos de carga, diminuindo a produtividade.
- O desempenho médio dos operadores é de alta influência, uma vez que a produtividade de operação pode ter grande variação comparando operadores em treinamento com operadores com alto nível de experiência.
- A duração e período dos turnos de trabalho pode afetar a produtividade devido a possível diminuição de visibilidade em turnos noturnos, ou ainda, pelo desequilíbrio no biorritmo dos operadores.

4. Conclusão

No carregamento, a maior parte do tempo foi consumido pelos deslocamentos da grua vazia e carregada, seguido pela arrumação de carga em veículos de transporte e o

deslocamento entre pilhas. A produtividade da máquina foi afetada diretamente pelo tipo de sortimento carregado e pela forma e disposição das pilhas. Também foi constatado maior produtividade no sortimento de 2,35m em relação ao sortimento de 1,90m.

Recomenda-se melhorar a eficiência no empilhamento, afim de reduzir o tempo perdido deslocando-se entre pilhas.

Referências Bibliográficas

BARNES, R.M. **Estudos de movimentos e de tempos - projeto e medida do trabalho.** Tradução da 6 ed. Americana. São Paulo, Edgard Blucher. 1977. 635 p.

MALINOVSKI, R.A. et al.; Análise das variáveis de influência na produtividade das máquinas de colheita de madeira em função das características físicas do terreno, do povoamento e do planejamento operacional florestal. **Floresta**, Curitiba, PR, v.36, n.3, p. 169-182, 2006.

SANTOS, M.D.; LOPES, E.S.; DIAS, A.N.; RIBEIRO, A.B. Avaliação técnica de um carregador florestal com diferentes sortimentos de madeira. **Revista Ambiência**, v.5, n.1, p.13-26, 2009.

SANTA CATARINA. **Governo de Santa Catarina**. Disponível em: <http://www.sc.gov.br>. Acesso em: 03/02/2015.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. **Dados e fatores**. Disponível em: <http://www.bracelpa.org.br/web/pt/dados-fatos/>. Acesso em 15/02/2015.

Análise operacional de um trator autocarregável na atividade de carregamento de toras de primeiro desbaste de povoamentos de *Pinus taeda L.*

Operational analysis of a tractor in autocarregável log loading activity first thinning of *Pinus taeda L.*

Joniquel César Viganó [1]
Jean Alberto Sampietro [2]
Luís Henrique Ferrari [3]
Nilton Sérgio Novack Junior [4]
Erasmo Luis Tonett [5]
Eduardo Rech [6]
Vinicius Schappo Hillesheim [7]

[1] Universidade do Estado de Santa Catarina, dhonnyvigano@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

[2] Universidade do Estado de Santa Catarina, jean.sampietro@udesc.br
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

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

[4] Universidade do Estado de Santa Catarina, nsnovack.fl@gmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

[5] Universidade do Estado de Santa Catarina, erasmo.l@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

[6] Universidade do Estado de Santa Catarina, edudurech@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

[7] Universidade do Estado de Santa Catarina, viniciusschappo@yahoo.com.br
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

Resumo: O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo de tempos e movimentos, analisando a eficiência operacional, disponibilidade mecânica e técnica, e a produtividade do carregador florestal. Os dados foram coletados na fazenda Pedras Brancas, localizada no município de Lages – SC, o plantio florestal eram compostos por *Pinus taeda* L. com aproximadamente doze anos de idade, apresentando uma densidade de cerca de 1900 árvores por hectare antes do desbaste, e volume médio de 0,2249 m³. No estudo de tempos e movimentos verificou-se que na arrumação da carga na grua (ACG) e arrumação da carga no veiculo (ACV) consumiram 67% do tempo. Em relação às interrupções a maior porcentagem encontrada foi de 92%, que é pelo fato da máquina estar parada e ter um único operador para duas máquinas. A disponibilidade mecânica do carregador foi de 100%, pois, não ocorreu nenhum tipo de manutenção da máquina no momento do carregamento, já a disponibilidade técnica foi de 9%, a eficiência operacional foi de 28%, valor que pode ser explicado pelo fato de o carregador ter ficado grande parte do tempo parado, a produtividade efetiva média foi de 12,4 m³cc/he (ciclos/hora efetiva) e para a produtividade nominal média foi de 43,11 m³cc/he.
Palavras chave: Carregador, estudo de tempos e movimentos, produtividade, eficiência operacional.

Abstract:The aim of this work was to study time and motion, analyzing operational efficiency and mechanical availability technique, and the log loader productivity. Data were collected on the farm White Rocks, located in Lages - SC, forest planting consisted of Pinus taeda L. approximately twelve years old, with a density of about 1900 trees per hectare before thinning, and volume average of 0.2249 m³. In the time and motion study

it was found that the load on the crane arrangement (ACG) load and storage in the vehicle (ACV) consumed 67% of the time. In relation to the interruptions found the greatest percentage was 92%, which is the fact that the machine has to be stopped and a single operator for both machines. The mechanical availability charger was 100%, because there were no type of machine maintenance at the time of loading, as the technical availability was 0.091, operational efficiency was 28%, which can be explained by the fact that the charger have been stopped much of the time, the average effective yield was 12.4 m³cc / he (cycles / hour effective) and the average nominal yield was 43.11 m³cc / he.
Keywords: Charger, study time and motion, productivity, operational efficiency.

1. Introdução

O setor florestal se destaca como importante e relevante para o Brasil em diversas áreas. Do ponto de vista econômico, o setor tem sido responsável, anualmente, por aproximadamente 4% do Produto Interno Bruto (PIB). A estimativa total de empregos no segmento de florestas plantadas, em 2010, foi de 4,7 milhões, sendo os diretos 640,4 mil. A produção em toneladas de madeira no Brasil aumentou de 7,5 milhões em 2000 para 14,1 milhões em 2010 (ABRAF, 2011).

Segundo Machado (2008), existe uma tendência mundial de aumento do consumo de madeira. No Brasil, a taxa de crescimento anual deverá ser de 3%. Caso permaneça essa intenção, aumenta-se a importância de se ter um sistema de suprimento de madeira eficiente que requeira alternativas de formas de colheita que levem à sustentabilidade técnica, econômica e ambiental.

De acordo com Machado (1989), no setor florestal, a colheita da madeira e o transporte são as atividades mais importantes economicamente, pois representa 50% ou mais no custo final do produto.

O estudo de tempos e movimentos auxilia na análise do trabalho, com a finalidade de criar ou alterar sistemas de colheita para aumentar a eficiência e a produtividade e diminuir custos (VALVERDE et al, 1996).

O carregamento refere-se à operação em que a madeira é colocada no veículo de transporte, sendo um meio de ligação entre a extração e o transporte principal, podendo ser realizada de forma manual ou mecanizada, sendo este último o mais utilizado pelas empresas devido à sua elevada eficiência operacional (Minette et al., 2002). As operações de carregamento e descarregamento estão intimamente ligadas à produtividade dos veículos de transporte, uma vez que a etapa do carregamento seja bem planejada e organizada irá resultar em um menor custo de transporte da madeira.

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo de tempos e movimentos, analisando a eficiência operacional, disponibilidade mecânica e técnica, e a produtividade do carregador florestal.

2. Metodologia do Trabalho

2.1. Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na fazenda Pedras Brancas, localizada no município de Lages – SC. Segundo Köeppen é classificada como clima Cfb, temperado constantemente úmido. Apresentando temperatura média anual de 14,3 ºC.

O plantio florestal era composto por *Pinus taeda* L. com aproximadamente doze anos de idade, apresentando uma densidade de cerca de 1900 árvores por hectare antes do desbaste, e volume médio de 0,2249 m³.

2.2. Descrição do equipamento

Para o carregamento foi utilizado um trator Valmet 985 turbo, 4x4, acoplado a um carregador florestal Penzsaur 7,6m.

2.3. Coleta de Dados

Em primeiro lugar foi realizado um estudo piloto da operação do carregamento, a fim, de definir o número de observações necessárias para proporcionar um erro de amostragem máximo de 10%, segundo a metodologia proposta por Barnes (1968), por meio da seguinte expressão:

$$n \geq \frac{t^2 * CV^2}{E^2}$$

Onde: n = número mínimo de ciclos necessários; t= valor de t, para o nível de probabilidade desejado e (n – 1) graus de liberdade; CV = coeficiente de variação (%) e E = erro admissível, em porcentagem.

Em seguida, em função do número de observações definiu-se o número mínimo de ciclos estudados dentro do sistema de colheita. Para isso foi realizado a coleta de 101 ciclos do carregador.

2.4. Análise Técnica

A análise técnica do Carregador Florestal foi realizada através de parâmetros como: estudo de tempos e movimentos, eficiência operacional, disponibilidade mecânica, produtividade, e fatores que influenciem no desempenho do carregador.

2.4.1. Estudos de Tempos e Movimentos

Foi realizado um estudo de tempos e movimentos por meio do método de tempo contínuo, conforme metodologia descrita por Barnes (1977). O ciclo operacional do carregamento foi dividido nas seguintes etapas: DGV – deslocamento da grua vazia; ACG – arrumação da carga na grua; DGV – deslocamento da grua vazia; e ACV – arrumação da carga no veiculo. No estudo foi utilizado cronômetro centesimal, prancheta e formulários específicos.

2.4.2. Eficiência operacional, disponibilidade mecânica e técnica, e a produtividade

A eficiência operacional é necessariamente a quantidade de tempo em que realmente o carregador florestal, está executando a sua atividade de carregamento das toras do interior do talhão até a margem das estradas (Equação 1).

$$EOp = \frac{(TT - INT)}{TT} * 100 \qquad \text{(Eq. 01)}$$

Onde: Eop= eficiência operacional (%), TT= tempo total (horas), INT= tempo total das interrupções.

A disponibilidade mecânica busca determinar a quantidade de tempo em que à máquina esteja capaz mecanicamente para trabalhar sem interrupções (Equação 2).

$$DM = \frac{(TT - HM)}{TT} * 100 \qquad \text{(Eq. 02)}$$

Onde: DM= disponibilidade mecânica, TT= tempo total (horas), HM= tempo da máquina em manutenções preventivas ou corretivas (horas).

A disponibilidade técnica ou grau de utilização, resulta na regularidade em que a máquina é utilizada no tempo em que a mesma está disponível mecanicamente (Equação 3).

$$DT = \frac{HE}{(TT - HM)} * 100 \quad \text{(Eq. 03)}$$

Onde: DT= disponibilidade técnica ou grau de utilização (%),TT= tempo total (horas), HM= tempo da máquina em manutenções preventivas ou corretivas (horas).

A estimativa da produtividade do carregador florestal foi obtido por meio do volume médio das árvores, multiplicando pelo número de árvores arrastadas em cada ciclo, tendo o volume extraído por ciclo, sendo este dividido pelas horas efetivas do determinado ciclo (Equação 4).

$$Prod = \frac{VI*NA}{TE} \quad \text{(Eq.4)}$$

Onde: Prod= produtividade efetiva (m³cc/he), VI= volume individual de cada árvore (m³), NA= número de árvores carregadas por ciclo, TE= tempo efetivo do ciclo (he).

Os dados de número de árvores carregadas por ciclo, e tempo efetivo do ciclo são resultados do estudo de tempos e movimentos, e o volume médio individual dos inventários realizados na área do estudo.

3. Resultados e Discussão

3.1. Estudos de tempos e movimentos

A distribuição dos tempos efetivos do ciclo operacional do carregador florestal na operação do carregamento está na figura 1. De acordo com a figura abaixo esta sendo representada a porcentagem que corresponde às atividades do carregamento, sendo, que a que apresentou maior parte do ciclo se deu na arrumação da carga na grua com 35%, podendo ser explicada pelo fato de o operador ter pouca experiência na máquina, arrumação da carga no veiculo de transporte com 32%, também relacionada a pouca experiência, assim corresponde a 67% do ciclo, deslocamento da grua carregada com 18% e no deslocamento da grua vazia aparece com 15% do tempo efetivo.

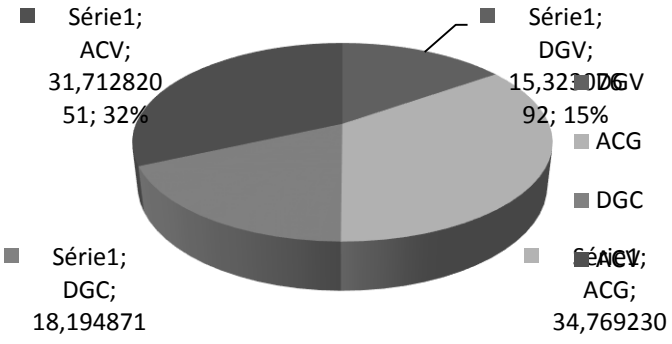


Figura 1. Distribuição dos tempos efetivos do carregador florestal.
Figure 1. Distribution of effective time log loader .

Na distribuição percentual dos tempos totais pode-se verificar que o maior tempo gasto foi como as interrupções, que representa 72% do tempo total e no deslocamento da grua vazia 4%, arrumação da carga na grua de 10%, deslocamento da grua carregada com 5% e arrumação da carga no veículo com 9% do tempo.

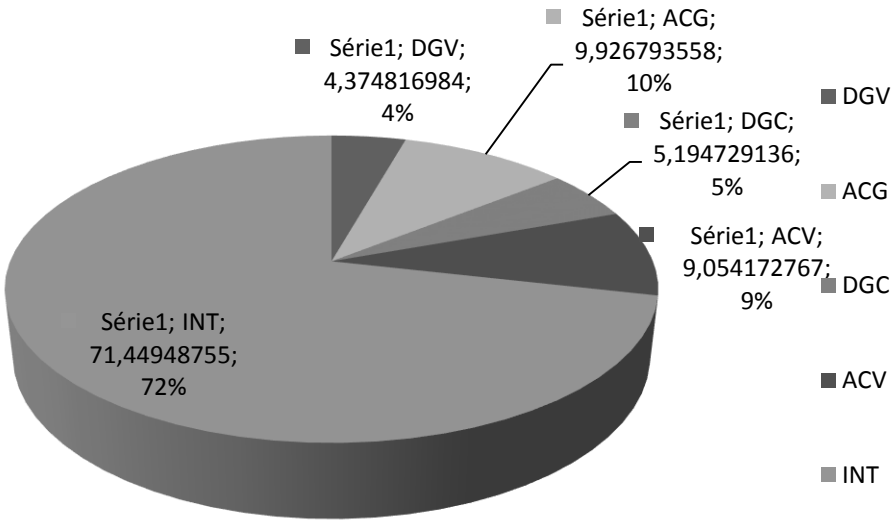


Figura 2. Distribuição dos tempos percentuais totais do Carregador Florestal.
Figure 2. Distribution of the total percentage times the Forest Loader .

Em relação às interrupções (figura 3), pode-se observar que a principal causa é em relação à máquina estar parada, o que equivale a 92% do ciclo operacional. Este valor pode ser explicado, pois, a área em estudo apresentava apenas um operador para duas máquinas que deveriam estar trabalhando de forma simultânea, sendo assim o operador do carregador florestal era o mesmo para o Forwarder.

Já o tempo correspondente para as outras atividades, como no deslocamento foi de 5%, arrumando estaleiro 2% e esperando caminhão 1%. Dessa forma, o único fator de forte influência foi à ausência de um operador exclusivo para o carregador florestal.

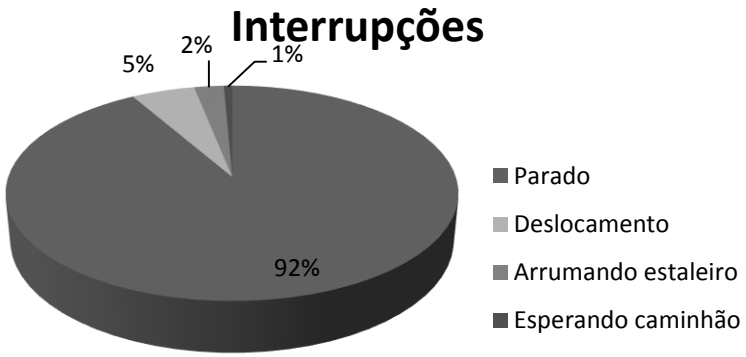


Figura 3. Distribuição percentual das interrupções no ciclo operacional do carregador florestal.
Figure 3. Percentage distribution of interruptions in the operating cycle of the forest loader .

3.2. Disponibilidade mecânica e técnica, eficiência operacional e produtividade.

A disponibilidade mecânica do carregador florestal encontrada foi de 100%, pois, não ocorreu nenhum tipo de manutenção da máquina no momento do carregamento, já a disponibilidade técnica foi de 9%, esse valor corresponde a quantidade em que a máquina é utilizada para o trabalho, ressaltando que não houve manutenções, e uma grande proporção do tempo o carregador passou por interrupções, fatores que resultaram neste baixo valor, ou seja, a máquina está sendo pouca usada quando poderia estar em operação. A eficiência operacional foi de 28%, valor que pode ser explicado pelo fato de o carregador ter ficado grande parte do tempo parado, como demonstrado na figura 3.

Já para a produtividade efetiva média foi de 12,4 m³cc/he e para a produtividade nominal média foi de 43,11 m³cc/he.

4. Conclusão

Na distribuição dos tempos efetivos do carregador florestal as operações que mais consumiram tempo dentro do ciclo foram à arrumação da carga na grua com 35% e a arrumação da carga no veiculo de transporte com 32%, podendo ser explicada pelo fato de o operador ter pouca experiência na máquina, as duas operações correspondem a 67% do tempo do ciclo.

Na distribuição dos tempos totais as interrupções foram de 72%, já parra as interrupções o valor encontrado foi de 92%, sendo que, a máquina se encontrava a maior parte do tempo parada, pois havia apenas um operador para duas máquinas.

A disponibilidade mecânica foi de 100%, não ocorrendo nenhum tipo de manutenção no momento do carregamento, já a disponibilidade técnica foi de 9%, valor baixo devido a máquina ter tido muitas interrupções.

Já a eficiência operacional foi de 28%, valor também baixo, isso devido à máquina ter ficado muito tempo parada, e para a produtividade efetiva média foi de 12,4 m³cc/he (ciclo/hora efetiva) e para a produtividade nominal média foi de 43,11 m³cc/he (ciclo/hora efetiva).

Referências Bibliográficas

Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico**: ano base 2010/ABRAF. - Brasília, 2011. 136p.

BARNES, R.M. **Estudos de movimentos e de tempos - projeto e medida do trabalho.** 6. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. 635 p.

BARNES, R. M. **Motion and time study:** design and measurement of work. 6.ed. New York: John Willey & Sons, 1968. 799 p.

MACHADO, C. C.; SILVA, E. N.; PEREIRA, R. S. O setor florestal brasileiro. In:
MACHADO, C. C. (Ed.) **Colheita florestal**. 2ª ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 15-42.

MACHADO, C. C. **Exploração florestal**, 6. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1989. 34 p.

VALVERDE, S. R. et al. **Análise técnica e econômica do arraste com "Skidder" no sistema de colheita de árvores inteiras de eucalipt**o. Revista Árvore, v.20, n.1, p.101-109, 1996.

Análise operacional de garra traçadora no processamento de E*ucalyptus* spp. para a geração de energia

Operational analysis grab chartplotter in processing *Eucalyptus* spp. energy generation

Eduardo Rech [1]
Jean Alberto Sampietro [2]
Luís Henrique Ferrari [3]
Nilton Sérgio Novack Junior [4]
Erasmo Luis Tonett [5]
Joniquel César Viganó [6]
Eliana Turmina [7]

[1] Universidade do Estado de Santa Catarina, edudurech@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

[2] Universidade do Estado de Santa Catarina, jean.sampietro@udesc.br
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

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

[4] Universidade do Estado de Santa Catarina, nsnovack.fl@gmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

[5] Universidade do Estado de Santa Catarina, erasmo.l@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

[6] Universidade do Estado de Santa Catarina, dhonnyvigano@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

[7] Universidade do Estado de Santa Catarina, elianaturmina@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

Resumo: Este estudo teve como objetivo realizar uma análise operacional em sistema de colheita mecanizada de madeira em povoamento de *Eucalyptus ssp* para a geração de energia. A máquina avaliada no presente estudo foi o trator florestal Timberjack 608 S acoplado de garra traçadora Dinamac para o traçamento de árvores no campo. A análise operacional foi realizada por meio do estudo de tempo, onde foram coletados os ciclos operacionais e interrupções. Através do ciclo operacional calculou-se os indicadores de desempenho operacional, dentre os quais: Disponibilidade mecânica (78%), grau de utilização (70%), eficiência operacional (55%) e produtividade nominal (95,67 m³/h) e efetiva (52,36 m³/he), sendo que essa última corresponde a produtividade real efetuada, pois leva em consideração as interrupções que ocorrem no processo.
Palavras-Chave: garra traçadora, indicadores de desempenho operacional, estudo de tempo, biomassa.

Abstract: This study aims to perform an operational analysis in mechanical harvesting system wood ssp Eucalyptus stand for power generation . The machine in this paper was the skidder Timberjack 608 S coupled chartplotter claw Dinamac for bucking trees in the field. The operational analysis was performed using the study time , which were collected cycle times and interruptions . Through the operating cycle was calculated the operational performance indicators , among which : mechanical availability (78%) , level of use (70%) , operational efficiency (55%) and nominal yield (95.67 m³ / h) and effective (52.36 m³ / h) , with the latter corresponds to made real productivity because it takes into account the disruptions that occur in the process.
Keywords : chartplotter claw, operating performance indicators , study time , biomass.

1. Introdução

O setor florestal brasileiro tem sido responsável, anualmente, por aproximadamente 4% do Produto Interno Bruto (PIB), gerando 600.000 empregos diretos, US$ 4,5 milhões em arrecadação de impostos e US$ 4,1 bilhões em divisas de exportação (GARLIPP, 1995).

Essa crescente do setor vem alavancando novas tecnologias onde os principais objetivos são a redução dos custos dos processos e o aumento da produtividade. O setor florestal brasileiro vem-se modernizando dia a dia, principalmente nas áreas de florestamento e reflorestamento. Essas áreas, por serem florestas homogêneas, possuem excelentes condições para a mecanização das atividades de colheita florestal, visando maiores rendimentos e menores custos por metro cúbico produzido (MALINOVSKI, 1993).

A colheita floresta, juntamente com o transporte, é a etapa mais onerosa e custosa de toda a operação florestal. Os custos de colheita e transporte florestal representam, em alguns casos, mais de 50% do custo total da madeira colocada na indústria. Diante disso, a racionalização das operações pode contribuir em muito para a redução dos custos operacionais, implicando a necessidade de estudos que visem à otimização das atividades (MOREIRA, 1992).

De acordo com Machado (2002), o sistema de colheita florestal pode ser definido como um conjunto de atividades para o fornecimento constante de madeira para a fábrica e variam em função do relevo, do padrão e produção da floresta, sortimento e uso final da madeira e das máquinas e equipamentos disponíveis. Os sistemas podem ser classificados quanto à forma da madeira manipulada na fase de extração, do local de processamento, e do grau de mecanização.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os elementos do ciclo operacional, bem como os indicadores do desempenho operacional de uma garra traçadora, para a produção de energia, na região de Mafra-SC.

2. Metodologia

2.1. Descrição do local

O presente estudo foi realizado na cidade de Mafra, localizada na microrregião do planalto norte de Santa Catarina. Seu clima é classificado segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) como mesotérmico, apresentando temperatura média anual relativamente baixa, com 17°C, e precipitação elevada, variando de 1250 a 1500 milímetros. A umidade relativa do ar está em torno de 85%.

A silvicultura da cidade apresenta forte desenvolvimento, destacando-se os gêneros de *Pinus* e *Eucalyptus*, sendo que o último é mais utilizado para a geração de energia.

2.2 Descrição do equipamento

A máquina base utilizado para o traçamento de madeira no campo foi a Timberjack 608 S, ano 1999, e o implemento utilizada foi uma garra traçadora Dinamac DC600.

2.3 Coleta de dados

Foi efetuado um estudo-piloto para verificar se a amostragem foi suficiente com um erro de amostragem máxima de 10%. Para efetuar esse cálculo foi utilizada a seguinte equação:

$$n \geq \frac{t^2 * CV^2}{E^2}$$

Sendo que: n= número de ciclos necessários para atingir o erro; t= valor da tabela t de Student, levando em consideração a probabilidade e o grau de liberdade; CV= coeficiente de variação; E= erro admissível.

2.4 Análise técnica

Para a análise técnica foi analisado diversos parâmetros. Sendo eles: Estudo de tempo e movimento; Disponibilidade mecânica; Grau de utilização; Eficiência operacional; Produtividade nominal e efetiva.

2.4.1 Estudo de tempo e movimento

Para esse estudo, o ciclo operacional foi dividido em: DV= deslocamento vazio; BC= busca; PR= processamento. A coleta dos dados se deu através de cronômetros centesimais.

Foi analisado o equipamento por 348 ciclos, analisando também as interrupções. Sendo que essas foram divididas em: Manutenção corretiva; Manutenção preventiva; Interrupções operacionais; Interrupções não operacionais.

2.4.2 Disponibilidade mecânica, eficiência operacional, grau de utilização, produtividade

A disponibilidade mecânica representa quanto do tempo total o equipamento esteve apto a trabalhar. Sendo expresso pela fórmula:

$$DM = \frac{(TT - HM)}{TT} * 100 \qquad \text{(Eq. 01)}$$

Onde: DM= disponibidade mecânica (%); TT= tempo total; HM= horas em manutenção.
Eficiência operacional significa quanto do tempo o operador está realmente exercendo sua função, ou seja, efetuando o traçamento no campo. É expresso pela fórmula:

$$EOp = \frac{(TT - INT)}{TT} * 100 \qquad \text{(Eq. 02)}$$

Onde: EOp= eficiência operacional (%), TT= tempo total (horas), INT= tempo total das interrupções.

Para o cálculo do grau de utilização, leva-se em conta o tempo que a máquina estava apta a trabalhar, mas por algum motivo não estava operando.

$$GU = \frac{HTrab}{(HTt - HM)} \qquad \text{(Eq. 03)}$$

Onde: GU= grau de utilização; HTrab= horas totais; HTt=horas totais; HM= horas de manutenção.

A produtividade foi obtida através do volume médio das árvores.

$$Prod = \frac{VI}{TE} \qquad \text{(Eq. 04)}$$

Onde: $Prod$= produtividade efetiva (m^3cc/he), VI= volume individual de cada árvore (m^3), TE= tempo efetivo do ciclo (he).

3. Resultados e discussão

A garra traçadora tinha o objetivo de efetuar o traçamento de árvores em toras de 2,20 metros. O gráfico 1 apresentará a distribuição do ciclo operacional da garra traçadora, não levando em consideração as interrupções.

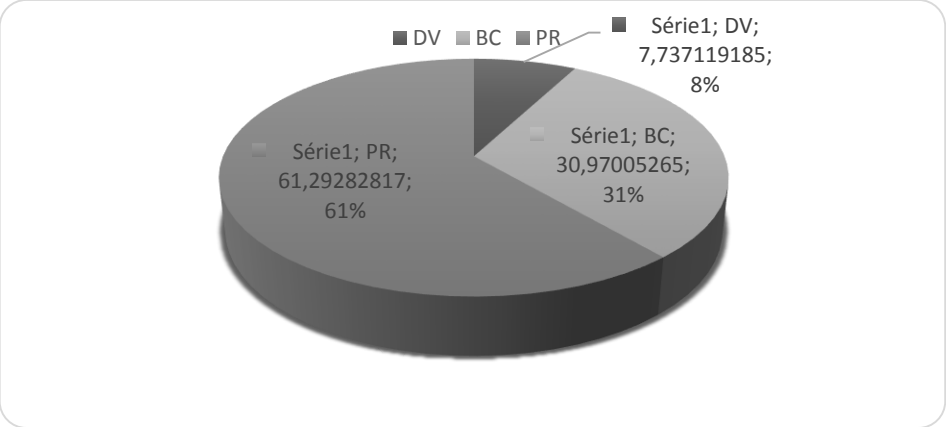


Figura 1. Elemento do ciclo operacional
Figure 1. Element operating cycle

Como pode ser verificado no gráfico 1, a maior parte do tempo a garra passa processando as árvores (61%), sendo que 31% do tempo ela busca a madeira e apenas 8% do tempo ela leva deslocando vazio.

Levando em consideração o volume das árvores, é de se esperar que ele leve mais tempo processando do que efetuando outras operações, pois cada árvore gera muitas toras de 2,2 metros, não havendo necessidade de busca e deslocamento.

O gráfico 2 apresenta o ciclo operacional juntamente com as interrupções, estas por sua vez tiveram influência considerável no desempenho da máquina.

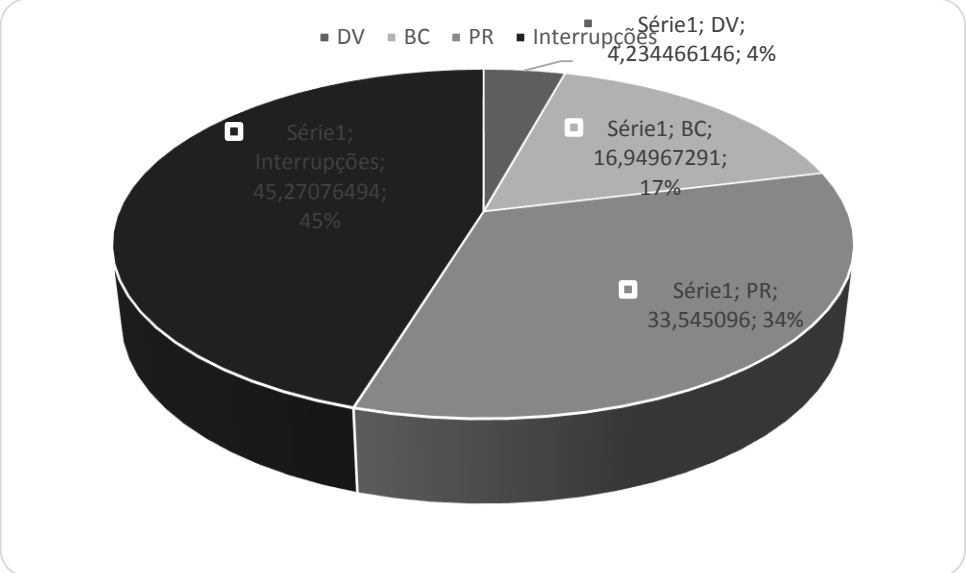


Figura 2. Ciclo operacional com interrupções
Figure 2. Operating cycle with interruptions

As interrupções representaram 45% do tempo do traçamento, um valor elevado, que pode ser parcialmente explicado pelo ano de fabricação da máquina.

Já o gráfico 3 apresenta apenas a distribuição das interrupções. Na qual elas foram classificadas em 4 classes.

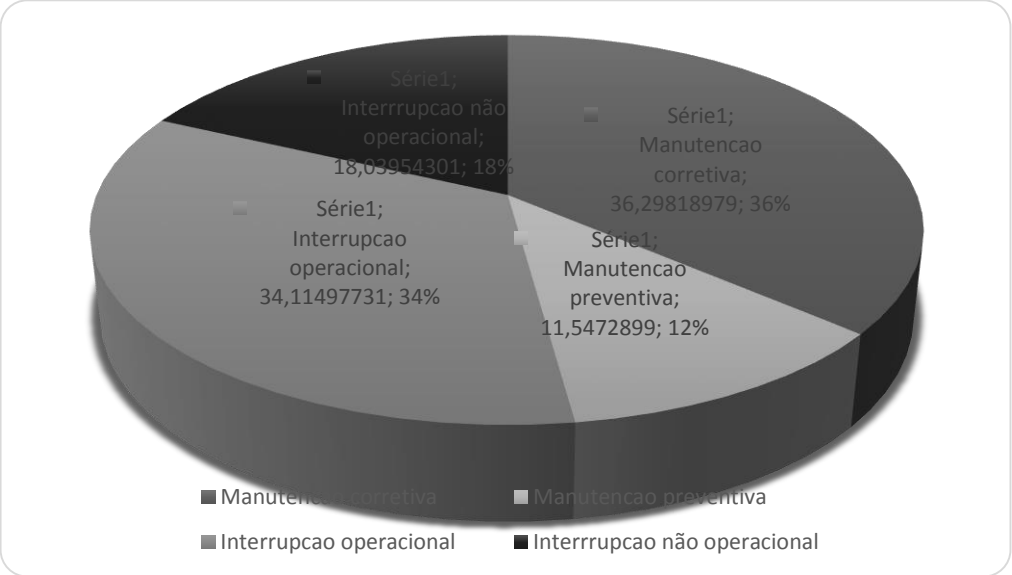


Figura 3. Distribuição percentual das interrupções no ciclo operacional do carregador florestal.
Figure 3. Percentage distribution of interruptions in the operating cycle of the forest loader.

Visualizando o gráfico 3, nota-se, que a maior parte das interrupções dá-se pela manutenção corretiva (36%) e interrupções operacionais (34%). A manutenção corretiva que mais demandou tempo foi a troca de corrente. Já para as interrupções operacionais os serviços mais onerosos foram arrumar as pilhas e organizar feixe de árvores para posterior traçamento.

Já as manutenções preventivas (12%) e as interrupções não operacionais (18%) não foram tão significantes na distribuição de tempo. Uma forma para diminuir as manutenções corretivas poderia ser o aumento de manutenções preventivas, com o objetivo de minimizar eventuais quebras.

A garra traçadora apresentou disponibilidade mecânica de 78%, esse parâmetro é muito importante para se verificar se está na hora ou não de trocar de máquina. A disponibilidade mecânica foi inferior aos estudos de Linhares et al. (2012), Santos et al. (2010) e Oliveira (2013) que encontraram valores de 86,6%, 90,3% e 80,1%, respectivamente. Apresentou também grau de utilização de 70%.

A produtividade nominal encontrada foi de 95,67 m³/h, ou seja, essa era a capacidade produtiva da máquina para processar levando em consideração que ela trabalhasse 100% do tempo. Como a eficiência operacional foi de 55%, a produtividade efetiva foi de 52,36 m³/hora efetiva. Essa produtividade é a produtividade real, levando em consideração as interrupções.

4. Conclusão

Dentre os elementos do ciclo operacional, 61% do tempo a máquina leva processando, 31% buscando as árvores e apenas 8% deslocando vazio.

As interrupções compreendem 45% do processo. Sendo que a manutenção corretiva e as interrupções operacionais são as mais frequentes, havendo uma necessidade de maiores avaliações preventivas.

A disponibilidade mecânica obteve valores inferiores ao encontrado na literatura, sendo que a quantidade de uso da máquina influencia diretamente na manutenção.

A produtividade real foi de 52,36 m³/ hora efetiva, sendo que ela foi muito afetada pelas interrupções.

Referências bibliográficas

GARLIPP, R.C.D. **O *boom* da certificação florestal**: é preciso garantir a credibilidade. Revista Silvicultura, São Paulo, v.17, n.61, p.17-22, 1995.

LINHARES, M.; et al. **Eficiência e desempenho operacional de máquinas harvester e forwarder na colheita florestal.** Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 42, n. 2, p. 212-219, abr./jun. 2012.

MACHADO, C,C; LOPES, E, S. Planejamento In: **Colheita florestal**, Viçosa, MG; UFV, Imprensa Universitária, 2002. 468 p.

MALINOVSKI, J. R. **Análise de tempos, movimento e esforços físicos em algumas atividades de corte e extração de** *Eucalyptus grandis*. Curitiba: UFPR, 1993. 44 p. Tese (Concurso de Professor Titular) - Universidade Federal de Paraná, 1993.

MOREIRA, M. F. **O desenvolvimento da mecanização na exploração florestal sob ótica dos custos.** In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 7., 1992, Curitiba. Curso... Curitiba: FUPEF, 1992. p.161-170.

OLIVEIRA, D. **Análise operacional e custos de sistema de colheita de madeira em povoamentos de Eucalipto.** 99f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro Oeste UNICENTRO, Irati/PR, 2013.

SILVA, E. N. et al. **Avaliação técnica e econômica do corte mecanizado de *Pinus* sp. com Harvester.** Revista Árvore, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 745-753, 2010.

Desempenho operacional do *harvester* em diferentes condições de declividade em primeiro desbaste de *Pinus taeda* L.

Operating performance of the harvester in different conditions of slope in the first thinning of *Pinus taeda* L.

Luís Henrique Ferrari[1]
Jean Alberto Sampietro[2]
Joniquel César Viganó[3]
Nilton Sérgio Novack Júnior[4]
Franciny Lieny Souza[5]
Erasmo Luis Tonett[6]

[1] Universidade do Estado de Santa Catarina, luishf.efl@gmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[2] Universidade do Estado de Santa Catarina, jean.sampietro@udesc.br
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[3] Universidade do Estado de Santa Catarina, dhonnyvigano@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[4] Universidade do Estado de Santa Catarina, nsnovack.efl@gmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[5] Universidade do Estado de Santa Catarina, francinylieny@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[6] Universidade do Estado de Santa Catarina, erasmo.l@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages - SC

Resumo. O objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho operacional de atividades de corte em primeiro desbaste de *Pinus taeda* L. aos dez anos de idade, utilizando um trator florestal *harvester John Deere* 160 DLC de esteiras equipado com cabeçote *Waratah* H270E em diferentes condições de declividade. A análise operacional consistiu em um estudo de tempos e movimentos, determinando-se a distribuição dos tempos consumidos no ciclo operacional do *harvester*, a disponibilidades técnica e mecânica, a eficiência operacional e produtividade em diferentes condições de declividade. Os resultados mostraram que o elemento que constitui a maior parte do ciclo efetivo do *harvester* foi o processamento com 32% do tempo total. As interrupções representaram 45% do ciclo total nas condições operacionais avaliadas, resultando em uma eficiência operacional de 55%. As disponibilidades mecânica e técnica tiveram como resultados 80,8% e 68,4%. Os valores de produtividade nominal e efetiva foram de 28,9 m^3cc/h e 16 m^3cc/he. Em geral, a declividade não afetou significativamente o desempenho operacional da máquina, mas houve uma tendência de aumento no tempo total de cada ciclo e, dessa forma, decorrendo em queda na produtividade do *harvester*.
Palavras-chave: Estudo de tempos e movimentos, colheita florestal, produtividade, operações florestais.

Abstract: The objective of this study was to analyze the operating performance of court activities in the first thinning of *Pinus taeda* L. to ten years of age, using a skidder harvester John Deere 160 DLC mats equipped with Waratah H270E head in different conditions of slope. The operational analysis consisted of a study of time and motion, determining the distribution of time consumed in the harvester's operating cycle, technical and mechanical availability, operational efficiency and productivity in different conditions of slope. The results shown that the element which is most effective in the harvester processing cycle was 32% of the total time. Interruptions accounted for 45% of the total cycle in the evaluated operating conditions, resulting in an operating efficiency of 55%. The mechanical and technical availabilities had the results 80.8% and 68.4%. The nominal and effective yields were 28.9 m3cc / h and 16 m3cc / he. In general, the slope did not significantly

affect the machine's operating performance, but there was an increasing trend in the total of each cycle time and thus, happening to fall on harvester productivity.
Keywords: Study time and motion, forest harvesting, productivity, forest operations.

1. Introdução

A mecanização das atividades de colheita e transporte florestal intensificou-se significativamente a partir da década de 1990, com a abertura do mercado brasileiro à importação de máquinas e equipamentos de países de maior tradição florestal (LOPES et al., 2007). Assim, o uso de novas tecnologias permitiu haver maior segurança, produtividade e competitividade nas operações em comparação à operações manuais e semimecanizadas.

Porém, é importante destacar que, dentre as etapas da produção florestal, as atividades de colheita e transporte de madeira representam 50%, ou mais, dos custos totais da madeira posta na indústria. Portanto, existe uma grande necessidade e pressão dentro das empresa florestais para que as atividades da colheita da madeira sejam otimizadas, por meio de melhorias na qualidade do produto e serviço, redução das perdas produtivas, melhorias na eficiência das máquinas, maximização da produtividade e minimização dos custos de produção (REZENDE et al., 1997).

Entretanto, ainda vale ressaltar que com a expansão de cultivos florestais no país, cada vez mais novos desafios vem surgindo, especialmente se tratando de operações em áreas acidentadas ou em condições topográficas desfavoráveis, as quais exigem um alto nível de planejamento e detalhamento, principalmente, para a colheita de madeira. Portanto, a análise e desenvolvimento de máquinas e equipamentos específicos para essas condições vem ganhando grande importância, com o objetivo de minimizar os custos, diminuir a necessidade de mão de obra e riscos de acidentes, e aumentar a produtividade (LIMA; LEITE, 2002).

Nesse sentido, Bramucci e Seixas (2002) em trabalhos desenvolvidos sobre o desempenho de *harvesters*, concluíram que a produtividade deste equipamento depende de diversos fatores dos quais se destacam a produtividade do povoamento e as condições de declividade. Já Stampfer e Loschek (1999), também estudando a inclinação do terreno sobre a produtividade de um *harvester* de esteiras, concluíram que a produtividade diminui com o aumento da inclinação do terreno.

Diante do exposto, a análise operacional de máquinas e sistemas de colheita se mostra essencial para o conhecimento da produtividade e eficiência visando a otimização dos recursos utilizados, tratando-se ainda de uma ferramenta para a comparação de sistemas e diferentes equipamentos e, ainda, podendo servir de base para a implantação de programas de gestão e controle das atividades, visando conseguir melhoria dos processos e redução dos custos.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar operacionalmente o desempenho do *harvester* em operações de derrubada e processamento da madeira de *Pinus taeda* L. em primeiro desbaste em diferentes condições de declividade.

2 Metodologia de Trabalho

2.1 Caracterização da área de estudo e do sistema de colheita

O estudo foi realizado no município de Lages, na região Serrana do Estado de Santa Catarina, sendo o clima, classificado segundo Köeppen como Cfb, temperado constantemente úmido, com verão, sem estação seca. A temperatura média anual varia de 13,8 a 15,8 ºC. A precipitação pluviométrica total anual pode variar de 1.360 a 1.600 mm e a umidade relativa do ar varia de 80 a 83%.

As áreas em que conduziu-se o estudo apresentavam relevo plano à ondulado, tendo cultivos de povoamentos de *Pinus taeda* L. que estavam com dez anos de idade, com densidade de 1904 árvores por hectare antes do desbaste, sendo altura média das árvores de 14,7 m, diâmetro à altura do peito (DAP) médio de 19,5 cm, e volume médio individual de 0,2249 m^3.

Na operação foram desbastados cerca de 43,2% do total do número de árvores dos povoamentos, sendo empregado nas operações a técnica de desbaste misto (sistemático mais seletivo), na qual foram cortadas sistematicamente as árvores da quinta linha de plantio e seletivamente árvores que apresentavam baixa sanidade, tortuosidade ou bifurcação.

O sistema de colheita utilizado era o de toras curtas (*cut-to-length*), sendo avaliado um *harvester* composto por máquina base (*purpose-built*) de esteiras da marca *John Deere*, modelo 160 DLC, equipada com cabeçote marca *Waratah*, modelo H270E, que realizava a derrubada e processamento das árvores em toras em dois comprimentos (1,90 e 2,30 m).

2.2 Análise do desempenho operacional

A análise do desempenho operacional foi realizada por meio de estudo de tempos e movimentos, sendo os dados coletados utilizando o método de cronometragem de tempo contínuo, com uso de um cronômetro digital centesimal, formulários específicos para registro dos dados e um hipsômetro, marca *TruPulse*, modelo TP200, para leitura de declividades.

Para o estudo, a operação foi subdividida nas seguintes fases ou elementos do ciclo: deslocamento vazio entre árvores (DV); busca e derrubada (BD); processamento da árvore (PR); e interrupções (INT).

O horizonte de amostragem foi determinado conforme metodologia proposta por Barnes (1977), sendo, primeiramente, realizado um estudo piloto e, então, calculado o número mínimo de observações do ciclo, de forma a proporcionar um erro de amostragem máximo de 5% à 95% de probabilidade de confiança, por meio da seguinte expressão (Equação 1):

$$n \geq \frac{t^2 * CV^2}{E^2} \qquad \text{(Eq.1)}$$

Onde: n = número mínimo de ciclos necessários; t = valor de t, para o nível de probabilidade desejado e (n – 1) graus de liberdade; CV = coeficiente de variação (%) e E = erro admissível, em porcentagem.

A partir dos dados coletados a campo, além dos tempos consumidos em cada fase da operação e as interrupções com suas respectivas causas, também foi calculada a disponibilidade mecânica (Equação 2), que significa o quanto do tempo a máquina está apta mecanicamente para trabalhar; a disponibilidade técnica ou grau de utilização (Equação 3), que é a proporção em que a máquina é utilizada no tempo em que está disponível mecanicamente; a eficiência operacional (Equação 4), que é a proporção de tempo em que efetivamente o *harvester* está exercendo a sua função de corte das árvores; e a produtividade da máquina (Equação 5) considerando, ainda, diferentes classes de declividade (0 ≤ 2; 2 ≤ 4; 4 ≤ 6; 6 ≤ 8; 8 ≤ 10; 10 ≤ 12; 12 ≤ 14; e > 14º), sendo as expressões:

$$DM = \frac{(TT - HM)}{TT} * 100 \qquad \text{(Eq.2)}$$

Onde: DM = disponibilidade mecânica (%); TT = tempo total programado para o trabalho (horas); HM = tempo da máquina em manutenções preventivas ou corretivas (horas).

$$DT = \frac{HE}{(TT - HM)} * 100 \quad \text{(Eq.3)}$$

Onde: DT = disponibilidade técnica ou grau de utilização (%); HE: horas efetivas em trabalho (horas); TT = tempo total programado para o trabalho (horas); HM = tempo da máquina em manutenções preventivas ou corretivas (horas).

$$EOp = \frac{(TT - INT)}{TT} * 100 \quad \text{(Eq.4)}$$

Onde: EOp = eficiência operacional (%); TT = tempo total programado para o trabalho (horas), INT = tempo total em interrupções.

$$Prod = \frac{VI}{TE} \quad \text{(Eq.5)}$$

Onde: Prod = produtividade efetiva (m³cc/he); VI = volume individual de cada árvore (m^3), TE = tempo efetivo do ciclo (he).

Na análise estatística dos dados, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, sendo realizada análise de variância para os tempos dos elementos do ciclo operacional e produtividade considerando como tratamentos as diferentes classes de declividade. Após análise de variância, havendo significância procedeu-se ao teste de médias por Tukey a 5% de significância.

Por fim, foi efetuada análise de regressão para verificar a relação entre a produtividade e a declividade, sendo a equação ajustada avaliada pelo coeficiente de determinação (R^2).

3. Resultados e Discussão

Durante o estudo, foram avaliados um total de 772 ciclos operacionais de trabalho do *harvester*, referentes ao ciclo do corte de uma árvore individual, sendo que o número mínimo de observações necessárias era de 339 considerando um erro de amostragem admissível de 5%.

Analisando a distribuição percentual do ciclo operacional do *harvester* na operação de derrubada e processamento de árvores de *Pinus taeda* L. (Figura 1), observou-se que o elemento que consumiu a maior parte do tempo total da operação foram as interrupções (45%), seguido de processamento de árvores com 32%, depois de busca e derrubada com 17% e, por fim, deslocamento vazio entre árvores com 6%.

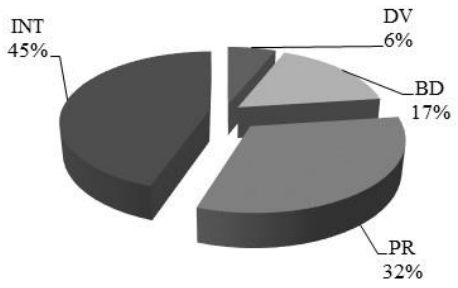


Figura 1. Distribuição percentual do ciclo operacional do *harvester*. DV: vazio entre árvores; BD: busca e derrubada de árvores; PR: processamento de árvores; INT: interrupções.

Figure 1. Percentage distribution of the harvester's operating cycle. DV: void between trees; BD: search and logging; PR: processing trees; INT interruptions.

Dentre as interrupções (Figura 2), a causa mais frequente de paradas foram motivadas por ações de manutenção preventiva, que representaram 41% do tempo. As ações de manutenção preventiva são realizadas com o objetivo da máquina base juntamente com o implemento trabalhem sempre na sua melhor possibilidade mecanicamente com redução da frequência de falhas. Na situação avaliada, os principais tipos de manutenções realizadas foram a afiação de correntes e lubrificação do cabeçote e conjunto de corte, além do abastecimento da máquina com combustível.

A segunda causa mais frequente de paradas foram por interrupções operacionais (28%), que ocorreram em função de atividades como retiradas e processamento de árvores mortas e caídas, e paradas para aguardar o trabalho da máquina da extração, no caso *forwarder*, e para requisição de combustível.

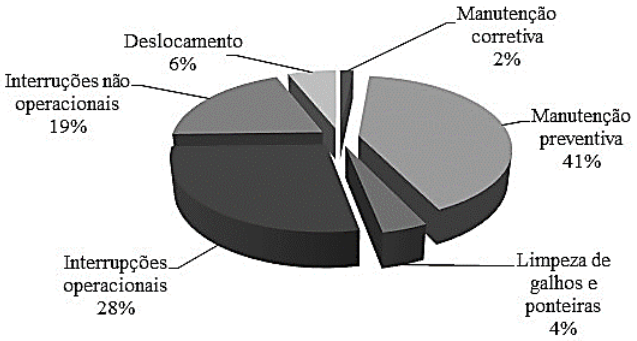


Figura 2. Distribuição percentual das interrupções no ciclo operacional do *harvester*.
Figure 2. Percentage distribution of interruptions in harvester operating cycle.

Já as interrupções não operacionais (19%), ocorreram, principalmente, por causa da máquina estar ociosa, não realizando nenhum tipo de ação. Tal, proporção de tempo é relevante e demonstra a necessidade de otimização do tempo de trabalho da máquina, visando aumentar sua eficiência operacional.

Observando a distribuição do ciclo operacional efetivo de trabalho (Figura 3), ou seja, excluindo as interrupções, foi possível observar que o processamento de árvores (que consistiu no desgalhamento, destopamento, medição e traçamento de toras) foi o elemento efetivo que mais consumiu tempo na operação, correspondendo a 59% do ciclo.

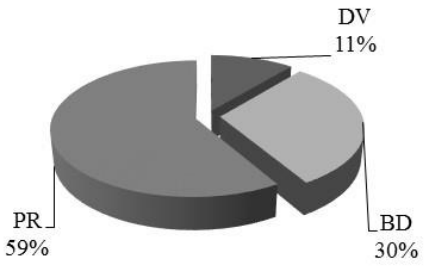


Figura 3. Distribuição percentual do ciclo operacional efetiva do *harvester*. DV: vazio entre árvores; BD: busca e derrubada de árvores; PR: processamento de árvores.
Figure 3. Percentage distribution of effective operational cycle harvester. DV: void between trees; BD: search and logging; PR: processing trees.

Tal resultado advém da necessidade de diversas passadas dos rolos do cabeçote pelos troncos das árvores durante o desgalhamento, destopamento, medição e traçamento, principalmente em indivíduos com bifurcação, tortuosidade ou presença de galhos grossos. Além disso, em muitas ocasiões, o operador tinha que acionar o sabre do implemento mais de uma vez para poder realizar o traçamento de toras, o que despendia mais tempo, sendo isso devido à afiação inadequada da corrente ou falta desta.

Resultado semelhante foi relatado por Lopes et al. (2007) em avaliação de um *harvester* que, mesmo trabalhando em corte raso de povoamentos de pinus com idade de 15 anos, observou que o elemento processamento das árvores consumiu cerca de 57,2 % do tempo total do ciclo. Porém, na situação avaliada pelos autores, o tempo relativo despendido em deslocamentos foi inferior comparado ao presente trabalho (9 %), o que é um fato esperado, uma vez que em desbastes se visa cortar parcialmente o número de árvores de um povoamento, o que gera maior necessidade deslocamento da máquina na operação.

Por meio da análise de variância, verificou-se que somente a etapa de processamento (PR) obteve variação significativa em função da declividade do terreno (Tabela 1), enquanto a produtividade, que é o parâmetro de maior importância, não apresentou significância quanto à esse fator.

Tabela 1. Análise de variância para os tempos dos elementos do ciclo operacional e produtividade em função da declividade do terreno.
Table 1. Analysis of variance for the operational cycle time elements and productivity due to the land slope.

Fator de variação	DV	BD	PR	TT	Produtividade efetiva
	Valor de F e Significância				
Declividade	1,05 ns	1,20 ns	2,99**	2,61 ns	1,21 ns

**significativo a 1 %; *significativo a 5 %; %; ns não significativo; DV: vazio entre árvores; BD: busca e derrubada de árvores; PR: processamento de árvores; TT: tempo total do ciclo efetivo.

Por meio da Figura 4, observou-se que não existiu tendência clara de aumento do tempo dos elementos do ciclo em função da condição de declividade do terreno, o que pode ser explicado pela grande dispersão valores obtidos nas diferentes classes de declividade.

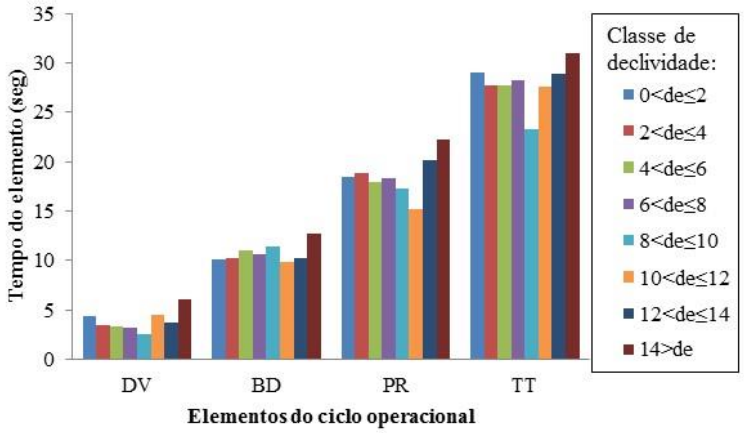


Figura 4. Tempos efetivos médios consumidos pelo *harvester* em cada elemento do ciclo nas determinadas classes de distância de declividade; DV: deslocamento vazio entre árvores; BD: busca e derrubada; PR: processamento de árvores; TT: tempo total do ciclo.
Figure **4.** Average effective times consumed by harvester on each element of the cycle in certain classes away slope; DV: Empty displacement between trees; BD: search and overthrow; PR: processing trees; TT: total cycle time.

Quanto às disponibilidades mecânica e técnica do *harvester*, durante o período estas foram de 80,8% e 68,4% respectivamente. A disponibilidade mecânica foi inferior ao do estudo de Linhares et al. (2012) que encontraram um valor de 86,6%, porém, foi superior ao resultado de 80,1% obtido por Oliveira (2013). Em geral, um valor adequado de disponibilidade mecânica para máquinas florestais está em torno de 92%, para equipamentos novos e 85% para equipamentos com maior tempo de uso (FONTES; MACHADO, 2002).

Em relação à eficiência operacional, esta foi de 55%, sendo inferior aos resultados de Lopes et al. (2007) e Oliveira (2013) que obtiveram resultados de eficiência operacional de 80,3% e 64,1%, respectivamente, podendo também ser considerada baixa, uma vez que foi menor ao valor sugerido por Machado (1989), que cita que o valor adequado desse parâmetro deve ser no mínimo de 70%.

A produtividade nominal ou capacidade produtividade média do *harvester* foi de 28,9 m^3cc/h, contudo, considerando a presente eficiência operacional chegou-se à valor de produtividade efetiva de 16,0 m^3cc/he. Tal valor foi inferior ao encontrado por Lopes et al. (2007) onde estes observaram uma produtividade média de 32,7 m^3cc/he, porém, justifica-se o valor mais baixo no presente estudo, pois no estudo dos referidos autores o volume médio das árvores foi superior, além do trabalho ter sido em corte raso, o que ocasionou tal diferença.

Entretanto, é fato que a produtividade efetiva poderia ter sido superior se comparada à capacidade produtiva do equipamento, uma vez que a eficiência foi baixa em função alta percentagem de interrupções que tiveram influência considerável no tempo do ciclo operacional da máquina, assim. comprometendo a produtividade do processo como um todo, haja vista que representou 45% do tempo total operacional.

Isso demonstra a necessidade de medidas visando a redução de tempos improdutivos, tais como melhoria no planejamento operacional, para redução de tempos de deslocamentos da máquina e outras paradas não operacionais; e melhoria na eficiência da manutenção mecânica associado à intensificação das verificações diárias e abastecimento durante as trocas, ao final ou no início do turno. Além disso, é importante salientar que a eficiência operacional pode variar conforme o nível de treinamento recebido pelo operador, da experiência na função, da melhor adaptação da máquina ao operador e, principalmente, da quantidade de perda ou impedimento de trabalho através de paradas (CANTO, 2003)

Por fim, ao verificar a variação da produtividade em função da declividade do terreno (Figura 5), foi possível observar que somente a partir de 10° de declividade a produtividade do *harvester* tendeu a diminuir.

Assim, em função desta tendência, foi possível ajustar uma equação de regressão (equação 6) para estimativa da produtividade em função da declividade do terreno, conforme abaixo:

$$Prod = 14{,}546 + 0{,}6075\ Dec - 0{,}0482\ Dec^2 \quad \text{(Eq.6)}$$

$$R^2 = 19{,}78\%$$

Onde: Prod = produtividade efetiva (m³cc/he); Dec = declividade do terreno (°); e R^2 = coeficiente de determinação.

Como pode ser visto, o fator declividade do terreno pode explicar cerca de 20% da variação da produtividade do *harvester*, dessa maneira, pode se inferir que existem outros fatores influenciando a produtividade da máquina e, portanto, deve se ter cautela no emprego de tal equação, limitando5-a somente para condições estudadas.

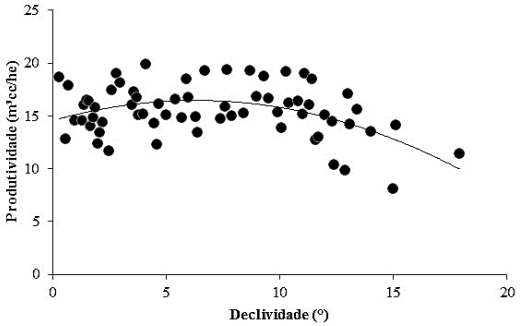


Figura 5. Influência da declividade sobre a produtividade efetiva do *harvester*.
Figure 5. Influence of slope on the effective productivity of the harvester.

4. Conclusões

As interrupções foram responsáveis por grande parte do tempo total ciclo operacional da máquina, demonstrando a necessidade de planejamento eficiente das atividades, bem como do estabelecimento de medidas visando à otimização do ciclo operacional.

A fase ou elemento do ciclo operacional efetivo que foi o responsável pelo maior dispêndio de tempo no ciclo operacional do *harvester* foi o processamento, o que ocorreu devido às condições de operação e características do povoamento,

Não houve influência significativa da declividade do terreno nos tempos do ciclo operacional e na produtividade do *harvester*, mas percebe-se que acima de 10° houve acréscimo nos resultados de tempos totais do ciclo operacional e uma redução na produtividade.

A declividade do terreno explicou cerca de 20% da variação da produtividade do *harvester* e, dessa forma, demonstrando ser um fator importante a ser considerado em estudos e análises visando a otimização e planejamento operacional.

Referências Bibliográficas

BARNES, R.M. **Estudos de movimentos e de tempos - projeto e medida do trabalho.** Tradução da 6ª ed. Americana. São Paulo, 1977.

BRAMUCCI, M.; SEIXAS, F. Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de "harvesters" na colheita florestal**. Scientia Forestalis**, n. 62, p. 62-74, 2002.

CANTO, J.L. **Avaliação de desempenho operacional de Harvester e Forwarder na colheita de *Pinus taeda***. 2003. 54f. Relatório de Estágio (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

FONTES, J. M.; MACHADO, C. C. **Manutenção mecânica**. In: MACHADO, C. C. (Ed.). Colheita florestal. Viçosa: UFV, 2002. p. 243-291.

LIMA, J.S.S.; LEITE, A.M.P. Mecanização. In: MACHADO, C.C. (Org). **Colheita florestal.** Viçosa: UFV / Imprensa Universitária, 2002. p.33-54.

LINHARES, M.; et al. Eficiência e desempenho operacional de máquinas harvester e forwarder na colheita florestal. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 212-219, 2012.

LOPES, E. S.; CRUZINIANI, E.; DIAS, A. N.; FIEDLER, N. C. Avaliação técnica e econômica do corte de madeira de Pinus com cabeçote harvester em diferentes condições operacionais. **Floresta**, v.37, n.3, p. 305-313 2007.

MACHADO, C.C. **Exploração florestal**, **6**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1989. 34 p.

OLIVEIRA, D. **Análise operacional e custos de sistema de colheita de madeira em povoamentos de Eucalipto.** 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro Oeste UNICENTRO, Irati/PR, 2013.

REZENDE, J.L.; FIEDLER, N.C.; MELLO, J.M.; SOUZA, A.P. **Análise técnica e de custos de métodos de colheita e transporte florestal.** Lavras: UFLA, 1997. 50p. (Boletim Agropecuário, 22)

STAMPFER, K.; LOSCHEK, J**.** Harvester operations increase productivity of cable extraction systems**. Österreichische Forstzeitung** (Arbeit im Wald), Wien, v.110, n.2, p.4-6, 1999.

Análise técnica de um trator com garra traçadora em operações de pátio na produção de madeira de *Eucalyptus* ssp.

Technical analysis of a tractor with grapple saw in yard operations of *Eucalyptus* ssp. wood production

Franciny Lieny Souza[1]
Eliana Turmina[2]
Jean Alberto Sampietro[3]
Luís Henrique Ferrari[4]
Eduardo Rech[5]

[1]Universidade do Estado de Santa Catarina, francinylieny@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[2] Universidade do Estado de Santa Catarina, eliana_turmina@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[3]Universidade do Estado de Santa Catarina, jean.sampietro@udesc.br
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[4] Universidade do Estado de Santa Catarina,luishf.efl@gmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[5] Universidade do Estado de Santa Catarina, edudurech@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages - SC

Resumo: Este trabalho objetivou realizar uma análise operacional tecnica em sistema de colheita mecanizada de madeira em povoamento de *Eucalyptus* ssp., na atividade de traçamento, carregamento e descarregamento de madeira no pátio, as quais eram realizadas por maquina trator florestal Valtra BM 125 I acoplado de garra traçadora Dinamac. A análise operacional foi realizada por meio de estudos de tempos e movimentos, sendo avaliados os elementos do ciclo operacional. Com estes dados determinou-se e a produtividade efetiva e nominal das três atividades, grau de utilização (81,6%), disponibilidade mecânica (90,5%), eficiência operacional (64,1%) também foi obtida a produtividade efetiva média geral a qual se refere as três operações ((22,5 metro cúbico com casca hora efetiva ($m^3cc\ he^1$)). O resultado de distribuição do tempo entre atividades mostra que o traçamento/processamento das torras demanda a maior quantidade de tempo da máquina (44%), seguida das interrupções com 36%, este alto valor de interrupções se deve a grande quantidade de deslocamento da máquina e organização das pilhas principalmente.
Palavras-chave: operações florestais, traçamentode toras, carregamento florestal, estudo de tempos e movimentos.

Abstract: This study aimed to conduct a technical operational analysis wooden mechanical harvesting system in stand of *Eucalyptus* ssp., In tracing activity, loading and unloading of wood in the yard, which were made by machine forestry tractor Valtra BM 125I coupled claw chartplotter Dinamac. The operational analysis was performed through studies of times and movements, and examining the elements of the operating cycle. With this data was determined and the effective and nominal productivity of the three activities, degree of utilization (81.6%), mechanical availability (90.5%), operational efficiency (64.1%) was also obtained the average effective yield which generally refers to all three operations ((22,5 cubic meter minute with an effective shell ($m^3cc\ he^1$)). The result of the time distribution of activities shows that the bucking / torras processing demands the largest amount of machine time (44%), followed by interruptions with 36%, this high value of interruptions is due to large amount of displacement of the machine and organization of cells mainly.
Keywords: chartplotterclaw , bucking patio , analyze technical and time and motion.

1. Introdução

O setor florestal se destaca como importante e relevante para a economia e a sociedade brasileira, contribuindo com uma parcela importante para a geração de produtos, tributos, divisas, empregos e renda, além de ser um setor estratégico no fornecimento de matéria-prima para o desenvolvimento da indústria de base florestal.

Atualmente a área de florestas plantadas no Brasil atingiu 7,60 milhões de hectares em 2013, crescimento de 2,8% em comparação ao ano anterior, sendo os plantios de árvores do gênero *Eucalyptus* correspondentes a 72,0% desse total e o gênero *Pinus* a 20,7%. No entanto, apesar do país possuir uma área de florestas plantadas inferior a China, Estados Unidos da América e Índia, contribui anualmente com 17% de toda a madeira colhida em todo mundo, o que é virtude da produtividade dos plantios serem superiores em comparação aos outros países produtores de madeira (IBÁ, 2014).

Entretanto, dentre as etapas de produção florestal, as operações de colheita de madeira se destacam por ser a etapa mais importante economicamente devido sua elevada participação no custo final do produto e, consequentemente dos riscos de perdas envolvidos, sendo responsável por mais de 50% do custo da madeira posta na indústria. Assim, em função dessa onerosidade, justifica-se a análise dos fatores técnicos, econômicos, ambientais, ergonômicos e sociais que interferem na forma de execução das operações (MACHADO et al., 2008).

Diante disso, as maiores empresas produtoras de madeira do Brasil tem demonstrado preocupação na definiçãodo melhor modelo de colheita de madeira para uso em diversas condições, uma vez que os sistemas de colheita devem ser balanceados com base nas características da floresta, tipo de máquinas aserem empregadas e intensidade das operações de colheita, refletindo na eficiência operacional, produtividade, sustentabilidade e retorno financeiro (AKAY et al., 2004; ROBERT, 2013).

Por isso, a análise operacional de máquinas e sistemas de colheita torna-se essencial para o conhecimento da produtividade e eficiência visando a otimização dos recursos utilizados, tratando-se ainda de uma ferramenta para a comparação de sistemas e diferentes equipamentos e, ainda, podendo servir de base para a implantação de programas de gestão e controle das atividades, visando conseguir melhoria dos processos e redução dos custos.

Dessa forma, em vistas a contribuir para o suprimento dessa carência, o presente estudo objetivou analisar tecnicamente o desempenho de um trator com garra traçadora em operações de pátio na produção de madeira proveniente de corte raso de povoamentos de *Eucalyptus* ssp..

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Caracterização da área de estudo, do sistema de colheita e equipamento avaliado

O presente estudo foi realizado em áreas operacionais de uma empresa localizada no município de Mafra, Região do Planalto Norte do Estado de Santa Catarina. O relevo das áreas era caracterizado por ser plano à ondulado.

Nas áreas, a empresa possuía povoamentos de *Eucalypytus* ssp. em espaçamento de plantio de 3 x 1,80 m (densidade de 1500 árvores por ha), que ao final do ciclo de rotação com 14 anos de idade, apresentavam altura média comercial de 26,0m, diâmetro à altura do peito médio de 23cm e volume médio por árvore de 0,308m^3. O objetivo final da produção de madeira era para uso energético, ou seja, toras para alimentação de caldeiras em processo industrial.

A colheita do povoamento florestal era em regime de corte raso, utilizando o sistema de colheita de árvores inteiras (*fulltree*) à "frio", sendo primeiramente realizada a derrubada das árvores por um trator florestal *feller buncher*. Em seguida, após cerca de 180 dias, era realizada a extração das árvores por arraste por um trator agrícola equipado com correntes, posteriormente, as árvores eram pré-processadas em toras de 2,20 m utilizando uma máquina base de esteiras equipada com garra traçadora ou um trator agrícola equipado com garra traçadora, ocorrendo, em sequência, o carregamento das toras em veículo de carga, que transportavam a madeira até pátios intermediários, onde ocorria o processamento final da madeira em toras de 1,10 m e, por fim, havendo o carregamento destas em veículos de carga para transporte final.

No presente estudo, foram avaliadas as operações de pátio que consistiam no descarregamento das toras que advinham do campo com 2,20 m de comprimento, o processamento destas em seções de 1,10 m e o posterior carregamento da madeira em veículos de carga para o transporte final. Todas essas operações eram realizadas por um trator agrícola, marca *Valtra*, modelo BM 125i, acoplado com uma garra traçadora, marca *Dinamac*, sendo as especificações técnicas apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1.Principais especificações técnicas do equipamento avaliado no estudo.
Table 1.Principais specifications techniques evaluated in the study equipment.

Especificação	Descrição
Trator	
Marca	*Valtra*
Modelo	BM 125i
Motor	AGCO POWER 420DSA
Potência	132 cv (96,7 kW)
Tração	4 x 4
Tipo de rodado	Pneus
Peso máximo permitido	7.392kgf
Tempo de uso	±7 anos
Implemento (grua)	
Marca	*Dinamac*
Área de abertura da grua	0,576m^2
Tempo de uso	± 2 anos

2.2 Análise operacional e processamento de dados

A análise operacional foi realizada por meio de estudo de tempos e movimentos, sendo os dados coletados utilizando o método de cronometragem de tempo contínuo, com uso de um cronômetro digital centesimal e formulários específicos para registro dos dados.

Para o estudo, as operações que o equipamento realizava foram subdivididos em fases ou elementos do ciclo operacional. Os elementos do ciclo na operação de "descarregamento" de toras de 2,20 m foram subdivididos em: deslocamento da grua vazia e arrumação da carga na grua (DVAC); e deslocamento da grua carregada e arrumação da carga no pátio (DCAP). Na operação de "processamento" de toras em seções de 1,10 m, os elementos do ciclo foram subdivididos em: deslocamento vazio da máquina (DV); busca e posicionamento de feixes de toras para processamento (BC); e processamento de feixes de toras (PR). Por fim, na operação de "carregamento" das toras de 1,10 m em veículos de transporte, os elementos do ciclo foram subdivididos em: deslocamento da grua vazia e arrumação da carga na pilha (DGVAC); e deslocamento da grua carregada e arrumação da carga no veículo (DGCAV).

Além dos tempos consumidos nos elemento do ciclo operacional de cada operação, também foram coletados todos os tempos referentes às interrupções de trabalho, ou seja, os tempos considerados improdutivos.

O horizonte de amostragem foi determinado conforme metodologia proposta por Barnes (1977), sendo, primeiramente, realizado um estudo piloto em cada operação e, então, calculado o número mínimo de observações do ciclo, de forma a proporcionar um erro de amostragem máximo de 5% à 95% de probabilidade de confiança.

A partir dos dados coletados, além dos tempos consumidos em cada fase das operações e as interrupções com suas respectivas causas, também foi calculada a disponibilidade mecânica,o grau de utilização, a eficiência operacional e a produtividade do equipamento para a operação em geral e para cada operação individual.

3. Resultados e Discussões

Durante o estudo, foram avaliados um total de 506 ciclos operacionais de trabalho do equipamento na operação de descarregamento da madeira, sendo que o número mínimo de observações necessárias era de 134 considerando um erro de amostragem admissível de 5%. Para a operação de processamento foram coletados 819 ciclos operacionais, enquanto o estudo piloto mostrou a necessidade de coleta de 106 ciclos. E, ao final, para a operação de carregamento foram coletados 422 ciclos operacionais, sendo que o estudo piloto demonstrou uma necessidade de 228 ciclos para atender a um erro máximo admissível de 5% à 95% de probabilidade de confiança.

Observando a distribuição percentual do tempo total de toda a operação, foi possível verificar que o equipamento se encontrou em maior parte do tempo realizando a atividade de processamento (44%). As interrupções e o carregamento corresponderam a 36 e 11% do tempo total, respectivamente. E somente 9% do tempo foi consumido pela atividade de descarregamento (Figura 1).

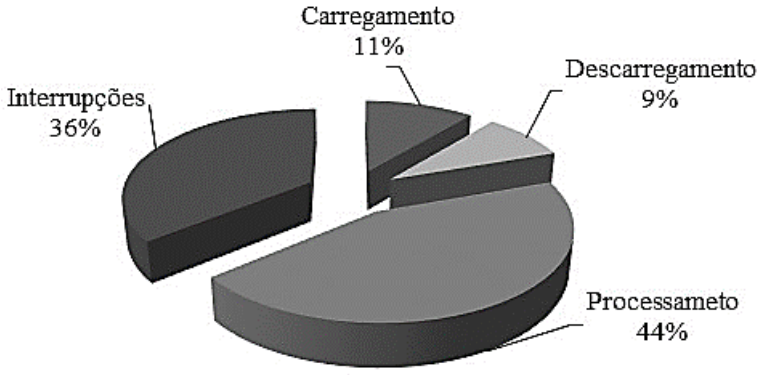


Figura 1. Distribuição percentual do tempo total operacional do trator com garra traçadora nas operações de descarregamento, processamento, carregamento e interrupções.
Figure 1. Percentage distribution of the tractor operating full time with chartplotter claw in unloading, processing , loading and interruptions.

Dentre os tempos da operação de descarregamento, em média a duração do ciclo efetivo foi de 22,6 s (±8), sendo que 54,6% do tempo foi consumido pelo elemento de deslocamento da grua vazia e arrumação da carga na grua e outros 45,4% do tempo pelo elemento de deslocamento da grua carregada e arrumação da carga no pátio (Tabela 2).

Em relação à operação de processamento, o elemento que mais despendeu tempo foi a busca e posicionamento de feixes de toras (65,8%), sendo consumido, em média, 40,3 s (±18) para executar em subetapa. O processamento de feixes de toras foi o segundo elemento que mais consumiu tempo, sendo despendido, em média, 31,5 (±13) para a execução desta subetapa, o que equivale à 29,9% do tempo total do ciclo efetivo. Por fim, o deslocamento vazio da máquina consumiu, em média, 4,5 s (±55), sendo relativamente o elemento que menos despendeu tempo na operação (4,3%) e teve que maior variabilidade, pois essa ocorria conforme a necessidade de organização da operação e do processo no pátio. Em média, a duração de um ciclo efetiva nesta operação requesitou 76,3 s (±22) (Tabela 2).

Tabela 2.Tempos médios (±desvio padrão) consumidos e distribuição percentual dos elementos do ciclo operacional efetivo em cada operação (descarregamento, processamento e carregamento) do trator com garra traçadora.
Table 2.Tempos mean (± standard deviation) consumed and percentage distribution of the elements of effective operational cycle in each operation (unloading, processing and loading) tractor with chartplotter claw .

Operação: descarregamento de toras de 2,20 m		
Elemento	**Tempo médio (s)**	**% de tempo**
Deslocamento da grua vazia e arrumação da carga na grua	12,3 (±7)	54,6
Deslocamento da grua carregada e arrumação da carga no pátio	10,2 (±3)	45,4
Total	*22,6 (±8)*	*100*
Operação: processamento de toras em seções de 1,10 m		
Elemento	**Tempo médio (s)**	**% de tempo**
Deslocamento vazio da máquina	4,5 (±55)	4,3
Busca e posicionamento de feixes de toras	40,3 (±18)	65,8
Processamento de feixes de toras	31,5 (±13)	29,9
Total	*76,3 (±22)*	*100*
Operação: carregamento de toras de 1,10 m		
Elemento	**Tempo médio (s)**	**% de tempo**
Deslocamento da grua vazia e arrumação da carga na pilha	14,4 (±8)	41,0
Deslocamento da grua carregada e arrumação da carga no veículo de transporte	20,7 (±10)	59,0
Total	*35,1 (±13)*	*100*

Quanto à operação de carregamento, a duração média do ciclo foi de 35,1 s (±13), sendo o elemento de deslocamento da grua carregada e arrumação da carga no veículo de transportemais dispendisioso em termos de consumo de tempo (59% e 20,7 s por ciclo) do que o elemento de deslocamento da grua vazia e arrumação da carga na pilha, que consumia, em média, 14,4 s (±8), equivalente à 41% do tempo do ciclo operacional nesta operação.

Esse resultado é semelhante ao relatado por Santos et al. (2009), os quais justificaram este fato em função da baixa qualidade de organização das pilhas de madeira, afetando a atividade de carregamento. No presente trabalho, a qualidade de organização das pilhas pode ser considerada boa, sendo o resultado explicado mais em função da necessidade de se otimizar a carga no veículo de transporte e isso, consequentemente, despendia mais tempo.

Dentre as causas de interrupções (Figura 2), observou-se que 50% foram motivadas por paradas operacionais, que ocorreram, sobretudo, devido à necessidade de suporte a veículos

de transporte (guinchamento), como também por deslocamentos entre áreas e dentro do pátio e, ainda, para arrumação e organizaçãodas pilhas de toras.

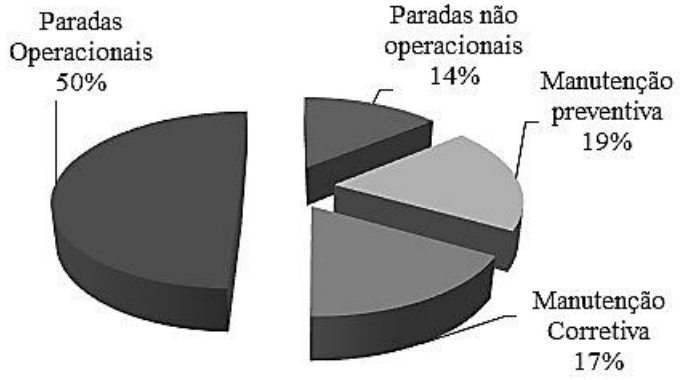


Figura 2. Distribuição percentual dos elementos das interrupções do trator com garra traçadora.
Figure 2. Percentage distribution oftractor with grapple saw interruption elements.

As paradas em função de manutenção, somando as corretivas e preventivas, corresponderam à 36 % do tempo em interrupções, sendo os principais motivos a necessidade de abastecimento e trocas da corrente do sabre do cabeçote.

E as paradas não operacionais (14 %) ocorreram, principalmente, devido ao equipamento estar ocioso, não realizando nenhum tipo de ação. Tal, proporção de tempo é relevante e demonstra a necessidade de otimização do tempo de trabalho da máquina, visando aumentar sua eficiência operacional.

Quanto à disponibilidade mecânica e grau de utilização durante o período avaliado, estas foram de 90,5 e 81,6%, respectivamente. O valor de disponibilidade mecânica encontrado foi superior ao resultado obtido por Fiedler et al. (2008) que avaliaram a operação de traçamento de árvores por uma garra traçadora, em máquina base de esteiras, em povoamentos de eucalipto sob corte raso aos oito anos de idade, sendo o valor de disponibilidade mecânica de 75,2%. Porém, na mesma situação, os autores relataram um valor de disponibilidade de 96,8% para a operação de carregamento da madeira por um carregador florestal também em máquina base de esteiras, o que se encontra acima do valor do presente trabalho.

Contudo, em geral, um valor adequado de disponibilidade mecânica para máquinas florestais está em torno de 92% para equipamentos novos e 85% para equipamentos com maior tempo de uso (FONTES; MACHADO, 2002), portanto, o presente valor pode ser considerado adequado.

Em relação à eficiência operacional, esta foi de 64,1%, sendo superior aos resultados de Fiedler et al. (2008) que encontraram para uma garra traçadora um valor de 60,5% e para um carregador florestal um valor de 40,3%, sendo também superior ao valor médio relatado por Santos et al. (2009), que relataram um valor de 30% para um carregador florestal trabalhando tanto toras de pinus, como de eucalipto. Ambos os autores justificaram a baixa eficiência operacional dos carregadores florestais devido à elevados tempos improdutivos ocasionados por espera de veículos de transporte. Na presente situação avaliada, embora tenham sido observados tempos improdutivos relacionados à ociosidade do equipamento, estes não eram frequentes, uma vez que visava-se utilizar o equipamento ao máximo, ocupando o mesmo em três operações de pátio (descarregamento, processamento e carregamento), diminuindo tempos ociosos.

Entretanto, o presente valor de eficiência operacionalainda pode ser considerado baixo, uma vez que foi menor ao valor sugerido por Machado (1989), que cita que o valor adequado desse parâmetro deve ser no mínimo de 70%, portanto, ainda cabem medidas para reduzir tempos improdutivos e otimizar o tempo do ciclo do equipamento. Além disso, é importante salientar que a eficiência operacional pode variar conforme o nível de treinamento recebido pelo operador, da experiência na função,da melhor adaptação da máquina ao operador e, principalmente, da quantidade de perda ou impedimento de trabalho através de paradas (CANTO, 2003).

A produtividade efetiva média geral do equipamento, considerando todas as operações, foi de 22,5 m^3cc/he Considerando-se somente a operação de descarregamento, ou seja, caso o equipamento realizasse somente essa operação, sua produtividade efetiva média seria de 73,61 m^3cc m^3cc/he, sendo a maior entre as operações, uma vez que, também, foi a operação que menos despendeu tempo em seu ciclo operacional (Tabela 2). Enquanto considerando somente a operação de processamento, a produtividade média foi de 11,70 m^3cc/he, sendo a operação de menor produtividade, pois em termos de tempo do ciclo foi a mais onerosa. Por fim, considerando somente a operação de carregamento, a produtividade média foi de 26,14m^3cc/he.

4. Conclusões

As interrupções foram responsáveis por grande parte do total do ciclo operacional, ocorrendo, principalmente, devido à paradas operacionais e para manutenção mecânica, o que resultou em um baixo valor de eficiência operacional (64,1%).

Dentre as operações realizadas pelo equipamento, a operação de descarregamento de toras de 2,20 m de comprimento foi a que despendeu menor tempo em ciclo operacional média (22,6 s), seguida da operação de carregamento (35,1 s) e processamento, operação que teve o maior tempo médio do ciclo (76,3 s) e, dessa forma, tendo a menor produtividade.

Referências Bibliográficas

AKAY, A.E.; ERDA, O.; SESSIONS, J. Determiningproductivityofmechanizedharvestingmachines**. JournalofappliedSciences**, v. 4, n.1, p. 100-105, 2004.

BARNES, R.M. **Estudos de movimentos e de tempos - projeto e medida do trabalho.** Tradução da 6ª ed. Americana. São Paulo, 1977.

CANTO, J.L. **Avaliação de desempenho operacional de Harvester e Forwarder na colheita de *Pinus taeda***. 2003. 54f. Relatório de Estágio (Graduação em Engenharia Florestal) –Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

FIEDLER, N.C.; ROCHA, E.B.; LOPES, E.S. Análise da produtividade de um sistema de colheita de árvores inteiras no norte do estado de Goiás. **Floresta**, v. 38, n. 4, p. 577-586, 2008.

FONTES, J. M.; MACHADO, C. C. **Manutenção mecânica**. In: MACHADO, C. C. (Ed.). Colheitaflorestal. Viçosa: UFV, 2002. p. 243-291.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. **Anuário Estatístico 2014**. Disponível em: <http://www.iba.org/>. Acesso em 30/01/2015.

MACHADO, C.C. **Exploração florestal**, **6**. Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, Viçosa, MG., 1989, 34 p.

MACHADO, C.C.; SILVA, E.N.; PEREIRA, R.S. O setor florestal brasileiro e a colheita florestal. In: MACHADO, C.C. (Ed.). **Colheita florestal.** 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 15-42.

ROBERT, R. **Análise técnica e econômica de um sistema de colheita mecanizada emplantios de *Eucalyptus* spp. em duas condições de relevo acidentado**. Curitiba, PR: UFPR,2013. 113 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná,Curitiba.

SANTOS, M.D. et al. Avaliação técnica de um carregador florestal com diferentes sortimentos de madeira. **Ambiência**, v.5, n.1, p.13-26, 2009.

Grau de dificuldade quanto a ocupação do solo em construção de estrada primária no manejo florestal amazônico

Difficult degree for land use in primary road construction in Amazon forest management

Verônica Satomi Kazama[1]
Mario Hideo Sassaki[2]
Ligia Manccini de Oliveira Barros[2]
Francieli de Fatima Missio[1]
Aldeize da Silva Santos[1]

[1] Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Av. Roraima nº1000, prédio 44 B, Camobi – CEP. 97.105-900, Campus de Santa Maria/RS, veronica.kazama@gmail.com; franmissio@yahoo.com.br; aldeizesantos@yahoo.com.br

[2] Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Av. Alexandre Ferronato nº 1200, Setor Industrial – CEP. 78.557-267, Campus de Sinop/MT, mariohs14@hotmail.com; manccini@gmail.com

Resumo: Em florestas amazônicas, o manejo florestal desempenha uma atividade socioeconômica de grande importância. No entanto, o planejamento em geral é precário, o que contribui para degradação da floresta. Na etapa de exploração, a construção de estradas mal planejadas, é a responsável pelos maiores impactos ambientais. Desta forma, as estradas de uso florestal devem possuir medidas que minimizem os fatores que geram o aumento dos níveis de danos na floresta. Diante disso, o objetivo deste estudo é identificar a área de menor grau de degradação para construção de estradas primárias quanto a ocupação do solo, por meio de técnicas de geoprocessamento, utilizando imagem do sensor Landsat-8, e a base cartográfica digital. Os dados foram processados e analisados no ArcGis 10. Como resultado, obteve-se o mapa de grau de degradação relativa a ocupação do solo. Conforme este, verificou-se que a estrada primária delimitado no projeto aprovado pelo órgão competente percorreu áreas inapropriadas. Conclui-se, dessa forma, que o estudo identificou as áreas de menor e maior degradação para construção de estradas primárias em relação ao fator ocupação do solo.
Palavras chave: Estrada florestal, Sistemas de informaçãogeográfica, Plano de manejo florestal, ArcGis.

Abstract. In Amazonian forests, forest management performs a great importance socio-economic activity. However, general forest planning is precarious, which contributes to the forest degradation. In the exploration phase, the construction of bad planned roads is responsible for the greatest environmental impacts. Thus, the use of forest roads must have measures to minimize the factors that generate increased levels of damage in the forest. Therefore, the objective of this study is to identify the area of less degree degradation for primary roads construction of land use, using geoprocessing techniques via Landsat-8 sensor image, and digital cartographic base. Data were processed and analyzed by ArcGIS 10. Resulting in a map of degradation degree on land use. It was found that the defined primary road in the approved project by the competent agency was in inappropriate area. The study identified areas of less and larger degradation for road primary construction based on the land use.
Key words: Forest road, Geographic information systems, Forest management plan, ArcGis.

1. Introdução

Em florestas amazônicas, o setor madeireiro contribui expressivamente para a economia regional e nacional, favorecendo a geração de empregos e o bem-estar social. Porém, enfrenta graves problemas como a baixa qualidade dos planejamentos de exploração florestal, o que ocasionam a degradação e destruição da Floresta Amazônica (SABOGAL et al., 2006). No processo de exploração, um dos maiores responsáveis pelos impactos ambientais, devido à falta de planejamento, é a construção de estradas (MACHADO e SOUZA, 1990).

Atualmente, no Mato Grosso (MT), as estradas em área de manejo florestal (AMF), são regidas pelo Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS), estabelecido no Decreto nº 1.862, de 24 de Março de 2009 pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA/MT). Este documento classifica as estradas como primárias (responsável pelo escoamento da madeira para fora da floresta, e deve possuir largura de 6 metros e permite adicional de 2 metros a cada lado) e secundárias (responsável pela conexão do pátio de estocagem de madeira com a estrada primária, e devem possuir largura de 4 metros, e adicional de 2 metros para cada lado). O PMFS apresenta escassa descrição para um planejamento mais preciso e menos impactante na construção de estradas em uma área de manejo. Essa problemática acarreta, além de um aumento dos custos de construção e manutenção, grandes danos a floresta, desencadeando modificações na estrutura e composição da floresta, comprometendo o estoque de madeira comercial para os próximos ciclos (BRAZ 2010). Diante este fato, necessita-se de metodologias que considerem aspectos ambientais frequentemente desconsiderados, como por exemplo, ocupação da superfície do terreno, característica do relevo, tipo de solo, drenagem, e entre outros atributos da área (MACHADO e SOUZA, 1990; SOUZA et al., 1991; PINARD et al., 1995).

Os sistemas de informações geográficas (SIG's) podem atender a essas necessidades, por possuírem tecnologia necessária para realizar análise com dados espaciais, e, além disso, oferece alternativas para o entendimento da ocupação e utilização do meio físico (SILVA, 1999). Sendo assim, utilizando como suporte os SIG's, para o planejamento e otimização da malha viária em um manejo florestal, é justificável pelo melhor aproveitamento do tempo e recursos, com direcionamento ao melhor local na construção de estradas florestais, visando o menor impacto ambiental à floresta (DE OLIVEIRA FILHO et al., 2005).

Com base nisso, por meio de técnicas de geoprocessamento, o objetivo deste estudo, é identificar as áreas de menor grau de degradação que a construção de uma estrada primária causaria na vegetação, a qual ocupa a superfície do solo de uma área de manejo florestal, em Cláudia, MT.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em uma AMF com 234,41 hectares, aprovado pela SEMA/MT, localizado em uma fazenda no município de Cláudia, MT, Brasil (Figura 1).

O município está inserido no Bioma Amazônia (FERREIRA et al., 2001). A região apresenta relevo plano e suavemente dissecado, com altitudes variando de 400 a 500 m, e com predominância do solo Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (EMBRAPA 1999). A drenagem na AMF ocorre por meio de um pequeno córrego, com áreas de vereda nas margens. A formação vegetal é constituída pela transição entre a Floresta Ombrófila e a Floresta Estacional (IBGE, 1992).

A região apresenta clima tropical chuvoso com curto período de seca, classificada segundo Köppen, como o tipo climático sendo Am, na transição entre o clima equatorial superúmido (Af) da Amazônia e o tropical úmido (Aw) do Planalto Central (CARVALHO, 2006). A precipitação anual em torno de 2.000 mm, com estação chuvosa (dezembro a fevereiro), e a estação seca (junho a setembro). A umidade relativa do ar oscila entre 80% a 85%, com temperatura média anual em torno de 24°C (VOURLITIS et al., 2002).

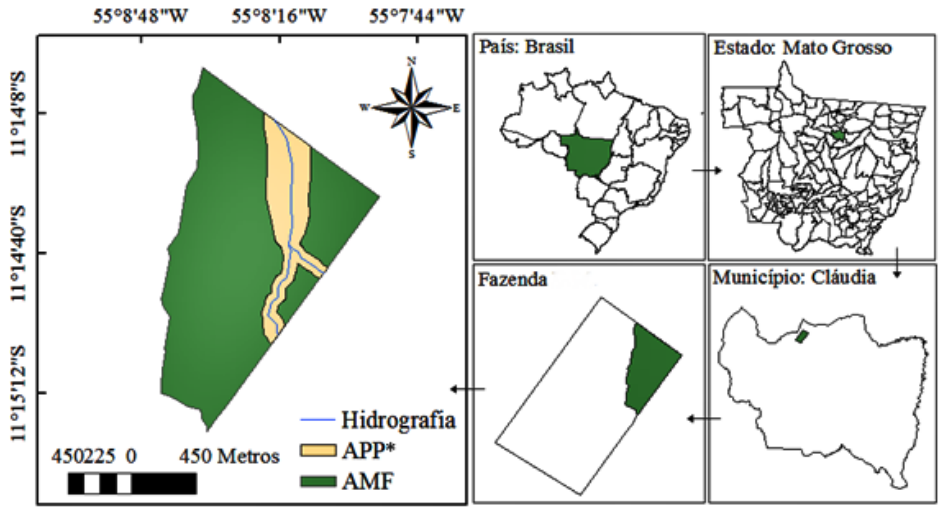


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo. *Área de Preservação Permanente (APP).
Figure 1. Geographical location of the study area. *Permanent Preservation Area (PPA).

2.2. Dados

Os dados utilizados foram as bandas 6, 5, 4 e a pancromática (PAN) da imagem de satélite Landsat 8, disponível pelo site do *United States Geological Service* (USGS), em: <http://www.usgs.gov/>. Bem como, as informações da base cartográfica digital da AMF (limite da AMF, APP, estrada primária, hidrografia), disponibilizados por uma empresa privada de Sinop- MT

2.3. Métodos

O processamento e análise de dados do estudo foram realizados no ArcGis 10., pelo qual, utilizou-se as bandas 6, 5 e 4 para realizar a composição da imagem colorida *Red-Green-Blue* (RGB), com resolução espacial de 30 metros. Em seguida, realizou-se a fusão da imagem RGB com a banda PAN, gerando uma nova imagem fusionada com resolução aumentada para 15 metros. A imagem gerada foi recortada conforme a delimitação da AMF. E sobre a área recortada realizou-se a classificação da ocupação do solo pela análise visual, no qual, identificou-se a presença de: a) APP - caracterizado por uma mata ciliar, dentro dos limites estabelecidos pelo código florestal e áreas de vereda; b) Área explorável - caracterizado por uma mata fora dos limites da APP; c) Hidrografia - caracterizado pelo curso d'água que atravessa a AMF.

A partir destas informações foram utilizadas ferramentas de edição para realizar a classificação manualmente, uma vez que a área de interesse é pequena e não se justifica o uso de algoritmos de classificação automática. Com a imagem classificada foi realizada em seguida, a operação de reclassificação das informações de ocupação do solo, em áreas restritas e não restritas (Tabela 1).

Tabela 1- Classes utilizadas na reclassificação da Ocupação do Solo (OS).
Table 1: Classes used in the reclassification based on the land use (LU)

Classificação	Reclassificação	Cor
Área de exploração	Áreas não restritas	Azul
APP	Áreas restritas	Vermelho
Hidrologia	Áreas restritas	Vermelho

As áreas de APP e hidrografia foram reclassificadas como Áreas restritas, devido a sua maior sensibilidade aos danos ambientais. E a área explorável foi reclassificada como Área não restrita.

Finalizado a etapa de reclassificação, gerou-se um mapa contendo informações das áreas de maiores e menores graus de degradação ambiental, na qual a construção da estrada primária causaria na vegetação que ocupa a superfície do solo.

Ademais, conforme a Figura 2, pode se observar, de forma detalhada, os passos da metodologia empregada neste estudo.

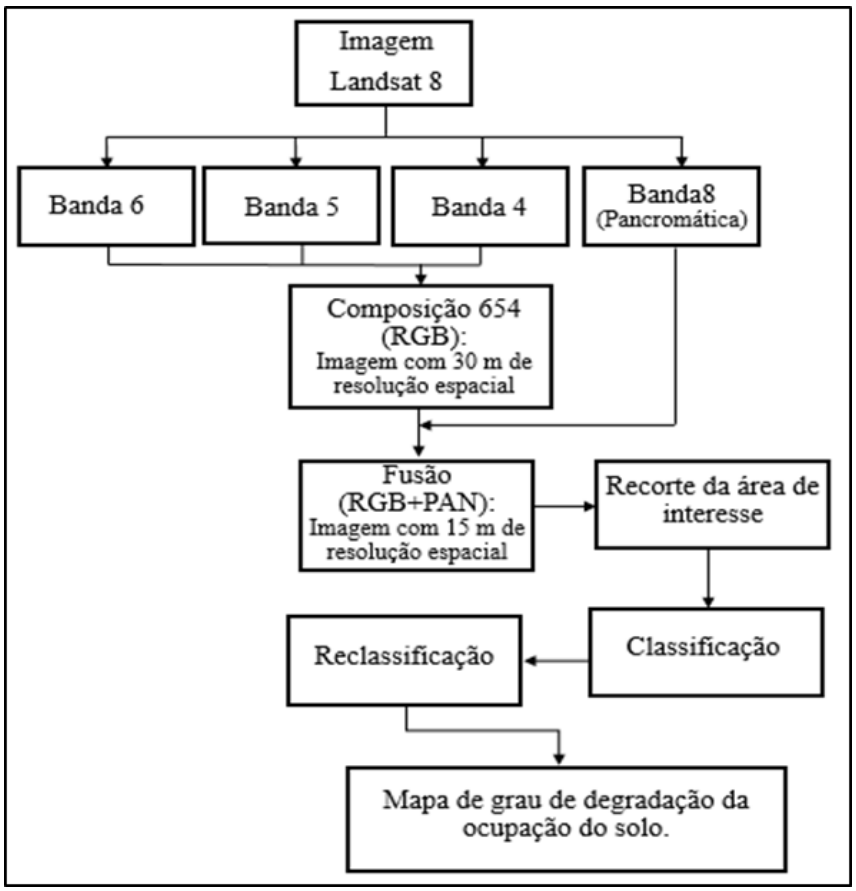


Figura 2. Etapas da metodologia utilizada.
Figure 2. Steps of the methodology used.

3. Resultados e Discussão

Na Figura 3, apresenta-se o resultado do mapa das variações do grau de degradação que a construção de uma estrada primária causaria na vegetação que atualmente ocupa a superfície do solo de uma AMF. As áreas em vermelho representam as áreas restritas, considerada de maior grau de degradação sobre ambiente na construção da estrada primária, abrangendo, de uma forma geral, áreas de hidrografia e APP. As áreas em azul são as áreas de menor resistência para construção da estrada primária, representada pelo seu menor grau de degradação ambiental considerado neste estudo, estas incluem a área de floresta explorável e estão concentradas na porção noroeste, extremo nordeste, centro-oeste e sul da AMF. A linha de cor amarela, por sua vez, representa a estrada primária aprovada no PMFS, e percorre em uma linha reta pela lateral leste da AMF.

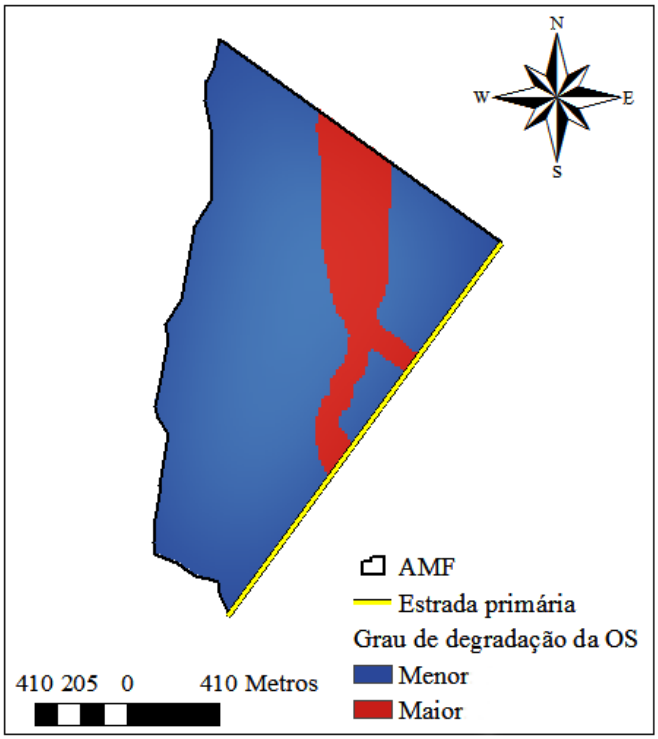


Figura 3. Mapa de grau de degradação da ocupação do solo (OS).
Figure 3. Map of degradation degree based on the land use (LU).

Já na Tabela 2, pode se observar a proporção das áreas classificadas no trabalho: a área de maior (202, 65 hectares) e o menor (31,76 hectares) grau de degradação, que correspondem respectivamente a 86,45% e 31,76% da área total.

Tabela 2. Áreas e suas respectivas porcentagens susceptíveis a degradação ambiental na área de estudo.
Table 2. Areas and their respective percentages susceptible to environmental degradation in the study area.

Área de grau de degradação	Hectares	%
Maior	202, 65	86,45
Menor	31,76	13,55
Total	234,41	100,00

Diante dos resultados obtidos, percebe-se que os valores percentuais de área de menor degradação se demostraram, expressivamente, superiores aos de maior degradação, como demonstrado na Tabela 1. Apesar disso, é observado que a estrada primária demarcada no PMFS, e aprovada pelo órgão competente, percorre pela área, como hidrografia e APP, em que o estudo demostra como de maior grau de degradação para construção da estrada primária na AMF com base na ocupação da superfície do solo. Este resultado se desencontra com a afirmação de Itto (1990), que não aconselha, no traçamento de estradas florestais, o percurso sobre mata ciliares e rios, pois uma ponte requer alto custo de construção e manutenção, e além do mais, evitando cruzar igarapés ou outros cursos d'água se reduz o dano ambiental de uma área florestal.

Vale lembrar que estradas que atravessam hidrografias tendem a possuir variação de declividade, geralmente, com pontos mais baixos próximos ao curso d'água e mais altos na medida que se afasta desta. Nesse tipo de estrada, além do custo de construção da ponte, o

potencial erosivo do solo pelas águas das chuvas é aumentada. Essa informação é de extrema relevância, uma vez que a água é o principal agente desencadeador de processos erosivos, o qual provoca instabilidade nas encostas e apresenta como consequências perda de área produtiva e comprometimento do sistema de drenagem (CORREA et al., 2006).

Neste caso, por utilizar técnicas de geoprocessamento, a aplicação da metodologia proposta neste estudo, além de simples e rápida, permite observar as áreas da superfície do solo que devem ser evitadas, sem a necessidade de se deslocar até a área de estudo, reduzindo desta forma, tempo e recursos no processo de planejamento.

Ressalta-se que este estudo apresenta uma metodologia referente a apenas a um atributo do solo, porém, sabe-se que é necessário, para um planejamento otimizado de estradas, em florestas naturais, a combinação de maior quantidade de informações da área de estudo, como mapa de declividade, tipo de solo, distribuição de volume das árvores comerciais, áreas de maior incidência luminosa, entre outras. Existem diversos estudos que demonstram metodologias para obter tais informações com o uso dos SIG's, usualmente, aplicadas na agricultura e florestas plantadas (LOPES e MACHADO, 2003), porém em florestas nativas são constantemente negligenciadas (BRAZ, 1994; BRAZ, 2010).

Desta forma, os profissionais da área e representantes dos órgãos competentes para aprovação de uma PMFS, no Bioma Amazônia, necessitam que se embasem em estudos com metodologias semelhantes ao proposto, pelas suas vantagens descritas, e por alcançar um planejamento com maior precisão nos processos que envolvem a construção de estradas, já que este é considerada como uma das atividades responsáveis pelos impactos, como por exemplo a perda de espécies nativas e a degradação do solo (MACHADO e SOUZA, 1990).

Apesar de tudo, destaca-se que no planejamento florestal, não só o que se refere a estradas, mas como um todo, requer ações antrópicas que gerem menor grau de degradação das áreas florestais em questão, cuja a principal atividade econômica nesta, segundo Broza et al. (2012), é a exploração de madeira.

4. Conclusões

Foi possível observar, com este estudo, as áreas de maior e menor grau de degradação, quanto ao fator ocupação do solo, para construção de estradas primárias em uma área de manejo florestal, no Bioma Amazônia. Além disso, foi evidente que o trajeto da estrada primária do PMFS aprovado pela SEMA/MT, se demonstrou de maior impacto para a floresta por percorrer áreas consideradas de maior nível de degradação (APP e Hidrografia) sobre a área de estudo.

Referências Bibliográficas

BRAZ, E. M. Planejamento das atividades de exploração florestal em floresta tropical úmida. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE COMPENSADO E MADEIRA TROPICAL, 2., 1994, Belém, **Anais do...** Belém: ABIMCI/AIMEX/FIEPA, 1994. p. 139 – 144.

BRAZ, E. M. **Subsídios para o planejamento do manejo de floresta tropicais da Amazônia**. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

BROZA, K. T.; GARRASTAZU, M. C.; BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. de; ROSOT, M. A. D. Etapas do planejamento do projeto modeflora em SIG livre. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL, 5., 2012. Curitiba. **Anais do**... Curitiba: FUPEF, 2012. p. 651 – 658.

CARVALHO, M. A. D. Composição e história natural de uma comunidade de serpentes em área de transição Amazônia-cerrado, ecorregião florestas secas de Mato Grosso, município de Claudia, Mato Grosso, Brasil. 92

f. Tese (Doutorado em Biociências) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

CORRÊA, C. M. C.; MALINOVSKI, J. R.; ROLOFF, G. Bases para planejamento de rede viária em reflorestamento no Sul do Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 36, p. 277 – 286, 2006.

DE OLIVEIRA FILHO, P. C.; DA SILVA LOPES, E.; MAGRAF, W.; DISPERATI, A. A. Determinação da rota ótima de transporte com auxílio de um sistema de informação geográfica. **Ciência Florestal,** v. 15, p. 403 – 409, 2005.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Pecuária. **Sistema brasileiro de levantamento e classificação de solo**. EMBRAPA solos, Rio de Janeiro.1999, 412p.

FERREIRA, L. V.; SÁ, R. L.; BUSCHBACHER, R.; BATMANIAN, G.; SILVA, J.M.C.; ARRUDA, M.B.; MORETTI, E.; SÁ, L.F.S.N.; FALCOMER, J.; BAMPI, M.I. Identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade por meio da representatividade das unidades de conservação e tipos de vegetação nas ecorregiões da Amazônia brasileira. In: Veríssimo, A.; Moreira, A.; Sawyer, D.; Santos, I.; Pinto, L. P.; Capobianco, J. P. R. **Biodiversidade na Amazônia Brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios**. São Paulo, 2001. p. 268 – 286.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estadística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série manuais técnicos em geociências, 1. Rio de Janeiro. 1992. 92p.

ITTO - International Tropical Timber Organization. **Guidelines for sustainable management of natural tropical forests**. Japan, Technical Series 5., 1990.

LOPES, E. S., MACHADO, C. C. Desafios do planejamento da colheita florestal no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTEFLORESTAL, 6., 2003, Belo Horizonte. **Anais do...** Viçosa: UFV/SIF, 2003. p. 44 – 68.

MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P. de. Impacto ambiental das estradas florestais no ecossistema: causas e controle. In: BOLETIN TÉCNICO, n. 1. **Exploração florestal**. Viçosa, MG: SIF, 1990. p. 1 – 12.

PINARD, M. A.; PUTZ, F. E.; TAY, J.; SULLIVAN, T. E. Creating timber harvest guidelines for a reduced-impact logging project in Malaysia. **Journal of Forestry**, Bethesda, v. 93, p. 41 – 45, 1995.

SABOGAL, C.; LENTINI, M.; POKORNY, B.; SILVA, J. N. M.; ZWEEDE, J.; VERÍSSIMO, A.; BOSCOLO, M. **Manejo florestal empresarial na Amazônia Brasileira**. Belém: Cifor, 2006. 72p.

SILVA, A. B. **Sistemas de Informações Georreferenciadas**: conceitos e fundamentos. Campinas: Unicamp, 1999. 236 p.

SOUZA, A. P. de; MACHADO, C. C.; GRIFFITH, J. J.; NEVES, A. R. **Impactos ambientais da exploração florestal e procedimentos para seu controle**. In: BOLETIN TÉCNICO, n. 3. Exploração e transporte florestal. Viçosa, MG: SIF, 1991. p. 13 – 24.

VOURLITIS, G. L., N.; PRIANTE FILHO, M. M. S.; HAYASHI, J.S.; NOGUEIRA, F. T.; CASEIRO E J. H.; CAMPELO J. H. Seasonal variations in the evapotranspiration of a transitional tropical forest of Mato Grosso, Brazil. **Water resources research**, v. 38, p. 30-1 – 30-11, 2002.

Análise operacional da derrubada de árvores com *harvester* em corte raso de povoamentos de *Pinus taeda* L.

Operational analysis clear-cut with harvester in the stand of *Pinus taeda L.*

Vinícius Schappo Hillesheim[1]
Jean Alberto Sampietro[2]
Erasmo Luis Tonett[3]
Luís Henrique Ferrari[4]
Gabriel Corso Pellens[5]
Joniquel César Viganó[6]

[1] Universidade do Estado de Santa Catarina, luishf.efl@gmail.com.
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

[2] Universidade do Estado de Santa Catarina, jean.sampietro@udesc.br
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

[3] Universidade do Estado de Santa Catarina, erasmo.l@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

[4] Universidade do Estado de Santa Catarina, viniciusschappo@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages – SC

[5] Agroflorestal Paequerê Ltda, gabriel@paequere.com
BR 116, km 280, Capão Alto – SC

[6] Universidade do Estado de Santa Catarina, dhonnyvigano@hotmail.com
UDESC, Av Luís de Camões, Conta Dinheiro, Lages-SC

Resumo. O presente estudo teve como objetivo analisar tecnicamente o desempenho de tratores florestais *harvester* na atividade de derrubada de árvores de povoamentos de *Pinus taeda* L. em regime de corte raso aos 32 anos. A análise consistiu em utilizar a metodologia de estudo de tempos e movimentos para avaliar os tempos consumidos em cada fase da operação e as causas de interrupções de operacionais, além de determinar os índices de eficiência operacional, disponibilidade mecânica e técnica e a produtividade em função de diferentes classes de declividade. Os resultados indicaram que as interrupções consumiram a maior proporção do ciclo operacional, ocorrendo, principalmente, em função da necessidade de paradas para manutenção corretiva e preventiva. O elemento "busca, limpeza e derrubada" despendeu maior tempo relativamente em relação aos outros elementos do ciclo efetivo, sendo isso em função do cabeçote não ser apropriado para as características do povoamento.A eficiência operacional foi baixa (44,5%), sendo também a disponibilidade mecânica e grau de utilização(66,2 e 67,1%, respectivamente), o que consequentemente resultou numa produtividade efetiva média de 59,34 m^3cc/he. Além disso, constatou-se que houve tendência de diminuição da produtividade com o aumento da declividade, demonstrando ser um fator importante em estudos e análises visando a otimização e planejamento operacional.
Palavras-chave: Colheita de madeira, estudo de tempos, produtividade, corte florestal.

Abstract. This study aimed to analyze technical performance of a forestry harvester-machine logging in a stand of Pinus taeda L. in clear-cut system of 32-years-old forest.The study was carriedrestringing times and movements of a machine in each step, and the causes of its interruption times. The operating efficiency ratio was determined due mechanical and technical availability, and productivity in different slope degrees. Interruption times represented the largest proportion of an operation cycle, and they happened, mainly, due the need to stop to maintenance of machines. The step "searching, cleaning and felling" represented more time than other steps of an effective cycle, it is explained by the machine head was not proper for the studied stand. The operational efficiency was low (44.5%), because the low mechanical availability and the low degree of utilization (66.2% and 67.1%), resulting in 59.34 m3cc/h of productivity. In addition, productivity decreased

in higher gradients, showed be the key factor in studies and analysis which look for optimizing and operational management.
Keywords: timber harvest, study times, productivity, forest felling.

1. Introdução

A mecanização das atividades é sem dúvida um dos fatores de grande importância no resultado final de um empreendimento e, se utilizada de maneira adequada, propicia o aumento da produtividade na realização dos trabalhos e, por sua vez melhoria na qualidade do produto. Além disso, a mecanização também agrega valores às condições de trabalho, ao substituir a força humana e animal em atividades que envolvam riscos ou perigos ao bem estar (BURLA, 2008).

Nesse mesmo cenário, a evolução da mecanização de operações de colheita de madeira também foi motivada pela necessidade de melhoria das condições de trabalho, redução da mão-de-obra, aumento da competitividade com o incremento de novas alternativas de produção (SEIXAS, 2010). Entretanto, a intensificação da mecanização também trouxe a necessidade de processos contínuos de avaliação da produtividade operacional e dos custos, devido à colheita representar um percentual elevado na produção florestal(SIMÕES, 2008).

Ainda, é importante destacar que a produtividade de uma máquina de colheita de madeira irá depender de diversos fatores dos quais se destacam: extensão da área de trabalho; aspectos climáticos; capacidade de suporte do terreno; relevo; características das árvores; características da floresta e do sistema de colheita; capacitação do operador, dentre outros fatores(SEIXAS 1998; MALINOVSKI et al., 2002).

Portanto, a realização de estudos que visem a conhecer a capacidade produtiva e as possíveis variáveis que interferem naprodutividade de máquinas e equipamentos da colheita florestal tornou-se uma preocupação crescente das empresas florestais, visando ao desenvolvimento de técnicas que melhorem o desempenho e eficiência operacional, maximizando a produtividade e reduzindo os custos de produção (SILVA et al., 2003).

Visando contribuir para o suprimento dessa necessidade, o presente estudo objetivou analisar tecnicamente o desempenho de tratores florestais *harvester* na atividade de derrubada de árvores em povoamentos de *Pinus taeda* L. em regime de corte raso.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Caracterização da área de estudo, do sistema de colheita e equipamento

O estudo foi realizado nas áreas de uma empresa florestal, em Capão Alto, Região Serrana do Estado de Santa Catarina. 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 a 15,8 ºC. A precipitação pluviométrica total anual pode variar de 1.360 a 1.600 mm e a umidade relativa do ar varia de 80 a 83%, sendo nas áreas estudadas o relevo plano à ondulado.

Os plantios florestais eram compostos por *Pinus taeda* L. com 32 anos de idade, densidade em média de 357 árvores por hectare, com uma altura média de 30,6 m, diâmetro à altura do peito médio de 45,2 cm e volume médio por árvore de 2,46 m^3.

A colheita do povoamento florestal era em regime de corte raso, utilizando o sistema de colheita de árvores inteiras (*full tree*), sendo avaliado umtrator florestal *harvester*composto por máquina base de esteiras da marca *Caterpillar*, modelo 320D FM acoplado a um cabeçote da marca *Log Max*, modelo 7000 XT, o qual realizava, primeiramente, a limpeza da área próxima das árvores, procedendo com a busca e derrubada destas e, quando

necessário, retirava "a saia" ou excesso de madeira da base das árvores visando facilitar, posteriormente, o processamento da madeira.

2.2 Analise operacional

A análise operacional foi realizada por meio de estudo de tempos e movimentos, sendo os dados coletados utilizando o método de cronometragem de tempo contínuo, com uso de um cronômetro digital centesimal e formulários específicos para registro dos dados.

Para o estudo, a operação foi subdividida nas seguintes fases ou elementos do ciclo: deslocamento entre árvores (DV); busca, limpeza e derrubada (BLD); empilhamento e retirada de "saia" (ERS); e interrupções (INT).

O horizonte de amostragem foi determinado conforme metodologia proposta por Barnes (1977), sendo, primeiramente, realizado um estudo piloto e, então, calculado o número mínimo de observações do ciclo, de forma a proporcionar um erro de amostragem máximo de 10% à 95% de probabilidade de confiança.

A partir dos dados coletados a campo, além dos tempos consumidos em cada fase da operação e as interrupções com suas respectivas causas, também foi calculada a disponibilidade mecânica, grau de utilização, eficiência operacional e a produtividade da máquina considerando, ainda, diferentes classes de declividade ($0 \leq 2º$; $2 \leq 4º$; $4 \leq 6º$; $6 \leq 8º$;$8 \leq 10º$;$10 \leq 12º$; e> 12º).

Na análise estatística dos dados, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, sendo realizada análise de variância para os tempos dos elementos do ciclo operacional e produtividade considerando como tratamentos as diferentes classes de declividade. Após análise de variância, havendo significância procedeu-se ao teste de médias por Tukey a 5% de significância.

3. Resultados e Discussão

3.1 Elementos do ciclo operacional

A distribuição percentual do ciclo operacional do trator florestal*harvester*na operação de derrubada de árvores é demonstrada na Figura 1, onde se verifica que o elemento que mais despendeu tempo na operação foram as interrupções (55%), seguido de busca, limpeza e derrubada (BLD) com 22%,empilhamento e retirada de "saia" (ERS) com 15%, e, por fim, deslocamento entre árvores (DV) com 8%.

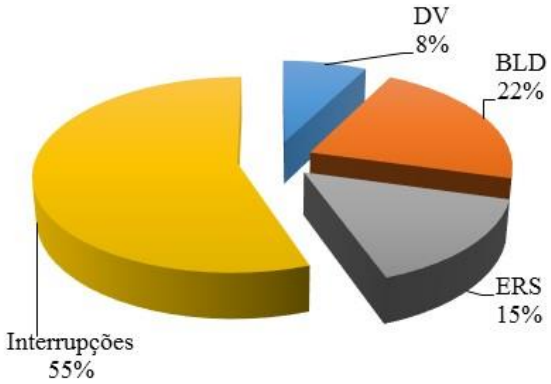


Figura 1. Distribuição percentual dos tempos totais do trator florestal *harvester* na operação de derrubada e semiprocessamento de árvores. DV: deslocamento entre árvores; BLD: busca, limpeza e derrubada; ERS: empilhamento e retirada de "saia".

Figure 1. Percentage distribution of total times the skidder harvester in the logging operation and semiprocessamento trees. DV: displacement between trees; BLD: search, cleaning and overthrow; ERS: stacking and removal of "skirt".

Dentre os tempos relativos em interrupções (Figura 2), foram as pausas para manutenção corretiva que mais comprometeram o tempo da operação, acarretando assim em comprometimento da produtividade da máquina e representando 45% das interrupções. As causas das frequentes de manutenções corretivas ocorreram devido à necessidade de troca de correntes, sabres e outras peças, sendo que, muitas vezes, a falta dessas nocaminhão-oficina ocasionava a necessidade de deslocamento da equipe de manutenção para buscar a peça requerida na oficina localizada na sede, enquanto a operação com o maquinário se encontrava ociosa. No entanto, é importante destacar que a troca de correntes e sabres, embora tenhamocorridocom frequência e despendendo tempo, são necessárias para o bom o funcionamento do conjunto de corte da máquina e desempenho na operação, podendo o mesmo ser relacionado ao tempo em manutenções preventivas (16%).

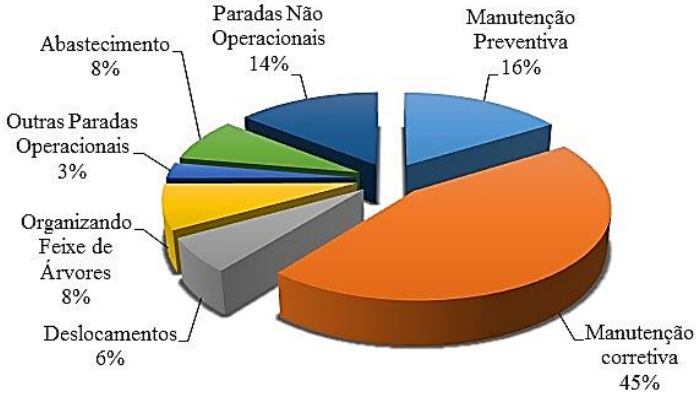


Figura 2. Distribuição percentual dos tempos das interrupções do *harvester*.
Figure 2. Distribution of percentage times the total forestry tractor *harvester.*

As paradas não operacionais corresponderam à 14% do tempo total de interrupções, tendoocorrido em função de necessidades pessoais dos operadores, como também por paradas para conversas e outraspausase atividades não relacionadas ao trabalho, podendo estes tempos serem reduzidos visando à melhoria da eficiência operacional da operação.

Já o tempo consumido com outras paradas operacionais (3%) e organizando feixe de árvores (8%), se tratavam de atividades auxiliares à operação as quais visavam otimizar a etapa seguinte de extração da madeira, porém, comprometendo o desempenho da presente etapa.

Na Figura 3,é possível observar a distribuição dos tempos efetivos das operações desconsiderando as interrupções. Observa-se que a atividade de BLD (busca, limpeza e derrubada) ocupou 49% do tempo total efetivo, seguido de 34% de ERS (empilhamento e retirada de “saia”) e completando o ciclo com 17% de DV (deslocamento entre árvores).

O maior dispêndio de tempo no elemento BLD se deve ao fato do cabeçote utilizado na operação ter a necessidade, muitas vezes, de realizar mais de um corte para efetuar a derrubada das árvores, portanto, acarretando em maior dispêndio de tempo conforme o tamanho da árvore. Isto sugere que o tamanho do cabeçote utilizado na operação não é adequado para porte das árvores do povoamento.

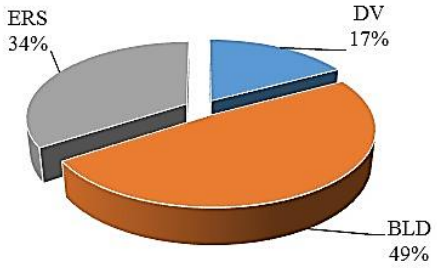


Figura 3. Distribuição percentual dos tempos efetivos do *harvester*. DV: deslocamento entre árvores; BLD: busca, limpeza, e derrubada; ERS: empilhamento e retirada de "saia".
Figure 3. Percentage distribution of effective harvester times. DV: displacement between trees; BLD: search, cleaning, and overthrow; ERS: stacking and removal of "skirt".

Em geral, embora não tenham ocorrido diferenças significativas entre os tempos dos elementos com a declividade, percebe-se que a condição de declividade tendeu a influenciar, principalmente, otempo do elemento de BLD, sendo que quanto maior foi a declividade, maior foi o tempo despendido com este elemento (Figura 4).

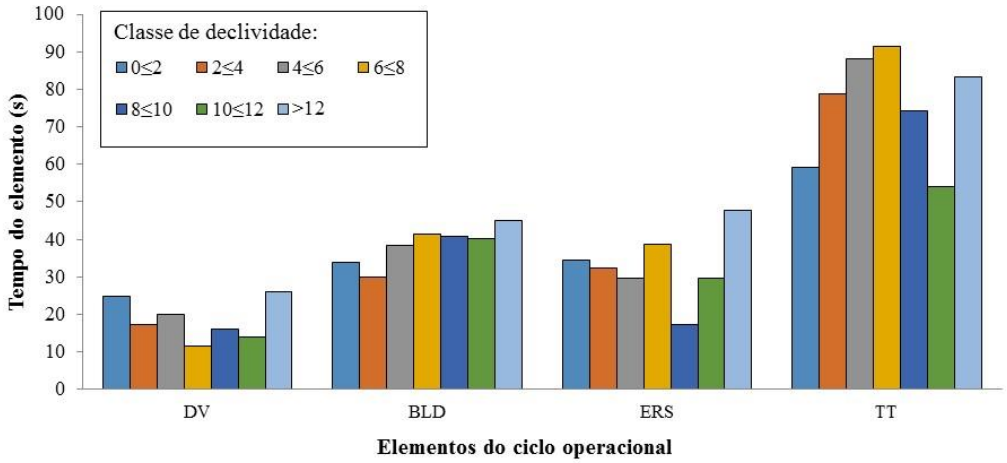


Figura 4. Tempos efetivos médios consumidos pelo *harvester* em cada elemento do ciclo nas determinadas classes de distância de declividade; DV: deslocamento entre árvores; BLD: busca, limpeza, e derrubada; ERS: empilhamento, e retirada de saia; TT: tempo total do ciclo.
Figure 4.Average effective time taken by the harvester on each element of the cycle in certain classes away slope; DV: displacement between trees; BLD: search, cleaning, and overthrow; ERS: stacking, and exit withdrawal; TT: total cycle time.

Os elementos DV e ERS, embora tenham ocorrido variações, não foram influenciados pela condição de declividade. Já para o tempo total do ciclo (TT), houve tendência de aumento do tempo dos 0 até 8º de declividade, porém, acima desta declividade houve descontinuidade da tendência.

3.2 Eficiência operacional, disponibilidade mecânica e grau de utilização

A eficiência operacional do *harvester* foi de 44,5%, portanto, pode ser considerado um valor baixo, uma vez que, conforme Machado (1989), a eficiência operacional de máquinas, tanto paracorte,como para extração florestal, não deve ser inferior a 70%.

Uma baixa eficiência operacional compromete diretamente a produtividade da operação e demonstra a necessidade de medidas para visando a redução de tempos improdutivos, tais

como melhoria no planejamento operacional, para redução de tempos de deslocamentos da máquina e outras paradas não operacionais; e melhoria na eficiência da manutenção mecânica associado à intensificação das verificações diárias e abastecimento durante as trocas, ao final ou no início do turno. Além disso, é importante salientar que a eficiência operacional pode variar conforme o nível de treinamento recebido pelo operador, da experiência na função,da melhor adaptação da máquina ao operador e, principalmente, da quantidade de perda ou impedimento de trabalho através de paradas (CANTO, 2003).

A disponibilidade mecânica encontrada na operação foi de 66,2 %, decorrente da grande porcentagem de manutenção corretiva e preventiva, como a reposição de peças, troca de correntes e sabres que foram atividades com bastante frequência, decorrendo diretamente neste valor que pode ser considerado baixo e, dessa forma, comprometendo a eficiência, como discutido anteriormente.

O aumento da disponibilidade mecânica, pode ser corrigido reduzindo o número de falhas ocorridas, aumentar a rapidez de correção, melhorar os procedimentos de trabalho e logística e, também da interdependência desses fatores (FONTES; MACHADO, 2002).

Por fim, o grau de utilização ou disponibilidade técnica foi de 67,1 %, sendo também resultante da alta frequência de paradas da máquina.

3.3 Capacidade produtiva e produtividade efetiva na operação

A capacidade produtiva ou produtividade nominal média da máquina na situação avaliada foi de 133,35 m^3cc/h. Entretanto, a produtividade efetiva média da operação, a qual considera a eficiência operacional, foi de 59,34 m^3cc/h.

Em relação à condição de declividade, a produtividade efetiva tendeu a diminuir conforme esta aumentou (Figura 5), sendo menor conforme foi maior a classe de declividade, exceto na classe de 8 a 10º, havendo diferenças estatísticas, embora o tempo do ciclo não tenha variado significativamente em função da declividade.

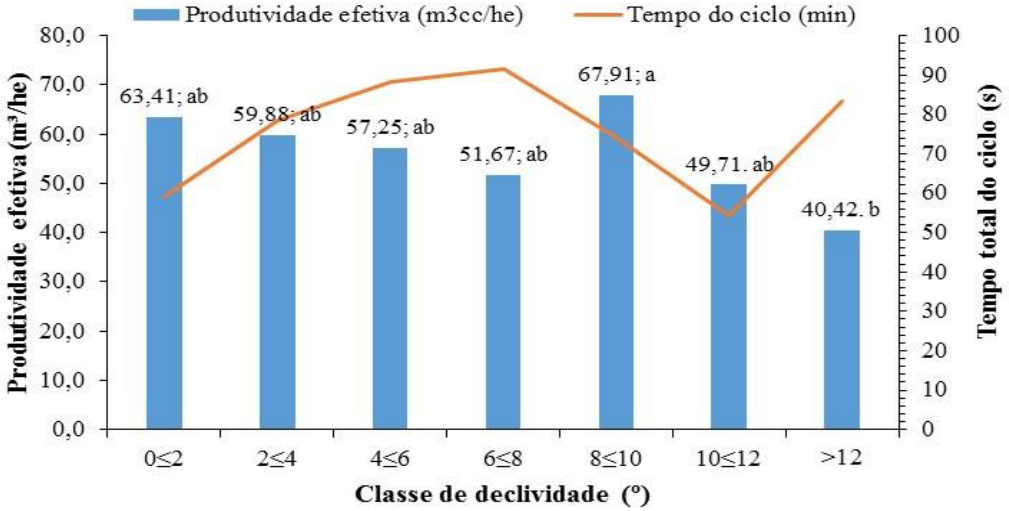


Figura 5. Produtividade efetiva e tempo do ciclo operacional do *harvester* nas diferentes classes de declividade. Barras verticais com médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

Figure 5. Effective productivity and time harvester operating cycle in different slope classes. Vertical bars with means followed by the same letter do not differ by Tukey test at 5% significance

4. Conclusões

De acordo com a análise e discussão dos resultados, as principais conclusões do presente trabalho foram:

- As interrupções foram responsáveis por grande parte do tempo total ciclo operacional da máquina, demonstrando a necessidade de planejamento eficiente das atividades, bem como do estabelecimento de medidas visando à otimização do ciclo operacional;
- A elevada porcentagem do elemento do ciclo busca, limpeza e derrubada se dá pelo cabeçote não ser apropriado para as características do povoamento;
- A baixa eficiência e disponibilidade da máquina teve influência pela falta de manutenção corretiva e preventiva, o que comprometeu a produtividade da máquina na operação;
- Houve tendência de diminuição da produtividade com o aumento da declividade, demonstrando ser um fator importante a ser considerado em estudos e análises visando a otimização e planejamento operacional.

Referências Bibliográficas

BARNES, R.M. **Estudos de movimentos e de tempos - projeto e medida do trabalho.** Tradução da 6ª ed. Americana. São Paulo, 1977.

BURLA, E. R. **Avaliação técnica e econômica do *harvester* na colheita eprocessamento de madeira em diferentes condições de declividade e produtividadeflorestal**. UFV. 70f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). UFV, Viçosa,2008.

CANTO, J.L. **Avaliação de desempenho operacional de Harvester e Forwarder na colheita de *Pinus taeda***. 2003. 54f. Relatório de Estágio (Graduação em Engenharia Florestal) –Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

FONTES, J. M.; MACHADO, C. C. Manutenção mecânica. In: MACHADO, C. C. (Ed.). **Colheita florestal**. Viçosa: UFV, 2002. p. 243-291.

MACHADO, C.C. **Exploração florestal, 6**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1989. 34 p.

MALINOVSKI, J. R.; CAMARGO, C. M. S.; MALINOSVKI, R. A. Sistemas. In: MACHADO, C. C. (Ed). **Colheita florestal.**Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 2002, p. 145-167.

SEIXAS, F. **As inovações da colheita de madeira**. Revista Opiniões. jun.- ago. p.41. 2010.

SEIXAS, F. **Mecanização e exploração florestal**. Piracicaba, SP: LCF/ESALQ/USP, 1998. 130 p.(Apostila de Colheita Florestal).

SILVA. C. B.; SANT¨ANNA, C. M.; MINETTE, L. J. Avaliação ergonômica do "feller-buncher" utilizado na colheita de *Eucalyptus spp*. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.

SIMÕES, D. **Avaliação econômica de dois sistemas de colheita mecanizada deeucalipto.**2008. 105 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia naAgricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas. UNESP. Botucatu, 2008.

SILVA. C. B.; SANT¨ANNA, C. M.; MINETTE, L. J. Avaliação ergonômica do "feller-buncher" utilizado na colheita de *Eucalyptus spp*. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.

Análise operacional do carregamento mecanizado de toras em povoamentos de *Pinus taeda* L.

Operational analysis of mechanized wood loading in *Pinus taeda* L. stands

Erasmo Luis Tonett [1]
Jean Alberto Sampietro [2]
Luis Henrique Ferrari [3]
Vinícius Schappo Hillesheim [4]
Joniquel César Viganó [5]
Nilton Sérgio Novack Júnior [6]

[1] Universidade do Estado de Santa Catarina, erasmo.l@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[2] Universidade do Estado de Santa Catarina, jean.sampietro@udesc.br
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[3] Universidade do Estado de Santa Catarina, luishf.efl@gmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[4] Universidade do Estado de Santa Catarina, viniciusschappo@yahoo.com.br
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[5] Universidade do Estado de Santa Catarina, dhonnyvigano@hotmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

[6] Universidade do Estado de Santa Catarina, nsnovack.efl@gmail.com
UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages – SC

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo analisar operacionalmente o desempenho do carregamento de toras em povoamentos de *Pinus taeda* L. O estudo realizado consistiu em avaliar os índices de produtividade, as disponibilidades técnica e mecânica, e a eficiência operacional, através da metodologia de tempos e movimentos avaliando os fatores influentes, sendo estes a experiência do operador e o sortimento das toras. Os resultados mostram que as etapas de consumiram maior tempo no ciclo operacional foram a arrumação da carga no veículo e a arrumação da carga na grua, juntas somaram 70% do tempo efetivo. O elevado tempo de interrupções no ciclo (71%) influenciou diretamente na produtividade efetiva do sistema. As disponibilidades mecânicas e técnicas do Carregador foram de 86,7% e 33% respectivamente, e a eficiência operacional foi de 29%. A produtividade efetiva foi diretamente influenciada pela eficiência do operador e pelo sortimento das toras, sendo que operadores mais experientes e sortimentos de toras com maior diâmetro tiveram maior produtividade. A produtividade nominal foi de 74,6 m^3/h e a produtividade efetiva foi de 21,6 m^3/he.
Palavras-chave: Colheita florestal, estudo de tempos e movimentos, produtividade, transporte florestal.

Abstract. This study aimed to analyze operationally the performance of log loading in Pinus taeda L. The conducted study was to evaluate the productivity indexes, technical and mechanical availability, and operational efficiency through the methodology of time and motion evaluating the influencing factors , which are the operator's experience and the assortment of logs. The results show that longer time consuming steps in the operating cycle were the charge storage in the vehicle and the load on the crane arrangement , together totaling 70% of the actual time. The large time breaks the cycle (71%) directly influenced the effective productivity of the system. The mechanical and technical possibilities of the charger were 86.7 % and 33 % respectively , and operational efficiency was 29%. The effective yield was directly influenced by the operator efficiency and the assortment of logs, and more experienced operators and assortments of logs with larger diameter had higher productivity. The nominal yield was 74.6 m^3 / h effective productivity was 21.6 m^3 / h .

Key words: Forest harvesting, motion and time study, productivity, forest transport.

1. Introdução

A produção florestal brasileira vem crescendo cada vez mais, havendo a necessidade do aumento de florestas plantadas a fim de se obter multiprodutos madeireiros. Os empreendimentos florestais necessitam de grandes áreas, com características adequadas para o sucesso da produção, sendo que é um investimento considerado de longo prazo. Neste cenário, a região da Serra Catarinense se destaca pela porcentagem de áreas ocupadas por florestas e sua intensa participação na economia local, sendo que o gênero *Pinus* desponta como a principal espécie utilizada justamente pela adaptação com as características da região. Por possuir um ciclo de vida relativamente longo, todas as etapas devem ser realizadas com eficácia para que a produção seja maximizada.

Dentre as etapas de produção florestal, a colheita de madeira é a etapa mais importante economicamente devido sua elevada participação no custo final do produto e, consequentemente dos riscos de perdas envolvidos, sendo responsável por mais de 50% do custo final da madeira posta na indústria. Portanto, em função dessa onerosidade, justifica-se a análise dos fatores técnicos, econômicos, ambientais, ergonômicos e sociais que interferem na forma de execução das operações (MACHADO et al., 2008).

Nesse sentido, para diminuir os custos de produção em sistemas mecanizados, torna-se necessária a realização de pesquisas para se conhecerem as reais capacidades produtivas e as possíveis variáveis que interferem no rendimento das máquinas de colheita florestal, com vistas ao desenvolvimento de técnicas que melhorem o desempenho operacional do sistema de colheita, maximizando a produtividade e reduzindo os custos (SILVA et al., 2003).

Diante destas informações, observa-se a necessidade de avaliar as etapas de colheita florestal. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi analisar operacionalmente a etapa de carregamento florestal mecanizado em povoamentos de povoamentos de *Pinus taeda* L., verificando influência do sortimento e experiência do operador sobre a produtividade da operação.

2. Metodologia de trabalho

O estudo foi realizado nas áreas de uma empresa florestal, em Capão Alto, Região Serrana do Estado de Santa Catarina. 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 a 15,8 ºC. A precipitação pluviométrica total anual pode variar de 1.360 a 1.600 mm e a umidade relativa do ar varia de 80 a 83%, sendo nas áreas estudadas o relevo plano à ondulado.

Os plantios florestais eram compostos por *Pinus taeda* L. com 32 anos de idade, densidade de cerca de 357 árvores por hectare, com uma altura média de 30,6 m, diâmetro à altura do peito médio de 45,2 cm e volume médio de 2,46 m^3 por árvore, sendo o principal objetivo do plantios a produção de madeira para multiprodutos.

2.2 Descrição do sistema de colheita e equipamento avaliado

A colheita do povoamento florestal era em regime de corte raso, sendo utilizado o sistema de colheita de árvores inteiras (*full tree*) à "quente", onde a após a derrubada das árvores, estas eram extraídas por arraste até a margem do talhão, sendo, posteriormente, processadas em vários sortimentos e, por fim, as toras eram carregadas em veículos de transporte utilizando um Carregador Florestal, que era composto por uma máquina base de esteiras da marca *Caterpillar*, modelo 320, equipado com uma grua.

2.3 Análise operacional e processamento de dados

A análise operacional foi realizada por meio de estudo de tempos e movimentos, sendo os dados coletados utilizando o método de cronometragem de tempo contínuo, com uso de um cronômetro digital centesimal e formulários específicos para registro dos dados. Para o estudo, a operação foi subdividida em fases do ciclo operacional que foram divididos nos elementos: deslocamento da grua vazia (DGV); arrumação da carga na grua (ACG); deslocamento da grua carregada (DGC); arrumação da carga no veículo (ACV); e interrupções (INT).

O horizonte de amostragem foi determinado conforme metodologia proposta por Barnes (1977), sendo, primeiramente, realizado um estudo piloto e, então, calculada o número mínimo de observações do ciclo, de forma a proporcionar um erro de amostragem máximo de 10% à 5% de significância.

A partir dos dados coletados a campo, além dos tempos consumidos em cada fase da operação e as interrupções com suas respectivas causas, também foi calculada a disponibilidade mecânica, disponibilidade técnica, eficiência operacional e a produtividade da máquina em horas efetivas (he) considerando, ainda, diferentes níveis de experiência de operador (alta: mais de 7 anos de experiência na operação; intermediária: mais de 2 anos de experiência; e baixa: menos de 4 meses de experiência) e classes de sortimentos (Tabela 1).

Tabela 1. Características dimensionais das classes de sortimentos de toras avaliados no estudo.
Table 1. Dimensional characteristics of assortments classes of logs studied.

Classe de sortimento	Nomeação comercial da empresa	Comprimento (m)	Diâmetro da ponta fina (cm)	Volume médio por tora (m^3)	Destinação e uso final
1	TP 02	1,90	$18 \leq d < 25$	0,0865	Serraria
2	LP 03	2,40	$35 \leq d < 42$	0,2274	Laminação
3	LP 02	2,60	$25 \leq d < 35$	0,2316	Laminação
4	TP 04	2,60	$25 \leq d < 35$	0,2316	Serraria
5	TP 06B	3,10	$d \geq 35$	0,5749	Serraria
6	LP 04	2,70	$d \geq 42$	0,8703	Laminação

3. Resultados e Discussão

Na Figura 1, é observar a distribuição percentual efetiva do ciclo operacional do carregador florestal, ou seja, somente o tempo que o carregador passa trabalhando desconsiderando as interrupções. Nota-se que a maior parte do ciclo se dá na arrumação da carga no veículo de transporte (ACV) com 41% do tempo efetivo, a arrumação da carga na grua obteve 29% (ACG) e os deslocamentos tanto da grua vazia (DGV) como da grua carregada (DGC resultaram em 15% do tempo.

O presente resultado foi semelhante ao encontrado por Santos et al. (2009), os quais relataram que os elementos que consumiram maior parte do tempo do ciclo operacional foram a arrumação de carga e a arrumação de pilha, com 49,1 e 22,4%, do tempo total, respectivamente. Os autores este fato em função da baixa qualidade de organização das pilhas de madeira, afetando a atividade de carregamento. No presente trabalho, a qualidade de organização das pilhas pode ser considerada boa, sendo o resultado explicado mais em função da necessidade de se otimizar a carga no veículo de transporte e isso, consequentemente, despendia mais tempo.

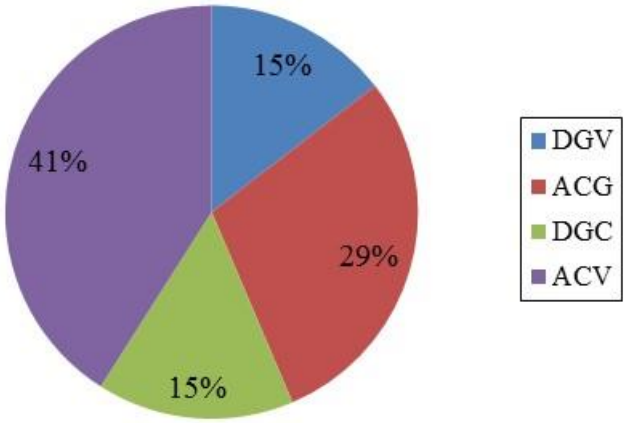


Figura 1. Distribuição dos tempos percentuais efetivos do Carregador Florestal. DGV: deslocamento da grua vazia; ACG: arrumação da carga na grua; DGC: deslocamento da grua carregada; ACV: arrumação da carga no veículo.
Figure 1. Distribution of effective percentage times the Forest Loader . DGV : displacement of the empty crane; ACG : cargo trimming the crane ; DGC : displacement of the loaded crane; LCA : Cargo storage in the vehicle.

Em relação à distribuição percentual do tempo total da operação, foi possível verificar que as interrupções (INT) corresponderam por maior proporção de tempo consumido no ciclo operacional (Figura 2), o que também em semelhança foi relatado por Santos et al. (2009) e, ainda, por Fiedler et al. (2008), ambos em operações semelhantes.

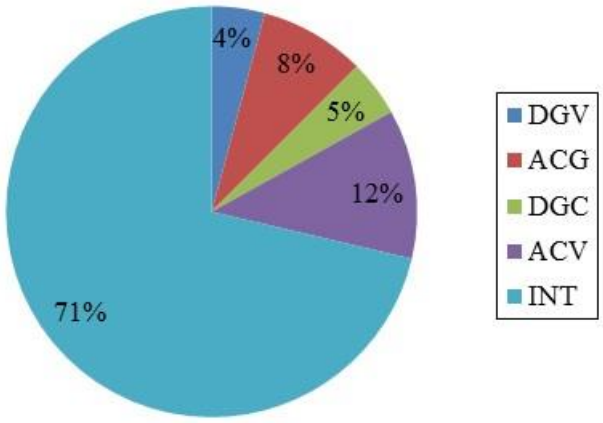


Figura 2. Distribuição dos tempos percentuais totais do Carregador Florestal. DGV: deslocamento da grua vazia; ACG: arrumação da carga na grua; DGC: deslocamento da grua carregada; ACV: arrumação da carga no veículo; INT: interrupções.
Figure 2. Distribution of total percentage times the Forest Loader . DGV : displacement of the empty crane; ACG : cargo trimming the crane ; DGC : displacement of the loaded crane; LCA: Cargo storage in the vehicle ; INT interruptions.

Portanto, ficou evidente a dimensão dos elementos do ciclo operacional frente à porcentagem de interrupções. Juntos, os elementos do ciclo operacional somam 29% dos

tempos totais, sendo um processo muito dinâmico influenciado pelo sortimento das toras trabalhado e habilidade do operador.

Em geral, mais da metade do tempo (71%) do tempo total o Carregador Florestal não está realizando sua principal função, ou seja, a máquina encontra-se parada ou realizando outras atividades que não fazem parte do ciclo operacional. Isso pode é demonstrado na Figura 3.

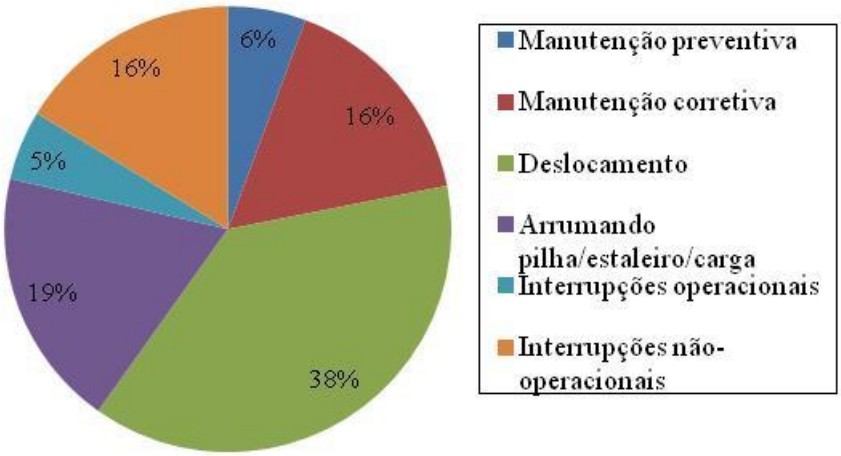


Figura 3. Distribuição percentual das interrupções no ciclo operacional do carregador florestal.
Figure 3. Percentage distribution of interruptions in the operating cycle of the forest loader.

Como principal motivo das interrupções, tem-se o deslocamento (38%) do Carregador Florestal entre estaleiros ou pilhas. A distância entre os estaleiros, bem como a velocidade da máquina e as condições de tráfego na área (declividade, presença de tocos, dentre outros) interferem no desempenho do Carregador.

Outros motivos foram bastante consideráveis para o elevado percentual de interrupções da máquina, com destaque para o tempo em que o Carregador passou arrumando pilhas, estaleiros ou cargas nos veículos de transporte, representando 19% das interrupções. Manutenção corretiva e interrupções não-operacionais (carregador parado ou necessidade do operador) atingiram ambas 16%. Manutenção preventiva e interrupções operacionais (manobra para carregar, posicionamento dos veículos de transporte, etc.) atingiram 6% e 5% do percentual de interrupções respectivamente.

Fiedler et al., (2008) encontrou que o deslocamento da máquina corresponde a 3,3% e um tempo de interrupções que consumiram 51,3% do tempo total, que pôde ser explicado pelo elevado tempo de espera dos veículos de transporte, em semelhança ao que também foi relatado por Santos et al. (2009)

Conforme Malinovski et al. (2006), o nível de experiência do operador é um dos fatores que afetam diretamente nos tempos que envolvem o ciclo operacional e, consequentemente, a produtividade da operação.

A Figura 4 demonstra a distribuição dos tempos comparando os três operadores com diferentes níveis de experiência do Carregador Florestal.

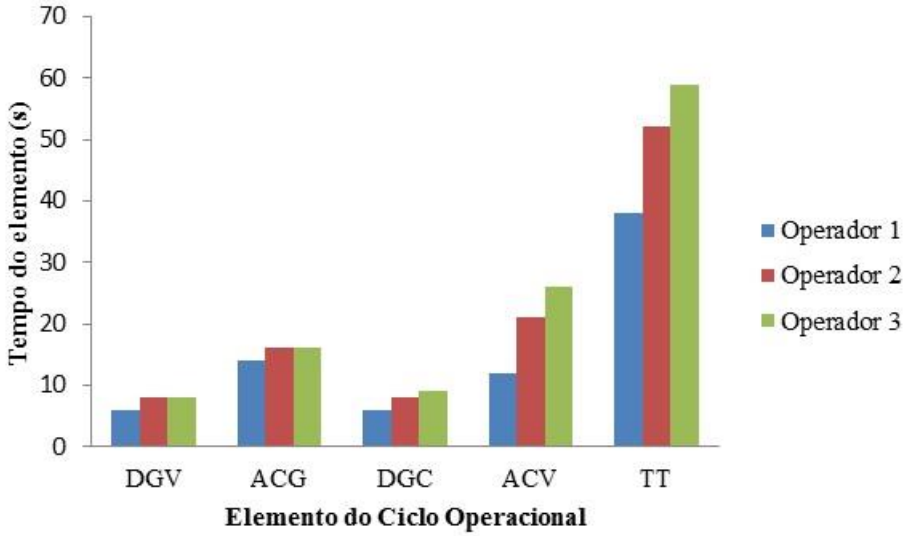


Figura 4. Tempos efetivos médios consumidos pelo Carregador Florestal em cada elemento do ciclo para os diferentes operadores. Nível de experiência do operador: Operador 1 = alta; Operador 2 = intermediária; Operador 3 = baixa.
Figure 4. Average effective time taken by the Forest Charger in each cycle of the element to the different operators. Level of operator experience : Operator 1 = high ; Operator 2 = intermediate ; Operator 3 = low.

Observa-se que o Operador 1 que possui alto nível de experiência (acima de 7 anos na operação), realiza as atividades do ciclo operacional em menor tempo, seguido pelo operador 2, que tinha nível intermediário de experiência na operação. O Operador 3 teve o menor desempenho, isso pode ser explicado pela menor experiência (menor tempo de operação da máquina) que este tem quando comparado com os outros dois operadores (menos de 4 meses).

As disponibilidades mecânicas e técnicas do Carregador foram de 86,7% e 33% respectivamente. A eficiência operacional foi de 29%, o que pode ser explicado pelo elevado tempo em que o carregador passou deslocando entre estaleiros, arrumando pilhas e esperando veículos de transporte. Os resultados são inferiores quando comparados com Fiedler et al., (2008), que encontrou uma disponibilidade mecânica de 96,8% e eficiência operacional de 40,3%.

Tratando-se da produtividade, a mesma seguiu tendência semelhante ao observado para os tempos do ciclo operacional efetivo, comparando operadores trabalhando com os mesmos sortimentos (Figura 5).

Observa-se que o Operador 1, com maior experiência, teve um melhor desempenho quando comparado aos demais, sendo sua produtividade média de 20,3 $m^3.he^{-1}$. O operador 2 e 3, obtiveram uma produtividade efetiva de 18,5 e 20,3 $m^3.he^{-1}$, respectivamente.

Como se pode observar na Figura 6, o fator sortimento também influenciou diretamente na produtividade da operação. Isso ocorreu, pois quanto maior o volume por tora, maior tende a ser produtividade na operação de carregamento da madeira. Esse resultado em concordância com Malinovski et al. (2006), os quais citam que quanto maior o comprimento da tora e maior seu diâmetro, tenderá a ser maior produtividade de carregadores florestais.

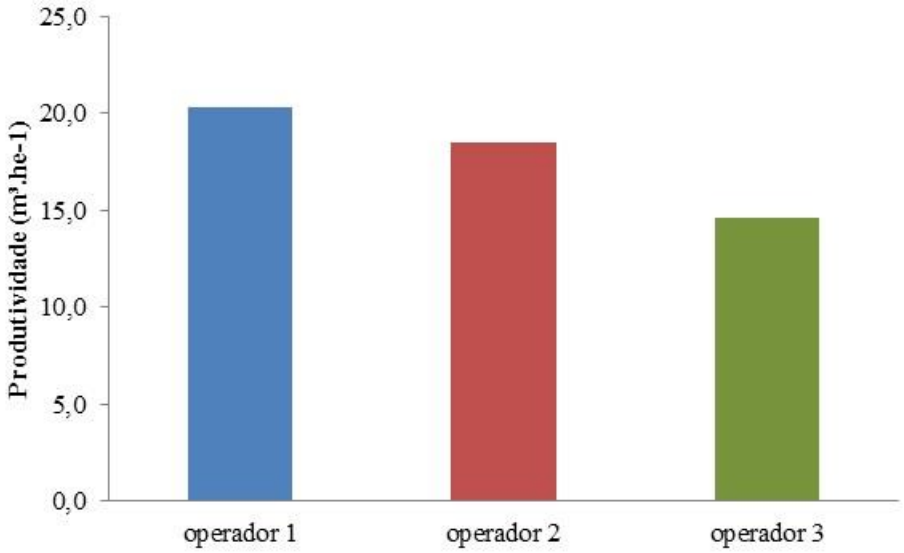


Figura 5. Produtividade média efetiva entre os diferentes operadores do Carregador Florestal. Nível de experiência do operador: Operador 1 = alta; Operador 2 = intermediária; Operador 3 = baixa.
Figure 5. Effective average yield between the different operators of Forest Loader . Level of operator experience : Operator 1 = high ; Operator 2 = intermediate ; Operator 3 = low.

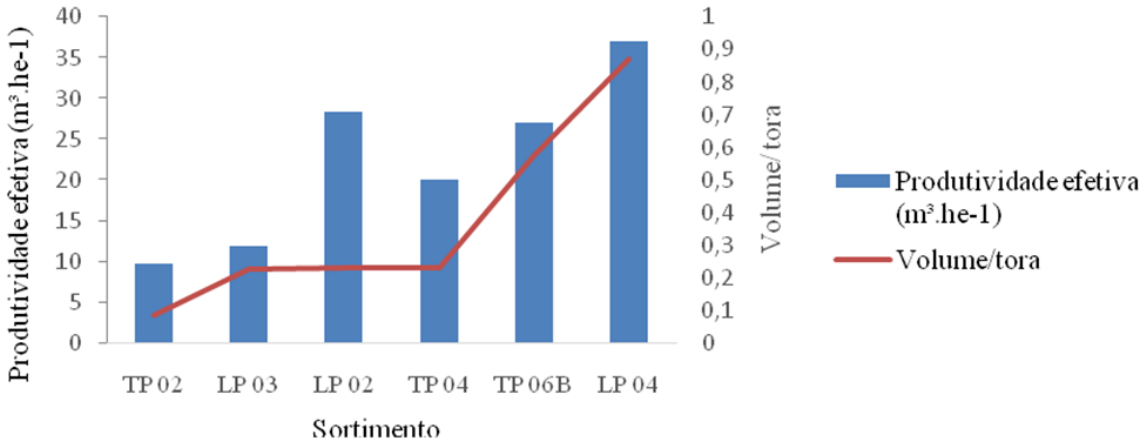


Figura 6. Produtividade média efetiva em função sortimento e volume por tora.
Figure 6. Produtividade média efetiva em função sortimento e volume por tora.

4. Conclusões

As interrupções foram responsáveis por grande parte (71%) do tempo total do Carregador Florestal, sendo ocasionadas principalmente devido ao deslocamento entre estaleiros, arrumação de pilhas e espera por veículos de transporte, o que decorreu uma baixa eficiência operacional. Isso demonstra a necessidade da implantação de um controle eficiente das operações, visando a redução de tempos improdutivos e aumento da eficiência operacional e produtividade

A produtividade efetiva do Carregador Florestal foi diretamente influenciada pelos fatores: classe de sortimento e nível de experiência do operador. Operadores mais experientes tiveram maior produtividade e menor tempo total no ciclo operacional e sortimentos com toras de maior diâmetro e comprimento, ou seja, volume apresentaram

maior produtividade. Portanto, para um planejamento adequado do processo produtivo é fundamental que se leve em consideração esses fatores.

Referências Bibliográficas

BARNES, R.M. **Estudos de movimentos e de tempos - projeto e medida do trabalho.** Tradução da 6ª ed. Americana. São Paulo, 1977.

FIEDLER, N.C.; ROCHA, E.B.; LOPES, E.S. Análise da produtividade de um sistema de colheita de árvores inteiras no norte do estado de Goiás. **Floresta**, v. 38, n. 4, p. 577-586, 2008.

MACHADO, C.C.; SILVA, E.N.; PEREIRA, R.S.O setor florestal brasileiro e a colheita florestal. In: MACHADO, C.C. (Ed.). **Colheita florestal**. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. p. 15-42.

MALINOVSKI, R.A.; MALINOVSKI, R.A.; MALINOVSKI, J.R.; YAMAJI, F.M. Análise das variáveis de influência na produtividade das máquinas de colheita de madeira em função das características físicas do terreno, do povoamento e do planejamento operacional florestal. **Floresta**, Curitiba, v.36, n.2, p.169-182, 2006.

SANTOS, M.D. et al. Avaliação técnica de um carregador florestal com diferentes sortimentos de madeira. **Ambiência**, v.5, n.1, p.13-26, 2009.

SILVA. C. B.; SANT'ANNA, C. M.; MINETTE, L. J. Avaliação ergonômica do "feller-buncher" utilizado na colheita de eucalipto. **Cerne**. Lavras, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.

Avaliação de extração de madeira com um *forwarder*

Evaluation of wood extraction with a *forwarder*

Guilherme Casassola Bortolotto[1]
Fernando Zancan Pissinin[2]
Marcelo Alberto Hilgert[3]
Catize Brandelero[4]
Lucas Abel Sachet[5]
Jaqueline Ottonelli[6]

[1]Engenheiro Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Rio Grande do Sul, Brasil. (guilherme_bortolotto@hotmail.com)

[2]Engenheiro Florestal pela da Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Rio Grande do Sul, Brasil. (fzancan@yahoo.com.br)

[3]Graduando em Engenheira Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Rio Grande do Sul, Brasil. (marcelohilgert@yahoo.com.br)

[4]Professora Doutora da Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Rio Grande do Sul, Brasil. (laboratoriomecaniza@gmail.com)

[5]Graduando de Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Rio Grande do Sul, Brasil. (lucasas17@hotmail.com)

[6]Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Rio Grande do Sul, Brasil. (jaqueline.ottonelli@gmail.com)

Resumo: A extração da madeira é a etapa mais complexa da colheita florestal, sendo influenciadas pela experiência dos operadores, condições do povoamento, distância de extração e características das máquinas. Este estudo objetivou avaliar a operação de "baldeio" com um *forwarder* foi realizado em duas condições no Estado do Paraná. A primeira em três talhões feita retirando madeira distribuída por todo talhão, "baldeando-a" para uma estrada. Na segunda condição realizou-se o "baldeio" da madeira a partir das bordas do talhão para uma estrada principal. A máquina avaliada foi o trator florestal *forwarder* Tigercat 1075B. Os dados coletados de tempos e movimentos foram pelo método de tempo continuo. Para calcular o volume utilizou-se o valor de 7,2m² referente à área do compartimento de carga multiplicado pelos diferentes comprimentos de madeira. Utilizaram-se fatores de cubicação e conversão para toneladas de 0,65 (900kg/m³). A produtividade média de uma das regiões (40,99ton/h), foi superior à de uma segunda (39,83ton/h). Comparar a produtividade em função do comprimento, observou-se que para o comprimento de 5,30m a produtividade foi, em média, 15% superior a produtividade encontrada para o comprimento de 3,20m.
Palavras-chave: Colheita florestal, Auto-carregáveis, Produtividade, Extração Florestal.

Abstract: Extraction forest is the most complex stage of the crop being influenced by the experience of the operators, settlement conditions, distance and characteristics extraction machines. This study aimed to evaluate the "motorized" operation with forwarder in different situations and was conducted in two situations in the State of Paraná; the first three plots where motorized was done by removing wood distributed throughout "which was done motorized" field and on road. In the second situation there was the "motorized" timber of field edges to the main road. The machine evaluated was the forwarder Tigercat 1075B. The data were collected through the study of time and motion by time continuous method. To calculate the volume used the value 7,2m² on the compartment area multiplied over by the different lengths of wood. They used cubication factors and conversion to tons of 0.65 (900kg/m³). The average productivity of the regions (40,99ton/h) was higher than that of a second (39,83ton/h). To compare the productivity of a length that observed for the 5.30m length productivity was on average 15% higher productivity was found for the length of 3.20m.
Keywords: Forest harvesting, Auto loading, Productivity, Forwarder Operation.

1. Introdução

Por envolver riscos, capacitação operacional e altos custos, as atividades vinculadas à colheita florestal correspondem a um complexo sistema do setor de produção florestal. De acordo com Freitas (2005) esse conjunto pode ser definido pelo trabalho que envolve a cadeia de produção e todas as atividades paralelas, executados desde o preparo das árvores para o abate até o transporte para o local de uso final. Envolve também o planejamento da operação, a medição, o recebimento no pátio da indústria e a comercialização desta madeira.

Segundo Machado (2014), o processo de mecanização dessas atividades tem sofrido inúmeras e abrangentes variações, influenciadas principalmente pela oferta e custo da mão de obra e a busca de aprimoramento produtivo.

A colheita florestal segundo Moreira (1992) representa, em alguns casos mais de 50% do custo total da madeira posta na indústria. Para Tanaka (1986) essas atividades são as mais onerosas de todo o processo, e podem representar até 80% do custo do metro cúbico de formação da floresta em condição de corte. É necessário, dessa forma, um planejamento detalhado das operações para poder abordar os fatores que interferem nessa atividade, minimizando assim os custos envolvidos nas operações de colheita (VALVERDE, 1995).

A extração florestal é a etapa mais complexa da colheita da madeira, sendo influenciada pela e habilidade dos operadores, as condições do povoamento, a distância de extração e as características das máquinas (CONWAY, 1976).

Entre as máquinas mais utilizadas na exploração florestal estão os auto-carregáveis ou *forwarders*. São tratores florestais articulados, equipados com uma plataforma de carga e uma grua hidráulica, podendo ter tração 4x4, 6x6 ou 8x8 e seu sistema rodante pode ser de pneus ou de esteiras. Sua principal função é realizar a extração ou o "baldeio" da madeira para a borda dos talhões ou beira de estradas (MACHADO, 2014).

De acordo com Rezende et al., (1997), para manter a competitividade ao setor florestal é necessário que as atividades da colheita da madeira sejam otimizadas, por melhorias contínuas na qualidade do produto e serviço, redução de perdas, melhorias na eficiência das máquinas, maximização da produtividade e minimização dos custos de produção. Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a operação "baldeio" em duas condições de campo e gerar indicadores operacionais.

2. Metodologia de trabalho

O estudo foi realizado em uma área com empreendimento florestal em uma região florestal no Estado do Paraná. A dinâmica da pesquisa foi conduzida em duas situações, sendo uma em três talhões da região florestal 1 nos talhões 1, 2, 3. O "baldeio" foi feito retirando madeira distribuída por toda a extensão no interior do talhão e "baldeada" para uma estrada principal. A segunda situação na região florestal 2 no talhão 2 a máquina realizava o "baldeio" da madeira das bordas do talhão direcionando para uma estrada principal.

A máquina avaliada no presente estudo foi o trator florestal *forwarder* Tigercat 1075B. A máquina possui uma área útil do compartimento de carga de 7,2m² e capacidade de carga estimada em 30mst de madeira, também possui 0,42m² de área da garra.

O estudo foi divido em duas etapas com sistemas de "baldeio" com comprimentos distintos, (3,20 e 5,30m) foi determinada a produtividade da máquina em ton/h. Na figura 1 são apresentadas as etapas e manobras da máquina na operação de "baldeio" da madeira.

Figura 1. Manobras de carga e descarga de madeira: 5,30m na borda do talhão (A e B); 3,60m no interior do talhão (C); 5,30m no interior do talhão (D); 3,60m na pilha (E); 5,30m na pilha. Fonte: Autor.
Figure 1. Loading and timber discharge maneuvers: 5,30m at the edge of the field (A and B); 3,60m inside the stand (C); 5,30m inside the stand (D); 3,60m on the stack (E); 5.30m on the stack. Source: Author.

Os dados foram coletados através do estudo de tempos e movimentos pelo método de tempo continuo. Os elementos de tempo do ciclo operacional se distribuíram em: viagem vazia, manobra de carga, viagem carregado e manobra de descarga. Os dados foram coletados a campo com o auxílio de uma planilha e um cronômetro digital.

Inicialmente determinou-se o número necessário de observações (ciclos operacionais) através de uma amostragem piloto buscando-se definir o número de observações necessárias para proporcionar um erro de amostragem máximo de 10%, onde a suficiência amostral mínima foi de 13 ciclos; foram coletados 27 ciclos no total, conforme metodologia proposta por Barnes (1977), utilizando a seguinte equação:

$$n = \frac{cv^2 \times t^2}{E^2} \quad \text{(Eq.01)}$$

Onde:
n = número mínimo de unidades;
t = valor de t, para o nível de probabilidade desejado e (n – 1) graus de liberdade;
cv = coeficiente de variação;
E = erro admissível.

3. Resultados e Discussão

Para calcular volume de madeira "baldeada" utilizou-se o valor de 7,2m² referente à área do compartimento de carga da máquina multiplicado pelos diferentes comprimentos de madeira "baldeados" (3,20 e 5,30m) obtendo assim, a carga carregada em metros estéreos (m^{st}) para cada ciclo, utilizaram-se fatores de cubicação e conversão para toneladas de 0,65 de 900kg/m³.

Embora a média de produtividade no sistema de "baldeio" da região florestal 2 (40,99ton/h) onde a madeira era "baldeada" da borda do talhão, tenha sido maior que a da região florestal 1 (39,83ton/h), a análise estatística mostrou que não houve diferença significativa a um nível de significância de 5% como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Análise estatística de variância para as regiões florestais - ANOVA.
Table 1. Statistical analysis of variance for forest regions - ANOVA.

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância		
Produtividade RF 1	14	528,0904	37,72075	88,82431		
Produtividade RF 2	13	532,9023	40,99248	37,3625		
ANOVA						
Fonte da variação	SQ	GL	MQ	F	Valor-P	Fcrítico
Entre grupos	72,15466	1	72,15466	1,12526	0,29893	4,241699
Dentro dos grupos	1603,066	25	64,12264			
Total	1675,221	26				

A tabela 2 mostra os diferentes resultados para cada comprimento de madeira "baldeada" e média geral de produtividade da atividade para o "baldeio" na região florestal 1 feito do interior dos talhões.

Tabela 2. Valores médios e classe de madeira "baldeada" na região florestal 1.
Table 2. Mean and wood class values "which was done motorized" in forest area 1.

Tipo de madeira	Tempo médio por ciclo (min)	Produtividade média (ton/h)	Número médio de ciclos da garra		Tempo médio por ciclo (minutos)	
			Carga	Descarga	Carga	Descarga
530	31,45	39,83	22	21	12,43	7,92
320	49,93	33,93	32	25	23,32	10,35
Geral	38,05	37,72	26	22	16,32	8,78

Segundo Passos (2014) a produtividade efetiva do *forwarder* varia diretamente em função da distância de extração da madeira, sendo esta também afetada pelo comprimento das toras em que se está realizando o "baldeio".

A tabela 3 indica a produtividade da máquina no "baldeio" de acordo com a distância média de "baldeio" para cada talhão da região florestal 1.

Tabela 3. Produtividade média e distância de "baldeio" para ambos os tipos de madeira.
Table 3. Average productivity and distance "motorized" for both types of wood.

Talhão	Distância média de "baldeio" (m)	Produtividade média (Ton/h)
1	389,00	31,75
2	402,00	32,06
3	179,17	45,53

Observa-se que no talhão 3, onde apresentou a menor distância de "baldeio" a produtividade média foi maior, chegando a 45,53ton/h, sendo que, na medida em que esta distância aumenta a produtividade diminui. Em relação ao comprimento de 5,3m de madeira, obteve-se um maior tempo em função do seu maior volume, pois o comprimento favorece o rápido preenchimento da capacidade de carga do *forwarder*, tornando a produtividade maior. Para Minette et al. (2004), também em um estudo de extração de madeira com 6m de comprimento, constataram para o tempo de descarga, percentuais de 28,17 e 28,33%.

As figuras 2 e 3 indicam a subdivisão dos elementos de tempo do ciclo operacional do *forwarder* no "baldeio" de madeira para os comprimentos de 5,30m e 3,20m respectivamente "baldeados" na região florestal 1.

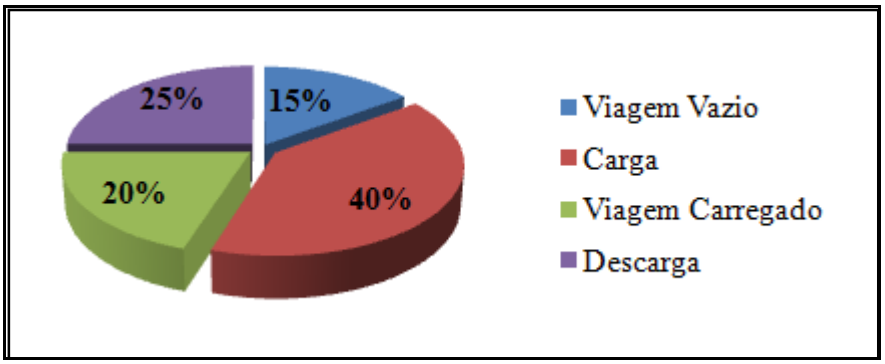


Figura 2. Elementos de tempo do ciclo operacional para "baldeio" com madeira 5,30m - região florestal 1.
Figure 2. Operational cycle time elements for "motorized" wood with 5.30m - forest region 1.

Os elementos do ciclo, viagem vazio e viagem carregado, são afetados diretamente pela distância de extração, tendo em vista que o deslocamento da máquina aumenta o tempo total do ciclo operacional. Podemos observar na subdivisão dos ciclos que o comprimento da madeira influenciou diretamente nos tempos de carregamento, segundo Machado (2014).

Conforme estudo realizado por Simões e Fenner (2010), os percentuais de tempos do ciclo do *forwarder* encontrados para a extração de toretes com 6m foram de 8,25% para viagem vazio, 50,57% para carregamento, 13,35% viagem carregado e 27,83% do tempo do ciclo para o descarregamento.

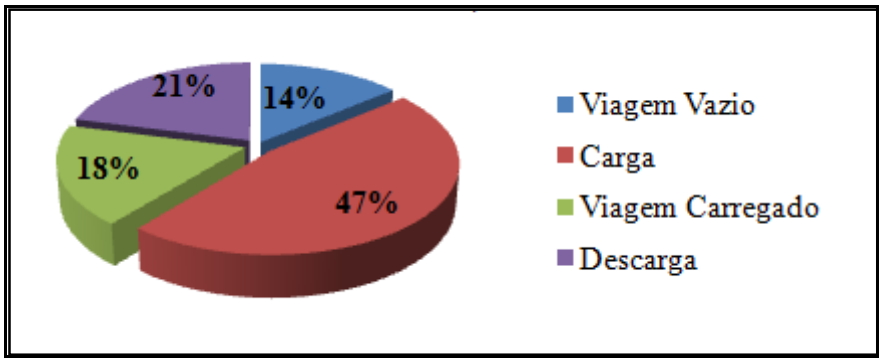


Figura 3. Elementos de tempo do ciclo operacional para “baldeio” com madeira 3,20m - região florestal 1.
Figure 3. Operational cycle time elements for "motorized" with wooden 3,20m - forest region 1.

As tabelas 4 e 5 mostram os resultados obtidos na operação de “baldeio” de madeira efetuado na região florestal 2, realizado a partir da bordadura do talhão. A produtividade quando comparada com a da região florestal 1, para madeira com 5,30m, apresenta-se superior em função de ocupar menos tempo com carga e descarga.

Tabela 4. Valores médios e classe de madeira “baldeada” na região florestal 2.
Table 4. Average and wood class values "which was done motorized" in the forest region 2.

Tipo de madeira	Tempo médio por Ciclo (min)	Produtividade média (ton/h)	Número médio de ciclos da garra		Tempo médio por ciclo (min)	
			Carga	Descarga	Carga	Descarga
5,30	33,58	40,48	25	20	12,48	7,35

Tabela 5. Produtividade média e distância de “baldeio” para madeira 5,30m.
Table 5. Average productivity and distance “motorized” wood 5.30m.

Talhão	Distância média de “baldeio” (m)	Produtividade média (ton/h)
2	326,00	40,99

A figura 4 indica a subdivisão dos elementos de tempo do ciclo operacional do *forwarder* o “baldeio” de madeira na região florestal 2, onde o mesmo era executado da bordadura do talhão.

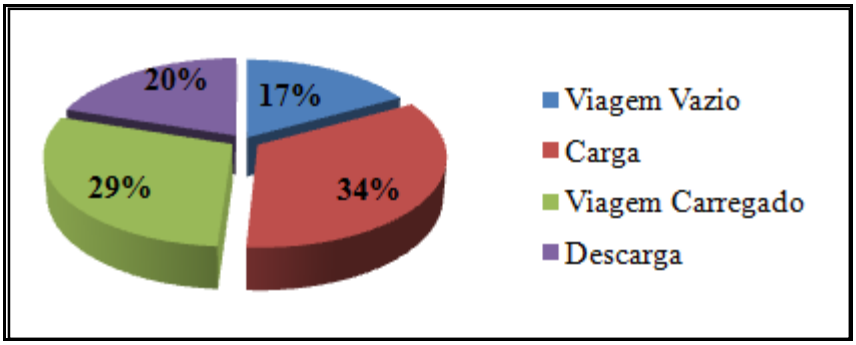


Figura 4. Elementos de tempo do ciclo operacional para "baldeio" com madeira 5,30m na região florestal 2.
Figure 4. Operational cycle time elements for "motorized" with 5.30m wood in forest region 2.

Em relação ao ciclo operacional para o comprimento de 5,30m na região florestal 1, o ciclo operacional na região florestal 2 mostrou-se mais eficiente nos tempos de carga e descarga, isso pelo fato da madeira a ser "baldeada" estar na bordadura do talhão, facilitando a operação.

De acordo com Simões e Fenner (2010), a maior parte do tempo operacional gasto é com carga e descarga, sendo que estes podem chegar a 80% do ciclo operacional.

Podemos observar que o maior valor de produtividade encontrado (45,53ton/h) para ambos os comprimentos de madeira foi para o "baldeio" de madeira na região florestal 1 com a distância de 179,17m, sendo está a menor distância dentre as avaliadas. Referente à produtividade quanto ao comprimento da madeira, observou-se uma maior produtividade para maiores comprimentos, visto os valores de 39,83 e 33,93ton/h para madeira 5,30m e 3,20m respectivamente.

Observaram-se quanto à distribuição percentual dos elementos de tempo do ciclo operacional que à medida que aumenta o comprimento da madeira aumenta também a eficiência da máquina, visto os valores de 47%, 40 % e 34% para manobra de carga com os comprimentos de madeira de 3,20; 5,30 e 5,30m sendo este último com a madeira distribuída na bordadura do talhão.

4. Conclusões

Foram apresentados indicativos de que com maiores comprimentos de madeira no baldeio, obtêm-se as maiores produtividades, seja na atividade de carga quanto de descarga e ainda em todo o ciclo, otimizando assim o tempo total dos ciclos operacionais da máquina. Também quando a máquina necessita se deslocar menos para realizar a manobra evidencia-se este ganho de eficiência, visto que quando do seu deslocamento interno ao talhão para carregar a madeira.

Ao comparar a produtividade do *forwarder* em função do comprimento da madeira, temos que para um comprimento de 5,30m, sua produtividade é em média 15% superior a produtividade encontrada para um comprimento de 3,20m.

Referências Bibliográficas

CONWAY, S. **Logging practices: principles of timber harvesting systems**. São Francisco: Miller Freeman, 1976. 416p.

FREITAS, L. C.; MACHADO, C.C.; SANT'ANNA, G. L.; SOUSA, H. T. **Ferramentas computacionais no planejamento da colheita florestal, Revista da Madeira, nº 92, out., 2005**. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=808&subject=Colheita%20Florestal&title=Ferramentas%20computacionais%20no%20planejamento%20da%20colheita%20florestal>. Acesso em: 22/02/2015.

MACHADO, C.C. **Colheita Florestal**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2014, 3ª ed.,543 p.

MINETTE, L. J.; MOREIRA, F. M. T.; SOUZA, A. P.; MACHADO, C. C.; SILVA, K. R. **Análise técnica e econômica do *forwarder* em três subsistemas de colheita de florestas de eucalipto**. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 1, p. 91-97, 2004.

MOREIRA, M.F. **O desenvolvimento da mecanização na exploração sob a ótica dos custos. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 7, 1992. Curitiba**. **Anais**... Curitiba: FUPEF, 1992. p.161-170.

SIMÕES, D.; FENNER, P. T. **Avaliação técnica e econômica do *forwarder* na extração de madeira em povoamento de eucalipto de primeiro corte**. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 4, p. 711-720, out./dez. 2010.

TANAKA, O. P. **Exploração e transporte da cultura do eucalipto**. **Informe agropecuário**, n. 141, p. 24-30, 1986.

VALVERDE, S. R. **Análise técnica e econômica do sistema de colheita de árvores inteiras em povoamentos de eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Avaliação técnica de cabeçote *harvester* para comprimentos de toras de madeira

Technical evaluation of a *harvesting* head for lengths of wood logs

Fernando Zancan Pissinin [1]
Jaqueline Ottonelli [2]
Guilherme Casassola Bortolotto [3]
Catize Brandelero [4]
Lucas Sachet [5]
Airton dos Santos Alonço [6]

[1] Engenheiro Florestal formado pela Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Rio Grande do Sul, Brasil. (fzancan@yahoo.com.br)

[2] Engenheira Florestal formada pela Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Rio Grande do Sul, Brasil. (jaqueline.ottonelli@gmail.com)

[3] Engenheiro Florestal formado pela Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Rio Grande do Sul, Brasil. (guilherme_bortolotto@hotmail.com)

[4] Professora Doutora da Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Rio Grande do Sul, Brasil. (catizebrandelero@gmail.com)

[5] Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Rio Grande do Sul, Brasil. (lucasas17@hotmail.com)

[6] Professor Doutor da Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Rio Grande do Sul, Brasil. (airtonalonco@gmail.com)

Resumo: As atividades de colheita de madeira representam 50% ou mais dos custos totais da madeira posta na indústria, necessitando um planejamento detalhado das operações para abordar os fatores influentes nessa atividade, minimizando os custos envolvidos. O objetivo deste trabalho foi determinar a produtividade de um *harvester*, para diferentes comprimentos de madeira de *Eucalyptus urograndis* com 3,60 e 7,00 metros. Foi realizado na borda dos talhões, utilizando-se uma máquina base, *Tigercat* modelo *H855C*, equipada com cabeçote processador da marca *Wharata 622*. O volume médio individual do povoamento utilizado variou em média entre 0,35 e 0,38m³. Foram coletados os dados de rendimento (árvores/hora), através do estudo de tempos e movimentos. Encontrou-se uma produtividade superior com um maior número de árvores processadas para o comprimento de 7,00 metros. Observou-se que na operação de "pegar árvores no chão", foi obtida uma diferença de 11,04% do tempo gasto. O processamento com maiores comprimentos mostrou-se mais eficiente e mais econômico quando analisados movimentos que mais depreciam os componentes do cabeçote, como foi o caso da movimentação dos rolos de descascamento e do uso do sabre. Resultando em um acionamento do sabre foram 30,13% maior no processamento da madeira com 3,60m de comprimento.
Palavras-chave: Colheita florestal, Processamento de madeira, Mecanização florestal, Produtividade.

Abstract: The timber harvesting activities represent 50% or more of the total costs of wood placed on the industry, requiring detailed planning of operations to address the influential factors in this activity, minimizing the costs involved. The objective of this study was to determine the productivity of a harvester, for different lengths of timber *Eucalyptus urograndis* with 3.60 and 7.00 meters. This study was conducted at the edge of the fields, using a base machine, *Tigercat H855C* model, equipped with harvester head of trademark *Wharata 622*. The individual average volume of used stand ranged on average between 0.35 and 0,38m³. Were collected performance data (trees/hour), through the study of times and motions. Found a higher productivity with a large number of trees processed to the length of 7.00m. It was observed that in the operation of "take trees down," was obtained a difference of 11.04% of the time spent. Processing both longer proved to be more efficient and more economical when analyzed movements more depreciate the components of the head, as was the case of

movement of the stripping roller and sabre use. Resulting in a saber of the drive were 30.13% higher in the processing of wood with length 3.60m.
Key words: Forest harvesting, Wood processing, Forest mechanization, Productivity.

1. Introdução

Até o final da década de 60 o setor florestal era pouco expressivo em âmbito econômico. A exploração indiscriminada dos recursos florestais naturais causou um impulso na implantação de florestas de rápido crescimento, ocorrendo principalmente com o gênero *Eucalyptus* (MACHADO et al., 2008). Segundo a ABRAF (2010), a produção de florestas possui a característica de ser um investimento de longo prazo que exige consciência na política e no planejamento e principalmente nas práticas de gestão.

Conway (1976) definiu colheita florestal como o trabalho executado desde o preparo das árvores para o abate até o transporte para o local de uso final. Dependendo da situação, a operação de colheita envolve também o planejamento da operação, a medição, o recebimento na indústria e a comercialização da madeira. Segundo Silva et al. (2003), para cada grupo de condições específicas (espécie, idade do povoamento, finalidade do produto) existe um método e um sistema de colheita mais indicado a serem selecionados para que se proceda à colheita e o beneficiamento da madeira.

Nos anos 90 a mecanização das atividades de colheita e transporte florestal intensificou-se com a abertura do mercado brasileiro à importação de máquinas e equipamentos de países de maior tradição florestal (LOPES et al., 2002). De acordo com Moreira (1992), as atividades de colheita e transporte de madeira representam 50% ou mais dos custos totais da madeira posta na indústria. Para Tanaka (1986) essas atividades são as mais onerosas de todo o processo e podem representar até 80% do custo do metro cúbico de formação da floresta em condição de corte. Dessa forma, é necessário um planejamento detalhado das operações para que se possam abordar os fatores que interferem nessa atividade (VALVERDE, 1995).

As exigências pela qualidade e produtividade com redução de custos, impostas pela globalização da economia, têm conduzido as organizações às transformações a fim de se adaptarem à nova realidade, com o intuito de obter bons produtos e serviços a custos competitivos (REBELO, 1992). A realização de estudos que visem conhecer as reais capacidades produtivas e possíveis variáveis que interferem no rendimento das máquinas de colheita de madeira tornaram-se uma preocupação crescente por parte das empresas florestais (SILVA, et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi determinar a produtividade de uma máquina colhedora e processadora de madeira (*harvester*), bem como a frequência dos movimentos básicos executados durante o processo para diferentes comprimentos de madeira (3,60 e 7,00 metros) a fim de encontrar uma possível fonte de otimização de recursos e minimização de custos operacionais.

2. Metodologia de trabalho

A operação de processamento da madeira foi realizada na borda dos talhões, na região dos Campos Gerais do Estado do Paraná, utilizando-se uma máquina base de esteiras, marca *Tigercat* e modelo *H855C*, equipada com cabeçote processador *harvester Wharata*, modelo *622*.

A madeira de 3,60 metros era proveniente do talhão "1" e a madeira de 7,00 metros do talhão "2", com volume médio individual (VMI) na faixa de 0,35 e 0,38 m³ respectivamente. A madeira utilizada no estudo era da espécie *Eucalyptus urograndis*, sendo disposta em pilhas no final do processo (Figura 1).

Figura 1. Pilhas de madeira processada à beira da estrada (A e B). Fonte: PISSININ (2013).
Figure 1. Processed wood piles by the roadside (A and B). Source: PISSININ (2013).

Foram coletados os dados de rendimento (número de árvores por hora), o ciclo operacional nos diferentes comprimentos de toras, o número de vezes que o sabre de corte foi acionado, bem como a intensidade de uso em cada árvore, através dos tempos e movimentos da máquina base.

3. Resultados e Discussão

A análise dos dados indicou uma produtividade de 50% superior para o comprimento de 7,00 metros e o rendimento de 40% para o número de árvores processadas. Indicou que a madeira mais comprida melhorou o processo. A influência do comprimento das toras sobre a produtividade do *harvester* foi avaliada por Salmeron e Ribeiro (1998), concluindo que com o aumento do comprimento de 2,7 para 5,5 m obteve-se um ganho de produtividade (13,39 a 19,17 m³/h) de 43%. A tabela 1 a seguir, indica a produtividade e o rendimento da máquina para ambos os comprimentos avaliados.

Tabela 1. Produtividade e rendimento no processamento da operação.
Table 1. Productivity and efficiency in processing of operation.

Tipo de madeira (m)	VMI (m³)	Produtividade (m³/hora)	Rendimento (nº de árvores/hora)
3,60	0,35	23,80	68,00
7,00	0,38	35,70	96,00

Estudos comparativos entre sistemas de colheita com toras curtas apresentaram a variação da produtividade e dos custos de produção em função do volume por árvore, sendo que à medida que o volume por árvore aumenta a produtividade cresce e os custos de produção, consequentemente, diminuem (SANTOS, 1999; MACHADO et al., 2002; SILVA, 2005).

As figuras 2 e 3 mostram a subdivisão dos elementos de tempo do ciclo operacional envolvidos no processamento da madeira.

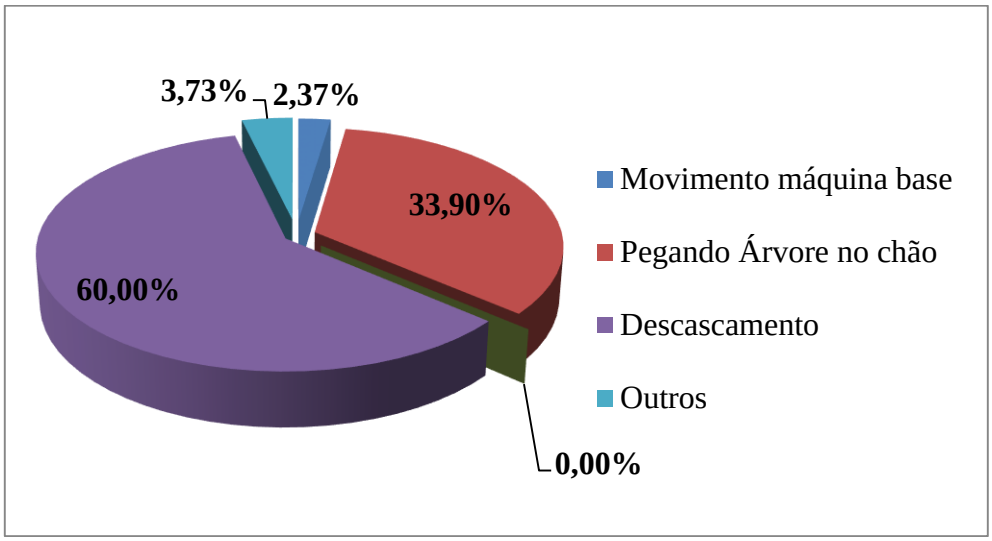


Figura 2. Elementos do ciclo operacional no processamento de madeira de 7 metros.
Figure 2. Cycle operating elements of the processing of 7 meters timber.

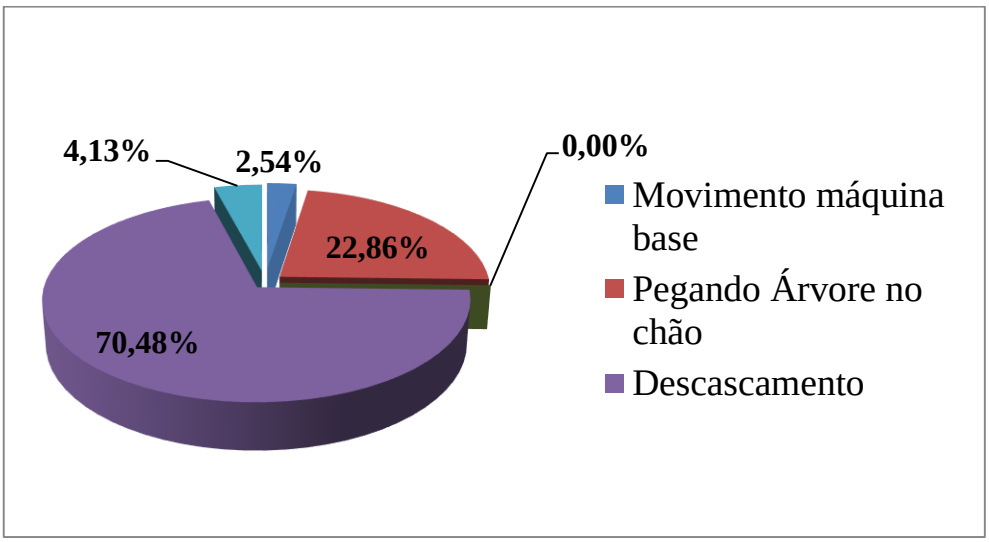


Figura 3. Elementos do ciclo operacional no processamento de madeira de 3,60 metros.
Figure 3. Cycle operating elements of the processing of 3.60 meters timber.

Observa-se que na operação de "pegar árvores no chão", foi obtida uma diferença de 11,04% do tempo gasto. Esta variação é em virtude do tempo necessário para seccionamento da madeira, necessitando maior experiência do operador para buscar e organizar, em menor tempo, o processamento de segmentos de maior comprimento. Estudos realizados por Martins et al. (2009) demonstraram que o tempo necessário para o processamento das árvores foi maior devido às mesmas estarem localizadas na bordadura e por apresentar maior diâmetro médio, mostrando a influência dessas variáveis na produtividade e nos custos da colheita florestal.

O movimento "Acionamento de sabre/corrente" refere-se ao número de vezes em que o sabre do cabeçote foi acionado para realizar o seccionamento da madeira no comprimento desejado. Segundo Martins et al. (2009), a definição lógica do número de vezes em que o sabre de corte é acionado é a relação entre altura da árvore e o comprimento da tora. Na tabela 2, indica-se a intensidade de uso do sabre/corrente de acordo com o número de árvores processadas por hora.

Tabela 2. Indicativo dos movimentos básicos da máquina durante o processamento da madeira.
Table 2. Basic movements indicative of the machine during the processing of wood.

Tipo de madeira (m)	N° árvores processadas	Acionamento sabre (n°)	Intensidade de uso (nº vezes/árvore)
3,60	68,00	458,00	6,73
7,00	96,00	320,00	3,33

Santos e Machado (1995) observaram a tendência do aumento da capacidade operacional do equipamento à medida que se aumentava o volume por árvore, sendo que o custo de processamento teve comportamento inverso. Pode-se verificar nos dados avaliados que o comprimento de madeira de 7,00 metros foi superior no número de árvores processadas, porém necessitou o uso do sistema de corte em menor quantidade quando comparado com o outro comprimento de 3,60 metros. Portanto, prolongando-se a vida útil do aparelho de corte, proporciona-se a redução de custos em diversos aspectos analisados na produtividade em diferentes comprimentos de toras seccionadas.

Através da análise dos resultados, foram identificadas maiores quantidades de passagem do cabeçote no descascamento da madeira e também uma maior intensidade de sabre para o comprimento 3,60 metros, levando em consideração todos os elementos do ciclo como referência. O elemento de tempo do ciclo operacional envolvido no processamento da madeira "pegando árvore no chão" apresentou-se maior em toras com 7,00 metros de comprimento, pois neste foram processadas uma maior quantidade de árvores para o mesmo período de tempo estudado.

4. Conclusões

O processamento de madeira com maiores comprimentos mostrou-se mais eficiente e mais econômico quando analisados movimentos que mais depreciam os componentes do cabeçote, como foi o caso da movimentação dos rolos de descascamento e do uso do sabre. Resultando em um acionamento do sabre foram 30,13% maior no processamento da madeira com 3,60 metros de comprimento.

Podemos ressaltar que o processamento de madeira com maiores comprimentos necessita de um maior nível de treinamento dos operadores, mas acelera as operações futuras de carregamento e transporte, uma vez que a madeira descascada com comprimentos menores torna-se uma dificuldade para o alto rendimento da atividade de carregamento e assim, acarretando em custos elevados para empresas do ramo florestal.

Referências Bibliográficas

Anuário ABRAF (2012), Associadas, individuais e coletivas da ABRAF (2012) e Poyry Silviconsult (2013). Disponível em: <http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF13pdf>. Acesso em: 22 ago. 2012.

CONWAY, S. Logging practices; principles of timber harvesting systems. São Francisco: Miller Freeman, 1976. 416 p.

LOPES, E. S.; MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P. Classificação e custos de estradas em florestas plantadas na região sudeste do Brasil. R. Árvore, Viçosa-MG, v. 26, n. 3, p. 329-338, 2002.

MACHADO, C. C.; SILVA, E. N.; PEREIRA, R. S. O setor florestal brasileiro e a colheita florestal. In: MACHADO, C. C. (Ed.). Colheita florestal. 2ª ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2008. 501 p.

MARTINS, R. J; SEIXAS, F; STAPE, J. L. Avaliação técnica e econômica de um *harvester* trabalhando em diferentes condições de espaçamento e arranjo de plantio em povoamentos de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 83, p. 253-263, 2009.

MOREIRA, M.F. O desenvolvimento da mecanização na exploração sob a ótica dos custos. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 7, 1992. Curitiba. **Anais**... Curitiba: FUPEF, 1992. p.161-170.

REBELO, C.R. Qualidade total assegurada baseada na filosofia deming na albany. O Papel, São Paulo, v.53, n.3, p.31-39, mar., 1992. MACHADO, C.C. O setor florestal brasileiro. In: Colheita Florestal. Viçosa: UFV. 2002. 15 p.

SALMERON, A.; RIBEIRO, S.R. Colheita mecanizada de eucaliptos em regiões acidentadas. In: SEMINARIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 10, 1998, Curitiba. Anais... Curitiba: UFPR/FUPEF, 1998. p.165–181.

SANTOS, S.L.M. Análise comparativa entre sistemas de colheita com toras longas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 4, 1999, Campinas. **Anais**... Viçosa: SIF/UFV, 1999. p.73-87.

SANTOS, S.L.M.; MACHADO, C.C. Análise técnico-econômica do processamento de madeira de eucalipto em áreas planas, utilizando o processador. **Revista Árvore**, viçosa, v.19, n.3, p.346-357, 1995.

SILVA R. S.; FENNER P. T.; CATANEO A. Desempenho de máquinas florestais de colheita derrubador-processador Slingshot sobre as esteiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 6., 2003, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: UFV; SIF, 2003. P. 267-279.

SILVA, C.R. **Efeito do espaçamento e arranjo de plantio na produtividade e uniformidade de clones de *Eucalyptus* na região nordeste do Estado de São Paulo**. 2005. 50p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

TANAKA, O. P. Exploração e transporte da cultura do eucalipto. **Informe Agropecuário**, n. 141, p. 24-30, 1986.

VALVERDE, S. R. **Análise técnica e econômica do sistema de colheita de árvores inteiras em povoamentos de eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

8.11 TRABALHOS DE BIOMASSA, CARBONO E ENERGIA

Estoque de biomassa do fuste em Floresta Estacional Decidual Aluvial estimado por meio do volume e massa específica da madeira

Biomass stock of trunks in deciduous alluvial forest through the estimated by the wood volume and specific gravity

Jonathan William Trautenmüller[1]
Rafaelo Balbinot[2]
Gustavo Luís Gonzatto[3]
Fernanda Raquel Lambrecht[4]
Daniele Erthal[5]
Fábio Marcelo Breunig[6]
Jaqueline Valerius[7]

[1]Universidade Federal do Paraná, UFPR, Av. LothárioMaissner, 3400 Jardim Botânico, Curitiba-PR, jwtrautenmuller@yahoo.com.br

[2]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM-CESNORS, BR 386 km 40 s/nº, Frederico Westphalen-RS, rbalbinot@smail.ufsm.br

[3]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM-CESNORS, BR 386 km 40 s/nº, Frederico Westphalen-RS, gustavo.gonzatto@hotmail.com

[4]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM-CESNORS, BR 386 km 40 s/nº, Frederico Westphalen-RS, fernanda.lambrecht@hotmail.com

[5]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM-CESNORS, BR 386 km 40 s/nº, Frederico Westphalen-RS, dani.a.erthal@hotmail.com

[6]Universidade Federal de Santa Maria, UFSM-CESNORS, BR 386 km 40 s/nº, Frederico Westphalen-RS, breunig@ufsm.br

[7]Universidade Federal do Paraná, UFPR, Av. LothárioMaissner, 3400 Jardim Botânico, Curitiba-PR, jaquevalerius@gmail.com

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo estimar a biomassa da Floresta Estacional Decidual Aluvial utilizando métodos diretos e indiretos, além de identificar o mais exato. Para determinar e estimar a biomassa foram instaladas quatro parcelas de 12 x 12 m, em cada uma delas foram abatidas todas as árvores com DAP ≥ 10 cm, mensurada a altura comercial e os diâmetros nas seguintes posições: base, DAP = 25, 50, 75, 100% da altura comercial. Foi determinada a biomassa real (79,65 $Mg.ha^{-1}$) utilizando diferentes formas: volume rigoroso e a massa específica básica média ponderada (152,26 $Mg.ha^{-1}$); volume rigoroso e massa específica básica média aritmética (145,27 $Mg.ha^{-1}$); volume pela equação e massa específica média ponderada (116,55 $Mg.ha^{-1}$) e pelo volume da equação e massa específica básica média aritmética (111,48 $Mg.ha^{-1}$). A determinação direta considera toda a variação do peso específico no sentido medula-casca e base-topo do fuste, lembrando que os métodos indiretos consideram apenas o volume e a massa específica básica. As árvores de grandes diâmetros devem ser analisadas cuidadosamente, uma vez que estas são responsáveis por grande parte da biomassa e podem apresentar fustes ocos.
Palavras-chaves: método direto, método indireto, fuste ocos, densidade da madeira.

Abstract: This study aimed to estimate the biomass of the deciduous alluvial forest using direct and indirect methods and tries to identify the most accurate. To determine and estimate the biomass four plots of 12x12m were installed, within each plot all trees with DBH ≥ 10cm were felled, measuring the height and diameter tradin gin the following positions: base, DAP =25, 50, 75, 100% of commercial height. Was determined by real biomass (79.65 $Mg.ha^{-1}$) using different forms: by rigorous and volume weighted average wood gravity (152.26 $Mg.ha^{-1}$), the volume and density rigorous basic arithmetic mean (145.27 $Mg.ha^{-1}$), by the equation

and the volume weighted mean density (116.55 Mg.ha^{-1}), equation of the volume and wood gravity arithmetic mean (111.48 Mg.ha^{-1}). The direct determination considers all of the variation of the specific weight in the pith-bark-top and base of the stem, while the indirect methods consider only the volume and wood gravity. Trees with large diameter must be carefully considered as they may have hollow stems and represent the main biomass.
Keywords: direct method, indirect method, wood hollow, wood density.

1 Introdução

A emissão de gases de efeito estufa (GEE) recebe grande contribuição do desmatamento e degradação de florestas nativas, que correspondem com cerca de 30% das emissões (Corte *et al*., 2012). Em 2005, na Conferência das Partes nº 11 em Montreal, iniciaram-se as discussões a respeito dos projetos de Redução de Emissões do Desmatamento (RED), logo após incluiu-se a conservação e manejo florestal sustentado nas pautas, sendo considerado com REDD (Redução de Emissões do Desmatamento e da Degradação Florestal). Assim, tem-se a necessidade de acompanhar a biomassa das florestas nativas, com quantificações consecutivas em um intervalo de tempo definido. Podemos citar dois possíveis métodos: o direto e o indireto (Silveira *et al*.,2008; Gatto, 2011). No primeiro as árvores são cortadas, e seus componentes pesados separadamente, esse método demanda tempo e recursos, mas gera informações exatas de biomassa (Ketterings *et al*., 2001; Sanquetta e Balbinot, 2004; Li e Xiao, 2007).

No segundo a quantificação é feita por equações alométricas ou fatores de expansão de biomassa (Sanquetta e Balbinot, 2004; Higuchi *et al*., 2004; Gatto, 2011), nesse caso, as estimativa são mais rápidas e baratas, porém, sua exatidão é inferior (Fearnside *et al*., 1993; Higuchi *et al*., 1998; Parresol, 1999; Segura e Kanninen, 2005).Para estas estimativas indiretas com base no volume é necessário o conhecimento do fator de forma das árvores, o qual apresenta variações em função da espécie, DAP, idade e sítio (Finger, 1992; Prodan *et al*., 1997; Higuchi *et al*., 2004). Além disso, nas estimativas de biomassa a partir de volume deve ser incluída a variável massa específica básica (FEARNSIDE, 1997), que também apresentam variações por diversos fatores, tais como: origem de sementes, condições edafoclimáticas, condução da floresta, ritmo de crescimento, posição no sentido longitudinal e radial e pela topografia do terreno (Amaral, 1977; Barrichelo e Shimoyama, 1989; Gulart, 2003).

Em função das fragilidades que os dois métodos apresentam ainda há controvérsias e estimativas desencontradas, mesmo quando se faz uso do mesmo banco de dados (Fearnside *et al*., 1993; Brown *et al*., 1989; Higuchi *et al*., 1994). Diante destes fatos, o presente trabalho teve por objetivo calcular a biomassa de um fragmento de Floresta Estacional Decidual Aluvial utilizando métodos diretos e indiretos e ao mesmo tempo identificar o mais exato.

2 Metodologia de trabalho

O estudo foi desenvolvido em um fragmento de Floresta Estacional Decidual Aluvial (FEDA) localizada no município de Iraí – RS (27º13’35” Sul e 53º18’59” Oeste, e a 240 m.s.n.m.) na confluência do Rio Uruguai com o Rio da Várzea. O clima da região é considerado Subtropical muito úmido com regime de chuvas equilibrado, porém, há redução da precipitação na estação do inverno, sendo que a média anual gira em torno de 1.700 e 1.900 mm, já a temperatura média oscila entre 20 e 23º C (Rossato, 2014). Os solos deste município são classificados como latossolo vermelho aluminoférrico e neossolo regolítico eutrófico, respectivamente (Santos *et al*., 2013).

Para a coleta dos dados foram instaladas quatro unidades amostrais (UA) de 12x12 m (144 m²), totalizando 576 m², onde foram abatidas todas as árvores com DAP ≥ 10 cm (método 1). Em campo realizou-se a cubagem rigorosa pelo método de Smalian, medindo

os diâmetros a 0,25, 50, 75, 100%, do ponto de inversão morfológica, e o comprimento de cada secção. O volume total do fuste foi calculado com a Equação 1, utilizando as medidas do DAP e altura comercial.

$$v = g \times h \times f \quad \text{(Eq. 01)}$$

onde v= volume (m³); g= área basal (a 1,3 m); h = altura comercial (m); f = fator de forma.

O fator de forma utilizado para a equação do volume foi de 0,759 conforme Trautenmüller *et al*., (2012).

A biomassa do fuste foi calculada por quatro métodos indiretos, sendo eles: (1) volume rigoroso pela média ponderada da massa específica básica (MEB) (método 2); (2) volume rigoroso pela média aritmética da massa específica básica (método 3); (3) volume da equação pela média ponderada da massa específica básica (método 4); e (4) volume da equação pela média aritmética da massa específica básica (método 5). Estes valores foram comparados com o método 1, considerado o mais exato possível.

Para a quantificação da MEB foram retirados discos com aproximadamente dois centímetros de espessura na altura do DAP, onde foram marcadas e seccionadas duas cunhas simetricamente opostas contendo partes de cerne e alburno. As cunhas de madeira foram submersas em água onde permaneceram até atingirem peso constante. A MEB de cada cunha foi determinada pela equação (2):

$$\rho b = Mo/Vu, \quad \text{(Eq. 02)}$$

em que: ρb (massa específica básica da madeira) é dado em g.cm^{-3},
Mo (massa seca em estufa 103°C) em g e
Vu (volume saturado) em cm^3,
o volume verde foi obtido pelo método da balança hidrostática (Vital, 1984).

O peso de cada indivíduo foi encontrado pelo produto do volume pela massa específica básica média e do volume pela massa específica ponderada, para os dois métodos de volumetria, e posteriormente estimados por hectare.

Para a análise da biomassa utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, constituído de cinco tratamentos e quatro repetições, onde cada parcela foi considerada como um bloco. Os dados foram submetidos à análise de variância, teste de Bartlett e ao teste de Dunnett, utilizando o pacote "*Statistical Analysis System*" (SAS, 1993).

3 Resultados e discussão

A análise de variância demostrou diferença significativa a nível de 5% de probabilidade de erro (Tabela 1) e o teste de Bartlett aceitou a hipótese de homogeneidade de variância entre as médias observadas de biomassa. A MEB da madeira calculada pela média aritmética foi de 0,64 g.cm^{-3} e a média ponderada 0,63 g.cm^{-3}.

Tabela 1: Análise de variância da biomassa para os tratamentos.
Table 1: Analysis of variance for biomass treatments.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor de F calculado	Nível de probabilidade de erro
Tratamento	4	13.545,77	3.356,44	5,39	0,0102*
Bloco	3	102.299,77	34.099,92	54,25	0,0001*
Erro	12	7.542,63	628,55		

Total	19	123.388,16

Significativo em nível de 5%.

A determinação da biomassa a campo (79,65 Mg.ha^{-1}) (Tabela 2), foi considerado o melhor método, pois considera toda variação no sentido medula-casca e base-topo. Dessa forma, se o fuste apresentar um oco ou madeira morta estas variáveis são consideradas nos cálculos de peso.

Tabela 2: Resultados de peso do fuste de cada parcela e análise estatística por Dunnett.
Table 2: Results of trunk weight of each plot and statistical analysis by Dunnett.

UA	Tratamento					CV (%)	R^2
	Método 1	Método 2	Método 3	Método 4	Método 5		
1	26,26	53,08	56,30	63,79	67,66		
2	49,38	49,82	52,84	68,71	72,87		
3	101,85	141,03	142,81	165,35	168,11		
4	141,12	202,01	214,25	283,24	300,41		
Somatório	318,62	445,94	466,19	581,09	609,05		
Média*	79,65a*	111,48a	116,55a	145,27b	152,26b	20,71	0,94

Unidade Amostral (UA); Biomassa real (método 1); volume rigoroso e massa específica básica média ponderada (método 5); volume rigoroso e massa específica básica média aritmética (método 4); volume pela equação e massa específica média ponderada (método 3); volume da equação e massa específica básica média aritmética (método 2); Coeficiente de variação (CV); Coeficiente de determinação linear (R^2). *Médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si em nível de 5% de significância.

A quantificação da biomassa pelo volume e massa específica básica foi maior para os quatros métodos em comparação a biomassa amostrada a campo, no entanto, o cálculo pelo método 5 resultou 152,26 Mg.ha^{-1}, aproximadamente 91,1% maior que a biomassa real. Já a determinação da biomassa pelo método 2 resultou 111,48 Mg.ha^{-1} , cerca de 40,0% superior que a biomassa determinada à campo.

Este fato está associado com a ocorrência de ocos em algumas árvores amostradas. Trautenmüller *et al*., (2012) relataram resultados semelhantes, em que os métodos que utilizam o volume pela equação não são significativamente diferentes da biomassa determinada a campo, porém os métodos que utilizam volume rigoroso apresentaram diferença significativa a nível de 5% de probabilidade de erro.

Utilizando métodos indiretos Vogel *et al.*, (2006), estimaram 91 Mg.ha^{-1} de biomassa para o fuste em uma Floresta Estacional Decidual, sendo este resultado semelhante ao encontrado no presente trabalho. Já Ribeiro *et al*., (2009) estimaram uma biomassa de 166,67 Mg.ha^{-1} para o fuste sem casca em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana, este valor representa aproximadamente o dobro do apresentando neste estudo, no entanto, tratam-se de tipologias florestais diferentes, o que justifica a divergência dos resultados.

4 Conclusões

O método 2, representado pela multiplicação do volume da equação pela média aritmética da massa específica, é o que mais se aproxima do valor verdadeiro encontrado a campo. O método 5 apresentou o maior erro associado com a estimativa da biomassa.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do Estado do Rio Grande do Sul ao projeto, por intermédio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS, processo 10/0164-5 e 10/1818-5, e ao CNPq pela bolsa de mestrado do primeiro autor.

Referências bibliográficas

AMARAL, A.C.; FERREIRA, M.; COUTO, H.T.Z. Métodos de avaliação da densidade básica da madeira de populações de pinheiros tropicais. **Revista IPEF,** Piracicaba,v.15, p.47-67, 1977.

BARRICHELO, L.E.G, SHIMOYAMA, V.R. de S. **Densidade básica da madeira, melhoramento e manejo florestal.** IPEF-ESALQ/USP.Piracicaba, 1989, v.6, n.20, 22p.

BROWN, S.; GILLESPIE, A.J.R.; LUGO, A.E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data.**Forest Science**, Lawrence, v. 35, p. 881-902, 1989.

CORTE, A.P.D.; SANQUETTA, C.R.; KIRCHNER, F.F.; ROSOT, N.C. Os projetos de redução de emissões do desmatamento e da degradação florestal (REDD). **Floresta,** Curitiba, v.42, n.1, p.177-188, 2012.

FEARNSIDE, P.M.; LEAL FILHO, N.; FERNANDES, F.M. Rainforest burning and the global carbon budget: biomass, combustion efficiency, and charcoal formation in the Brazilian Amazon. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v.98, n.D9, p. 16733-16743, 1993.

FEARNSIDE, P.M. Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia.**Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 90, n. 1-3, p. 59-87, 1997.

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

GATTO, A.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; SILVA, I.R.; LEITE, H.G.; VILLANI, E.M.A. Estoque de carbono na biomassa de plantações de eucalipto na Região centro-leste do estado de minas gerais, Minas gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.4, p.895-905, 2011.

GULART, M.; HASELEIN, C.R.; HOPPE, J.M.; FARIAS, J.A.; PAULESKI, D.T. Massa específica básica e massa seca de madeira de *Eucaliptus grandis* sob o efeito do espaçamento de plantio e da posição axial no tronco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.13, n.2, p.167-175. 2003.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. M. dos; IMANAGA, M.; YOSHIDA, S. Aboveground biomass estimate for Amazonian dense tropical moist forests.**Memoirs of the Faculty of Agriculture**, Kagoshima, v. 30, n. 39, p. 43-54, 1994.

HIGUCHI, N.; CHAMBERS, J.; SANTOS, J. dos; RIBEIRO, R.J.; PINTO, A.C.M.; SILVA, R.P. da; ROCHA, R.M.; TRIBUZY, E.S. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia Central. **RevistaFloresta**, v.34, n.3, p.295-304, 2004.

KETTERINGS, Q.M.; COE, R.; VAN NOORDWIJK, M.; AMBAGU, Y.; PALM, C.A. Reducing uncertainty in use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. **Forest Ecology and Management**.Amsterdam,v.146, p.199–202, 2001.

LI, C.P.; XIAO, C.W. Above- and belowground biomass of Artemisia ordosica communities in three contrasting habitats of the Mu Us desert, northern China.**Journal of Arid Environments**, v.70, n.2, p.195–207, 2007.

PARRESOL, B.R. Assessing tree and stand biomass: A review with examples and critical comparisons.**Forest Science,**v.45, nº.4, p.573-593, 1999.

PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. **Mensura Forestal**. São José, p.586, 1997

RIBEIRO, S.C.; JACOVINE, L.A.G.; SOARES, C.P.B.; MARTINS, S.V.; DE SOUZA, A.L.; NARDELLI, A.M.B. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de Carbono em uma floresta madura no município de viçosa, Minas gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.5, p.917-926, 2009.

ROSSATO, M. S. Os climas do Rio Grande do Sul: Tendências e tipologias. In: MENDONÇA, F. (Org.). **Os climas do Sul: Em tempos de mudanças climáticas globais**. Jundiaí: Paco Editorial, 2014. p. 217-271.

SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R.*et al*. (Eds.). **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba: [s.n.], 2004, p. 47-63.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, EMBRAPA, 353p, 2013.

SAS – STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM: **Programa de computador**, ambiente VM. Cary, 1993.Versão 6.08.

SEGURA, M.; KANNINEN, M. Allometric Models for Tree Volume and Total Aboveground Biomass in a Tropical Humid Forest in Costa Rica**. Biotropica**, v.37, n.1, p.2–8, 2005.

SILVEIRA, P.; KOEHLER, H.S.; SANQUETTA, C.R.; ARCE, J.E. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Revista Floresta**, v.38, n.1, p.185-206, 2008

TRAUTENMÜLLER, J.W.; VENDRUSCOLO, R.; BALESTRIN, D.; SABADINI, A.M.; GONZATTO, G.L.; EBBING, M.; BALBINOT. R. Estoque de biomassa em floresta estacional decidual montana estimado por meio do volume e massa específica da madeira. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RS E 2º SEMINÁRIO MERCOSUL DA CADEIA MADEIRA, 11., 2012, Nova Prata. **Anais do** ... Nova Prata, 2012. p.780-784.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**. Viçosa: SIF/ UFV, 1984. 21p. (Boletim Técnico, 1).

VOGEL, H.L.M.; SCHUMACHER, M.V.; TRÜBY, P. Quantificação da biomassa em uma Floresta Estacional Decidual em Itaara, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.4, p.419-425. 2006.

Bambusa vulgaris: uso energético de colmos *in natura* e briquetes

Bambusa vulgaris: energetic use of culms and briquettes

Gustavo Friederichs [1]
Martha Andreia Brand [1]
Ailton Balduino[1]
ThallesBalduino[1]

[1] Universidade do Estado de Santa Catarina, Av. Luiz de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages, SC, Brasil.
gustavofriederichs@hotmail.com; martha.brand@udesc.br; ailtonbaduca@ibest.com.br;
thallesbalduino@hotmail.com

Resumo: O bambu apresenta histórico uso, principalmente nos continentes asiático e africano. No Brasil, o bambu vem sendo incentivado através de políticas públicas, financiamentos para pesquisas e fomentos. O *Bambusa vulgaris* Schard. é a espécie de bambu que apresenta a maior área de plantio, especialmente no nordeste brasileiro. Os colmos da espécie podem ser utilizados na produção de celulose, energia e no artesanato e decoração. O objetivo do presente estudo é avaliar as propriedades físicas e energéticas de colmos e briquetes de *Bambusa vulgaris*. Foram avaliadas três amostras de colmos de *Bambusa vulgaris*, provenientes de Florianópolis, SC. Os colmos da espécie apresentaram média a alta densidade básica, alto teor de materiais voláteis e baixo carbono fixo. Os briquetes de *Bambusa vulgaris* apresentaram baixo teor de umidade e, alta densidade aparente e massa seca. O teor de umidade dos colmos afetou negativamente o poder calorífico da espécie, o que não aconteceu para os briquetes – que tiveram baixa redução. As propriedades físicas de colmos de *Bambusa vulgaris* são adequadas para o uso *in natura* e para a briquetagem. Os briquetes apresentam melhores propriedades físicas e energéticas frente ao uso de colmos *in natura* de *Bambusa vulgaris*.
Palavras-chave: bambu, qualidade, produção de energia.

Abstract: Bamboo is historically used, mainly in Asia and Africa. In Brazil, bamboo has been promoted through public politics, funding for researches and fomentation. *Bambusa vulgaris* Schard. is a bamboo specie that is largely planted in Brazil, mainly in northeast. The culms of bamboo are raw material for cellulose production, energy and handmade products. This study aimed to evaluate physical and energetic properties of culms and briquettes from *Bambusa vulgaris*. Three samples of culms of *Bambusa vulgaris* were collected in Florianópolis city, SC. The culms showed medium to high specific gravity, high volatiles content and low carbon content. The briquetes of *Bambusa vulgaris* showed low moisture content and, high specific gravity and dry mass. The moisture content of culms affected negatively calorific value (net), however it did not happen to the briquetes – that showed low reduction. Physical properties of culms of *Bambusa vulgaris* are proper for *in natura* use and for briquetting. The use of briquettes has been better on physical and energetic properties than culms of *Bambusa vulgaris in natura*.
Key words: bamboo, quality, energy production.

1. Introdução

Os bambus pertencem à família *Poaceae* com distribuição nas regiões tropicais e subtropicaisdo planeta. Apresentam ainda as maiores taxas de crescimento dentre osvegetais de porte arbóreo, além de elevada capacidade de ocupação de solos marginais eerodidos. Após colhidos, os colmos de bambus têm usos múltiplos, desde a decoração até uso energético, largamente utilizados no continente asiático e, recentemente no Brasil (GRECO, 2013).

O Brasil possui um total de 234 espécies de bambus nativos, porém a espécie que apresenta maiores áreas de plantio é *Bambusa vulgaris* Schrad. O país tem dado atenção especial às espécies de bambu, conforme Lei 12.484/2011, que dispõe sobre a Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e Cultivo do Bambu (BRASIL, 2011). A Região Nordeste do Brasil tem a maior área plantada do mundo, com plantios distribuídos nos estados doMaranhão, da Paraíba e de Pernambuco.

Bambusa vulgaris é, portanto, uma planta essencial aodesenvolvimento florestal do nordeste brasileiro, usada como matéria prima industrial para a produção epapel de fibra longa, que exibe maior resistência para uso em embalagens. No entanto, apesar do seu altopotencial produtivo, há poucas pesquisas em silvicultura e manejo, segundo Bonilla (1991).

Conforme Brito et al. (1987), apesar do uso intensivo das espécies de bambu na Ásia e África para diferentesaplicações e a antevisão da potencial idade do seu emprego para as condições brasileiras, apossibilidade da utilização dos seus colmos para a geração de energia, carvão, briquetes,carvão ativado, etc., deve também merecer destaque.

Existem diversas formas de usar o bambu como fonte de energia, destacando-se: transformá-lo em carvão;transformar a serragem de bambu em briquetes de bambu; transformar os briquetes de serragem emcarvão de bambu e; transformar o carvão moído em briquetes de carvão.

Particularmente para o Brasil, paísque se utiliza intensamente de biomassa para atendimento de suas necessidades energéticas,o bambu poderá ser uma importante alternativa e, necessita ser estudada para o melhor conhecimento da cultura e uso racional da espécie. Desta forma, o presente estudo tem por objetivo avaliar as propriedades físicas e energéticas de colmos de *Bambusa vulgaris* e briquetes produzidos a partir destes.

2. Metodologia de trabalho

2.1 Material de estudo

O material utilizado no presente estudo foi proveniente de colmos da espécie Bambu vulgaris (*Bambusa vulgaris* Schrad.) com idades superiores a 3 anos, da cidade de Florianópolis, SC. Três diferentes touceiras foram amostradas, sendo retirados com motosserra pelo menos um colmo de cada touceira próximo à base da planta (10 cm).

Após serem identificadas e embaladas, evitando alterações das propriedades físicas, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Tecnologia da Madeira da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/CAV), em Lages, SC.

2.2 Análises realizadas

As amostras foram analisadas de forma a avaliar as propriedades físicas dos colmos de *Bambusa vulgaris* e as propriedades físicas e mecânicas de briquetes produzidos em laboratório.

As propriedades físicas e energéticas analisadas nos colmos foram: teor de umidade na base úmida, conforme a norma NBR 14929 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2003a); densidade básica dos colmos realizada conforme a norma NBR 11941 (ABTN, 2003b); análise química imediata (materiais voláteis, carbono fixo e cinzas), conforme a norma ASMT 1762 *American Society for Testing and Materials* (ASTM, 2007) e; poder calorífico superior, conforme a norma DIN 51900 *Deutsches Institut Für Normung* (DIN, 2000).

Através da Equação 1 obteve-se o poder calorífico líquido de colmos *in natura* de *Bambusa vulgaris*. Com a Equação 2 obteve-se a massa seca de briquetes produzidos com o material lenhoso da espécie.

$$PCL_{kcal/kg} = (PCS - 324) * (1 - TU_{\%}) - (600 * TU_{\%}) \quad \text{(Eq. 1)}$$

Onde: PCL: poder calorífico líquido; PCS:poder calorífico superior; TU: teor de umidade dos colmos *in natura*;

$$MS_{kg/m^3} = Da_{\,kg/m^3} * (1 - TU_{\%}) \qquad \text{(Eq. 2)}$$

Onde: MS: massa seca de briquetes; Da: densidade aparente; TU: teor de umidade;

Também foi reservado material lenhoso para a produção de briquetes de *Bambusa vulgaris* em laboratório, através de uma briquetadeira laboratorial. Para o processo de briquetagem de colmos de *Bambusa vulgaris*, as amostras foram moídas em moinho de martelos, secas, classificadas em diferentes granulometrias (Tabela 1) e briquetadas.

O processo de briquetagem foi realizado durante 10 minutos, com pressão de 95 bar, e temperatura de 120 ºC, em briquetadeira de pistão.

Tabela 1. Composição granulométrica da serragem utilizada na produção de briquetes de *Bambusa vulgaris*.
Table 1. Sawdust size composition for briquettes production of *Bambusavugaris*.

Granulometria	Composição dos CPs
8,00 mm – 3,35 mm	85%
45,00 mm – 16,00 mm	12%
0,425 mm - menores	3%
Total	100%

Onde: CPs: corpos de prova; mm: milímetros.

Após o processo de briquetagem, os corpos de prova foram acondicionados para resfriarem e embalados em sacos plásticos para a determinação das propriedades físicas.As propriedades físicas analisadas nos briquetes de *Bambusa vulgaris* foram: teor de umidade na base úmida, conforme a norma NBR 14929; densidade aparente, através da relação massa/volume aparente.

3. Resultados e Discussão

O teor de umidade de colmos *in natura* de *Bambusa vulgaris* teve amplitude de 8% entre as amostras coletadas (Tabela 2). O desvio padrão mostra uma baixa variação entre as repetições analisas em laboratório. Apesar de a amplitude ser baixa, o alto teor de umidade (36%) é uma característica indesejável, sendo necessária a realização de pré-tratamentos no material a ser utilizado *in natura*.

Tabela 2. Propriedades físicas de colmos *in natura* de *Bambusa vulgaris*.
Table 2. Physical properties of culms of *Bambusa vulgaris*.

Amostra	TU (DP)	Db (DP)
A1	32 (0,765)	768 (110)
A2	40 (0,165)	643 (213)
A5	35 (0,508)	676 (112)
Média	36	696

Onde: TU: Teor de umidade em base úmida, %; DP: desvio padrão da variável, unidade da variável; Db: densidade básica, kg m^{-3};

Segundo Brand (2010), o teor de umidade é uma importante propriedade física de biomassas energéticas, pois ditará a energia útil que será fornecida ao sistema de combustão ou aquecimento.

A densidade básica do material lenhoso de *Bambusa vulgaris* apresentou amplitude de 125 kg m^{-3} entre as amostras, sendo destaque o elevado desvio padrão entre as repetições. A variação entre as repetições das amostras pode estar atrelada às variações anatômicas do colmo de bambus.Seguindo a classificação do Laboratório de Produtos Florestais do Serviço Florestal Brasileiro (LPF, 2015), a amostra A1 é considerada de alta Db ou pesada, enquanto as amostras A2 e A5 são consideradas de média Db.

Tomazello&Azzini (1987) encontrou valores de Db de *Bambusa vulgaris* variando de 430 kg m^{-3}a 760 kg m^{-3}. Brito et al. (1987) estudando várias espécies de bambus encontraram valores de Db variando de 629 kg m^{-3} a 744 kg m^{-3}. Pereira et al. (2000) encontraram valores inferiores para madeira de *Eucalyptus benthamii* (481 kg m^{-3}a 404 kg m^{-3}), *Eucalyptus urophylla*(564 kg m^{-3}) e *Eucalyptus saligna*(548 kg m^{-3}).

A importância da Db é assumida em cálculos de custos de transporte e, na determinação do potencial energético da biomassa. A Db também está associada às várias características físicas e mecânicas de materiais ligonocelulósicos. Sabe-se que quanto maior a Db do material lenhoso utilizado na briquetagem, maior será a densidade aparente dos briquetes produzidos, porém o processo de briquetagem requer equipamentos mais resistentes e maior pressão e temperatura de compactação.

A análise química imediata de *Bambusa vulgaris* (Tabela 3) apresenta os teores de materiais voláteis (TMV), cinzas (TCZ) e carbono fixo (TCF). Observa-se que o TMV foi alto (média de 82,25%), com amplitude de apenas 0,62%, sendo que a amostra A5 apresentou desvio padrão de 2,1% entre as repetições. O ideal para o uso energético, é a utilização de matérias primas que apresentem o menor valor de TMV possível, pois esta variável relaciona-se inversamente proporcional ao TCF.

Tabela 3. Propriedades energéticas de colmos *in natura*de *Bambusa vulgaris*.
Table 3. Energetic properties of culms of *Bambusa vulgaris*.

Material *in natura*	**Análise química imediata**		**Poder calorífico**		
	TMV (DP)	TCZ (DP)	TCF (DP)	PCS (DP)	PCL
A1	82,49 (1,356)	1,19 (0,023)	16,31 (1,334)	4585 (4,243)	2723
A2	82,40 (0,229)	3,39 (0,070)	14,21 (0,161)	4702 (99,702)	2387
A5	81,87 (2,100)	3,17 (0,100)	14,96 (2,003)	4517 (61,518)	2513
Média	82,25	2,59	15,16	4601	2541

Onde: TMV: teor de materiais voláteis, %; DP: desvio padrão da variável, unidade da variável; TCZ: teor de cinzas, %; TCF: teor de carbono fixo, %; PCS: poder calorífico superior, kcal kg^{-1};PCL: poder calorífico líquido, kcal kg^{-1};

Arruda & Quirino (2008) encontraram valores de TMV similares, com 80,44% para a porção base do colmo e, 81,69% para a porção do topo do colmo de*Guandua magna*. Valores de TMV similares também foram encontrados por Dias Júnior et al. (2014) para resíduos de bambu compactados (81%).

Os autores Arruda & Quirino (2008) ainda destacam que o bambu apresenta maior TMV do que espécies florestais pois, durante o período estabelecido para a análise dos materiais voláteis, iniciaram um processo de pirólise rápida, que se converteu à combustão frente a elevada temperatura de análise. Desta forma, há um decréscimo na massa original do material analítico, frente às drásticas condições térmicas a que estava sendo submetido. Em consequência deste processo, todo o material que foi queimado por combustão (oxidação).

O TCZ do material *in natura* de *Bambusa vulgaris* foi em média de 2,59% entre as amostras, com amplitude de 2,20%. A amostra A1 apresentou o melhor valor para TCZ, pois deseja-se que as biomassas para uso energético apresentem o menor valor possível, o que é representado por Brand (2010). Os autores Arruda & Quirino (2008) e Dias Júnior et al. (2014) encontraram valores de TCZ variando de 3,38% a 2,60% para diferentes espécies de bambu utilizados na briquetagem. Brito et al. (1987) encontraram valores de TCZ variando entre 3,0% e 12,3% para diversas espécies de bambu.

Quanto menor o valor de TCZ, menor será a quantidade de resíduos a ficarem depositados na fornalha de queima ao final do processo de combustão, resultando menores gastos de limpeza e propiciando maior vida útil da grelha de queima. O TCZ também assume importância quanto à responsabilidade de empresas e pessoas sobre os resíduos sólidos das suas atividades.

Destaca-se que maiores valores de TCZ são comumente encontrados para os bambus se comparados às espécies florestais, pois apresentam maiores teores de sílica na parede das células. A amplitude do TCZ também está intimamente ligada aos aspectos silviculturais e de manejo, contaminação e ambiente em que os bambus estão plantados.

O TCF da espécie *Bambusa vulgaris* foi em média de 15,16% e amplitude de 2,10% entre as amostras. O melhor valor de TCF foi encontrado para a amostra A1, pois deseja-se que a biomassa energética apresente os maiores valores possíveis para a variável.

Valores semelhantes foram encontrados por Arruda & Quirino (2008) e Dias Júnior et al. (2014) para bambus, com 14,84% e 16,40%.

O TCF é uma importante propriedade, pois está atrelada ao tempo de resiliência da biomassa na fornalha de queima, gerando energia por mais tempo. O TCF também está relacionado inversamente ao TMV. O bambu é indicado quando deseja-se uma queima com maiores alturas de chamas, por apresentar alto valor de TMV, inversamente proporcional ao TCF.

O poder calorífico superior (PCS) de colmos de *Bambusa vulgaris*apresentou média de 4601 kcal kg^{-1} e amplitude entre as amostras de 185 kcal kg^{-1}. Observa-se ainda que o desvio padrão das amostras é baixo – inferiores a 100 kcal kg^{-1}. Arruda & Quirino (2008) encontraram valores de PCS inferiores para bambus, com média de 4430 kcal kg^{-1}. Brito et al. (1987) encontraram valores de PCS variando de 4219 kcal kg^{-1} a 4750 kcal kg^{-1} para diversas espécies de bambus.

O PCS apresenta a quantidade de energia liberada por unidade de massa do combustível, sendo necessária a subtração ainda da energia utilizada pela umidade deste na evaporação. Destaca-se que o PCS está relacionado às propriedades químicas da biomassa, destacando-se o elemento C (carbono). Brand (2010) relata que biomassas energéticas que apresentam diferenças superiores a 300 kcal kg^{-1}, apresentam na prática comportamentos diferentes em sistemas de queima ou combustão.

O poder calorífico líquido (PCL) de *Bambusa vulgaris* foi em média de 2541 kcal kg^{-1}, com amplitude de 336 kcal kg^{-1} entre as amostras. Conforme Brand (2010) as amostras do presente estudo apresentam diferenças práticas da utilização do bambu para o uso energético.Destaca-se a importância do TU e PCS no valor final de PCL, por ser uma

variável obtida através de uma equação. Desta forma, quanto maior o PCS – maior será o PCL e, quanto menor o TU – maior será o PCL.

Os briquetes produzidos a partir de colmos de *Bambusa vulgaris* apresentam baixo TU, com média de 7,76% e amplitude de apenas 0,55% (Tabela 4). O TU influencia diretamente a compactação de biomassa para a produção de briquetes, além da sua influência direta no PCL e densidade energética final após a briquetagem.

Tabela 4. Propriedades físicas e poder calorífico líquido de briquetes de *Bambusa vulgaris*.
Table 4. Physical properties and net calorific value of briquettes of *Bambusa vulgaris*.

Amostra	TU (DP)	Da (DP)	MS	PCL
A1	8,01 (0,541)	1080 (0,034)	993	3872
A2	7,46 (0,177)	1089 (0,021)	1008	4006
A5	7,82 (0,273)	1182 (0,018)	1089	3818
Média	7,76	1117	1030	3898

Onde: TU: Teor de umidade em base úmida, %; DP: desvio padrão da variável, unidade da variável; Da: densidade aparente à umidade característica, kg m^{-3}; MS: densidade aparente com TU de 0% (massa seca), kg m^{-3};PCL: poder calorífico líquido, kcal kg^{-1};

Destaca-se a importância destes dois fatores: baixo TU e reduzida amplitude entre as amostras. O TU ideal é o menor possível, pois irá ditar a adesão entre as partículas do briquete, não irá afetar o desempenho de aditivos para a compactação e resultará em briquetes de maior densidade energética final. A redução da amplitude entre as amostras de biomassa destinada à compactação é desejável, pois ditará na menor homogeneidade entre e dentro dos briquetes produzidos.

A densidade aparente (Da) dos briquetes produzidos a partir de colmos de *Bambusa vulgaris* apresentou valores superiores a 1000 kg m^{-3} e amplitude de 102 kg m^{-3} entre as amostras. Destaca-se a amostra A5 com o melhor valor para a Da. Seguindo a classificação do Laboratório de Produtos Florestais do Serviço Florestal Brasileiro (LPF, 2015), as amostras de briquetes de *Bambusa vulgaris* são consideradas de alta densidade.

Deseja-se que os briquetes apresentem a maior Da possível, resultando em maior densidade energética. A Da de briquetes é dependente de variáveis do processo de briquetagem, como a pressão, tempo e temperatura de prensagem, e características das partículas como o TU e Db.

A massa seca (MS) é uma variável dependente da Da e do TU do briquete, resultando na massa de partículas secas compactadas na forma de briquete. As amostras do presente estudo tiveram MS média de 1030 kg $^{-3}$e amplitude de 96 kg m^{-3}, considerando as amostras de alta MS segundo o Laboratório de Produtos Florestais do Serviço Florestal Brasileiro (2015).

O PCL de briquetes de *Bambusa vulgaris* apresentou valores de PCS próximos aos dos colmos. O PCL médio foi de 3898 kcal kg^{-1} com amplitude de 188 kcal kg^{-1}. O PCL dos briquetes apresentou valores superiores ao PCL dos colmos *in natura*, destacando-se a sua melhor qualidade energética.

Observa-se que para a Db de colmos apresentou amplitude de 125 kg m^{-3} entre as amostras, agora reduzida para 96 kg m^{-3}. Destaca-se ainda que o PCL das amostras de briquetes é menor do que o PCL das amostras de colmos *in natura* de *Bambusa vulgaris*. Esse fato é relacionado à padronização do TU das partículas utilizadas no processo de briquetagem – resultando na homogeneização das propriedades do briquete.

4. Conclusões

Com o presente estudo pode-se concluir que as propriedades físicas de colmos de *Bambusa vulgaris* Schard. são adequadas para o uso *in natura* e para a briquetagem. As propriedades energéticas da espécie também são adequadas, porém são encontrados altos valores de teor de materiais voláteis, implicando na rápida queima do material. O alto teor de umidade de colmos *in natura* tem impacto negativo, com redução média de 44% do poder calorífico líquido. Os briquetes de *Bambusa vulgaris* apresentam baixo teor de umidade, fato que reduz apenas 15% dopoder calorífico líquido. A densidade dos briquetes é alta, sendo até 50% superior à densidade de colmos *in natura*.

Além de proporcionar a padronização do bambu como biomassa energética, a produção de briquetes apresenta melhores propriedades físicas e energéticas frente ao uso de colmos *in natura* de *Bambusa vulgaris*.

Agradecimentos

Ao projeto de pesquisa Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável da Cadeia Produtiva do Bambu no Sul do Brasil (Chamada MCTI/AÇÃO TRANSVERSAL/CNPq nº 66/2013) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL (ASTM). **ASTM 1762:** Standard Test Method for Chemical Analysis of Wood Charcoal.2001(2007). West Conshohocken, PA: ASTM International, 2007.

ARRUDA, L. M; QUIRINO, W. F. Caracterização energética de bambu (*Guaduamagna*). In: 3º Congresso Internacional de Bioenergia e BIOTech Fair. 3. 2008. **Anais do...** Curitiba, 2008. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11941**: Determinação da Densidade Básica. Rio de Janeiro: 2003b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14929**: Madeira, determinação do teor de umidade de cavacos - Método por secagem em estufa. Rio de Janeiro, 2003a.

BONILLA, O. H. **Análises quantitativas da produção de *Bambusa vulgaris*SchardexWendland no estado da Paraíba**. 1991. 89 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

BRAND, M. A., **Energia de biomassa florestal**. Rio de Janeiro: Interciência, 131 p. 2010.

BRASIL. **Lei 12.484 de 08 de Setembro de 2011**:Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu. Brasília, DF. 2011.

BRITO, J. O.; TOMAZELLO, M. F.; SALGADO, A. L. B. Produção e caracterização do carvão vegetal de espécies e variedades de bambu. **IPEF**: Circular n. 36, p.13-17, 1987.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (DIN). **DIN 51900**: Determining the gross calorific value of solid and liquid fuels using the bomb calorimeter, and calculation of net calorific value. Berlim, 2000.

DIAS JÚNIOR, A. F.; ANDRADE, A. M.; COSTA JUNIOR, D. S. Caracterização de briquetes produzidos com resíduos agroflorestais. **Pesquisa Florestal Brasileira** (Online), v. 34, p. 225-234, 2014.

GRECO, T. M. **DIVERSIDADE DE BAMBUS (POACEAE: BAMBUSOIDEAE) NA ILHA DE SANTA CATARINA, BRASIL**. 153 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS(LPF).**DatabaseofBrazilian Wood**. SFB: Laboratório de Produtos Florestais Brasília. Disponível em <http://sistemas.florestal.gov.br/madeirasdobrasil/pesquisa.php?idioma=portugues>.Acessado em 07 de março de 2015.

PEREIRA, J.C.D.; STURION, J.A.; HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V.; SHIMIZU, J.Y. Documento 38: Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil. Colombo: **Embrapa Florestas**, 113p. 2000.

TOMAZELLO, M.; AZZINI, A. Estrutura anatômica, dimensões das fibras e densidade básica de colmos de *Bambusa vulgaris*Schrad. **IPEF**: Circular n. 36, p.43-50, 1987.

Crescimento inicial e estoque de carbono no solo em um sistema silvipastoril na região do Bioma Pampa- RS

Initial growth and carbon stock in the soil in a silvopastoral system in the Pampa Biome – RS

Monique Pimentel Lagemann[1]
Hamilton Luiz Munari Vogel[2]
Leandro Homrich Lorentz[3]
Mirla Andrade Weber[4]
Frederico Costa Beber Vieira[5]
Italo Rossano Divério de Rosso[6]

[1]Universidade Federal do Pampa– UNIPAMPA. Av. Antônio Trilha n°1847, São Gabriel.
moniquelagemann@gmail.com

[2]Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Av. Antônio Trilha, 1847, São
Gabriel.hamiltonvogel@unipampa.edu.br

[3]Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Av. Antônio Trilha, 1847, São Gabriel.
leandrolorentz@unipampa.edu.br

[4]Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Av. Antônio Trilha, 1847, São Gabriel.
mirlaweber@unipampa.edu.br

[5]Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Av. Antônio Trilha, 1847, São Gabriel.
fredericovieira@unipampa.edu.br

[6]Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Av. Antônio Trilha, 1847, São Gabriel.
italorossano@msn.com

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento inicial de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. e o teor e estoque de carbono orgânico no solo (COT), na região de São Gabriel- RS. Assim, utilizou-se o delineamento blocos ao acaso com quatro tratamentos e parcelas subdivididas: pastagem nativa (T1), e arranjos espaciais com Angico-vermelho e pastagem nos espaçamentos 2 x 4 m (T2),10 x (2 x 2) m (T3) e6 x (2 x 2) m (T4); as subparcelas consistiram na ausência e presença de fertilização. Determinou-se o teor e estoque de carbono no solo nas camadas de 0 – 20, 20 - 40 cm, e crescimento aos seis, doze e dezoito meses de idade: altura total (HT), diâmetro a altura do colo (DAC), diâmetro da copa (DC) e área de projeção da copa (APC). Para o crescimento aos dezoito meses verificou-se influência significativa da adubação nos tratamentos para HT e DAP. Para o COT, a camada de 0 – 20 cm apresentou maior teor e estoque de carbono, devido ao maior aporte orgânico, comparando a camada inferior. Espera-se com o tempo maior efeito das combinações entre tratamentos e adubação, e sua influência na deposição e estoque de carbono no sistema.
Palavras-chave: sistemas de produção, ciclagem de nutrientes, espécie nativa, pastagem

Abstract: The aimed of work was to assess the initial growth of *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan and content and stocks soil organic carbon (COT), in region of São Gabriel – RS. It was used the experimental design in randomized blocks with four treatment and in a splitplot arrangement: native pasture (T1), and space arrangements with Angico-vermelho and pasture in spacing 2 x 4 m (T2),10 x (2 x 2) m (T3) and 6 x (2 x 2) m (T4); the subplots were consisted in absence and presence of fertilization. It was determined the carbon stocks in the soil in layers of 0 – 20, 20 - 40 cm, and growth at six, twelve and eighteen months of age: total height (HT), stem diameter (DAC), crown diameter (DC) and projection area of crown (APC). For growth at eighteen months was verified significant influence of fertilization in treatments for HT and DAP. For COT, layer of 0 – 20 cm showed greater content and stocks carbon, due to the large organic input, comparing lower layer. It will be expect, with time, greater effect at combinations among treatments and fertilization, and your influence in deposition and carbon stocks in this system.

Key words: production systems, nutrient cycling, native species, pasture

1.Introdução

O Bioma Pampa tem destaque pela importância ecológica exercida na região e se destaca por particularidades encontradas em seu relevo, clima, flora e fauna, de forma complexa (IBGE, 2004). Dentre as atividades econômicas desenvolvidas na região da Campanha gaúcha do RS, pode se destacar as relacionadas com a exploração das pastagens naturais, destacando a pecuária intensiva entre outras atividades agrícolas. Essas reproduzem grandes problemas ambientais: áreas degradadas, redução dos fragmentos de florestas nativas, e se pode citar também o estabelecimento de grandes plantios florestais em áreas de campo nativo, geralmente alterados ou degradados pelas atividades agropecuárias que ali foram desenvolvidas anteriormente.

Assim a degradação das áreas de pastagens promove um déficit nutricional no solo, ocasionando prejuízos ambientais e econômicos tanto para a região, como para o país. Na região, estão fixadas inúmeras propriedades rurais com uma gama de diferentes atividades agropecuárias, a implantação dessa modalidade de sistema agroflorestal tem sido uma vertente para aumentar a produção de pastagens em áreas degradadas e proporcionar a recuperação destes ecossistemas, disponibilizando uma maior cobertura vegetal ao solo, propiciam um contínuo aporte de matéria orgânica, além de promover a ciclagem de nutrientes (Breman e Kessler, 1997; Araújo, 2001; Sánchez, 2001; Schroth, 2002).

O sistema silvipastoril, modalidade dos sistemas agroflorestais, consorcia o componente arbóreo dentro de pastagens de espécies de gramíneas ou leguminosas herbáceas nativas, com o uso de animais ruminantes e/ou herbívoros (Macedo, 2010). Apresenta-se como alternativa como prática de uso do solo conservacionista, recuperando suas funções ambientais, aumentando a biodiversidade (Silveira, 2003) e reduzindo a erosão (Galzerano, 2008). Além desses benefícios, possui a vantagem de aumentar a produção pecuária através do aumento da qualidade das forrageiraseproporcionando um microclima, através do componente arbóreo, que favoreceu ganho de peso animal(Baggio, 1998).Ainda também diversifica a renda por meio de produtos florestais (Budowski, 1991), sendo que o crescimento das plantas representa aumento da produtividade de forma geral (Magalhães, 2000).

Espécies florestais exóticas como o gênero *Eucalyptus* e a Acácia-negra, são amplamente utilizadas nesses sistemas pelo seu rápido crescimento. Entretanto existe uma carência de estudos nas atividades silvipastoris utilizando espécies nativas, principalmente aquelas adaptadas às condições edafoclimáticas de cada região, onde se pode implantar o sistema, tendo como intuito servir de subsídio quanto aos aspectos silviculturais e ecológicos da região(Melloto, 2009). Nativa na região, *Parapiptadenia rigida* (Benth.)Brenan., pertencente a família das leguminosas (Lorenzi,1992), possuindo como característica a simbiose com bactérias realizando a fixação do nitrogênio atmosférico e o que representa o componente arbóreo com potencial de adicionar nutrientes ao sistema (Macedo et al., 2008).

Esses sistemas promovem alteração no manejo do uso do solo, sendo o principalo aumento da matéria orgânica, e consequentemente o estoque de carbono orgânico total (COT) no solo. Assim o presente estudo objetiva avaliar o crescimento de *Parapiptadenia rigida* consorciada em sistema silvipastoril, e caracterizar o teor e estoque de carbono orgânico, visando verificar suas contribuições e identificar práticas para promover sistemas de produção sustentáveis.

2.Metodologia de trabalho

O trabalho foi realizado no Centro de Pesquisa Anacreonte Ávila de Araújo – FEPAGRO Forrageiras, localizado no município de São Gabriel, na microrregião da Campanha no Rio Grande do Sul, onde está inserido o Bioma Pampa. Com altitudede 137 m, possui clima temperado úmido com verão quente, classificado como Cfa de acordo com de Köppen (Moreno, 1961). A temperatura média anual é de 19,5°C e precipitação média anual de 1423,9 mm (CEMETRS, 2013). O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho distrófico latossólico (Embrapa, 2006).

O presente estudo possui uma área de 3,2 ha, sendo anteriormente empregada empráticas de pastoreio extensivo e caracterizada pela vegetação campestre com grau médio de alteração. Foram usadas mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.)Brenan (Angico-vermelho),plantadas em outubro de 2012. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com parcelas subdivididas, com três blocos e quatro tratamentos. Em cada parcela (36 m x 30 m) foram empregados os tratamentos em função do arranjo espacial do componente arbóreo, em linhas regulares, intercalada com a pastagem nativa, já nas subparcelas (15 m x 36 m) os fatores consistiam na ausência e presença de adubação.

Os tratamentos foram constituídos por: T1 – pastagem nativa; T2 – presença de angico-vermelho com arranjo espacial de 2x4 m; T3 – presença de angico-vermelho com arranjo espacial de linhas duplas 10 x (2 x 2) m; T4 –presença de angico-vermelho com arranjo espacial de linhas duplas 6 x (2 x 2) m. Nas subparcelas com adubação foram utilizadas as seguintes doses: 217 Kg de ureia ha^{-1}, 98 Kg de superfosfato triplo (SFT) ha^{-1}, 121 Kg de cloreto de potássio(KCl) ha^{-1}, de acordo com a Recomendação de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC (CQFS, 2004)para "Consorciações de gramíneas e leguminosas de estaçãofria", ocorrendo reposição nas doses de adubação anualmente na primavera.

Os parâmetros silviculturais foram avaliados por meio do crescimento aos seis (abril/2013), doze (outubro/2013) e dezoito meses (abril/2014) de idade do angico-vermelho. As variáveis medidas foram altura total (HT), projeção da copa na linha de plantio (PCLP) e projeção de copa entre linha plantio (PCEL), com auxílio de régua dendrométrica. Essas duas variáveis tiveram seus valores utilizados para obtenção da área de projeção da copa (APC) (Equação1) e diâmetro da copa (DC) (Equação 2). Já diâmetro na altura do colo (DAC) foi medido com auxílio de paquímetro digital aferido a 0,05 m do solo.

$$APC = ((PCLP \times PCEL) \times ¶) / 4 \qquad \text{(Eq. 1)}$$

$$DC = (PCLPxPCEL)/2 \qquad \text{(Eq.2)}$$

Para a determinação do Carbono Orgânico Total (COT), em outubro de 2014 foram coletadas amostras de solo em cada tratamento, em duas profundidades: de 0 – 20 cm e de 20 – 40 cm. As amostras de solo foram encaminhadas ao Laboratório de Solos e Ecologia Florestal da, Unipampa São Gabriel/RS, submetidasa secagem e moagem em peneira de malha 2mm. Para a determinação do COT as amostras foram trituradas com almofariz e os valores obtidos pelo método de Yeomans e Bremer (1988). O estoque de carbono total foi obtido através dos valores médios de densidade do solo multiplicado pelo teor da camada equivalente à profundidade.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância a 1% de probabilidade de erro. As médias com significância foram submetidos à teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro, sendo o programa estatístico utilizado o *software Statistical Analysis System* (SAS).

3.Resultados e discussão

3.1.Avaliação de crescimento

O crescimento das espécies arbóreas a partir dos seis meses de idade, segundo a análise de variância (Tabela 1), não verificou diferença significativa da adubação nos arranjos espaciais utilizados sobre as variáveis estudadas. Aos doze meses de idade, já se pode verificar o efeito significativo dos valores das subparcelas com adubação, diferindodas subparcelas sem adubação, nos arranjos arbóreos utilizados para todas as variáveis analisadas.

Tabela 1. Médias das variáveisaltura total (HT), diâmetro na altura do colo (DAC), diâmetro de copa (DC), área de projeção da copa (APC) em mudas de *Parapiptadenia rigida* nos diferentes tratamentos com seis, doze e dezoito meses de idade.
Table 1. Average of variables *Parapiptadenia rigida* seed lings total height (HT), stem diameter (DAC), crown diameter (DC) and projection area of crown (APC) in different tratments with six, twelve and eighteen months of age.

Tratamento	HT		DAC		DC		APC	
	Seis meses							
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
T2	0,39**	0,48	1,03**	1,2	0,48n.s.	0,51	0,39n.s.	0,41
T4	0,40 n.s.	0,45	1,05n.s.	1,07	0,41**	0,50	0,27n.s.	0,35
T3	0,39n.s.	0,41	1,05n.s.	0,95	0,39n.s.	0,39	0,26n.s.	0,34
	Doze meses							
T2	0,46n.s.	0,48	1,42n.s.	1,35	0,56n.s.	0,50	0,38n.s.	0,30
T4	0,40**	0,55	1,22**	1,38	0,47**	0,60	0,28**	0,38
T3	0,43n.s.	0,44	1,22n.s.	1,17	0,50n.s.	0,44	0,31n.s.	0,25
	Dezoito meses							
T2	0,55**	0,69	1,55**	1,75	0,55n.s.	0,61	0,33**	0,44
T4	0,50**	0,71	1,41**	1,68	0,51**	0,63	0,30**	0,41
T3	0,51**	0,61	1,33**	1,48	0,51n.s.	0,57	0,30n.s.	0,35

** Diferença significativa na horizontal sem e com adubação a 5% de probabilidade de erro.
n.s. Não significativo na horizontal sem e com adubação a 5% de probabilidade de erro.

Com dezoito meses de idade, o angico-vermelho obteve crescimento significativo para as subparcelas que receberam adubação, principalmente para as variáveis HT e DAC que obtiveram como média 0,67 m (22% superior a subparcela sem adubação) e 1,64 cm, respectivamente. Já para DC e APC, variáveis pouco expressivas nesse estágio de desenvolvimento da planta, as médias foram 0,61 m e 0,40 m, pois em alguns tratamentos a presença da adubação não diferiu das áreas que não foram adubadas. Segundo Berger et al. (2002), "a fertilização é a ferramenta mais comum e talvez de ação mais efetiva que se dispõe para melhorar a qualidade do sítio e, com isso, aumentar a taxa de crescimento", fato que promoveu o maior crescimento do angico nas parcelas adubadas.

Quanto aos arranjos espaciais ainda não foi observada diferença significativa entre os tratamentos. Devido àhomogeneidade no tamanho das mudas, espera-se que ao longo dos anos as combinações entre os arranjos arbóreos e a fertilização do solo evidenciem os efeitos sobre variáveis que descrevem os aspectos ecológicos, repercutindo na produção do sistema silvipastoril.

3.2. Avaliação do carbono no solo

Os teores e estoque de carbono no solo apresentaram diferença significativa entre as profundidades em todos os tratamentos, sendo que os maioresvalores ocorreramna camada de 0-20cm(20,26 g Kg $^{-1}$; 58,45 Mg ha^{-1}), diminuindo na camada de 20 – 40 cm (16,42 g Kg $^{-1}$; 46,75 Mg ha^{-1}) para todos os tratamentos. Os resultados dos teores e estoqueem relação às profundidades corroboraram com os resultados de Denardin et al.(2014) tendo em vista que a maior deposição de resíduos e concentração de raízes se encontra nas camadas superficiais, em profundidade essas contribuições diminuem e também ocorre a diminuição dos teores de carbono (Caldeira et al., 2003).

Tabela 2. Teores (g Kg $^{-1}$) e estoque (Mg ha^{-1}) de carbono no solo nas camadas de 0-20 cm, 20-40 cm, com ausência e presença de adubação com diferentes arranjos espaciais.
Table 2. Carbon content (g Kg $^{-1}$) and stock (Mg ha^{-1}) in soil in layers of 0 – 20, 20 - 40 cm, with absence and presence of fertilization in different space arrangements.

Tratamento	Adubação	Profundidade (cm)	Carbono Orgânico Total	
			Teores (g Kg $^{-1}$)	Estoque (Mg ha^{-1})
T1 [1]	Sem [2]	0-20	18,98 A*	54,8 a
		20-40	14,74 b	41,9 b
	Com	0-20	18,58 a	53,7 a
		20-40	13,93 b	39,6 b
T2	Sem	0-20	19,55 a	56,4 a
		20-40	15,01 b	42,7 b
	Com	0-20	19,75 a	57,0 a
		20-40	15,14 b	43,0 b
T3	Sem	0-20	23,52 a	67,8 a
		20-40	17,57 b	49,9 b
	Com	0-20	19,70 a	56,8 a
		20-40	20,14 b	57,6 b
T4	Sem	0-20	21,44 a	61,9 a
		20-40	18,23 b	51,9 b
	Com	0-20	20,59 a	59,4 a
		20-40	16,62 b	47,5 b

[1] e[2] Não houve diferença significativa entre os tratamentos e a adubação 1% de erro;
* Diferença significativa na vertical para as camadas de solo pelo teste de Tukey a 5% de erro.

A análise de variância não encontrou significância entre a interação da adubação e as profundidades. O mesmo ocorreu entre os tratamentos dos arranjos espaciais e as camadas avaliadas. Devido ao crescimento inicial das plantas as contribuições de serrapilheira ainda

são pouco expressivas, uma vez que é através daserrapilheiraque promove a maior parte das entradas de matéria orgânicano sistema solo-planta, sendo a folha que contribui com a maior porcentagem de nutrientes (Caldeira et al., 2003). Segundo o mesmo autor os valores de matéria orgânica estão relacionados com o "tipo de floresta ou povoamento e a idade", sendo que para um povoamento avaliando duas idades, quatro e seis anos de *Acacia mearnsii*, em Argissolo vermelho, foram encontrados oteor e estoque sendo 10 g Kg^{-1} e 27,3 Mg ha^{-1} na camada de 0-20cm, respectivamente, e 6,8 g Kg^{-1} e 19,7Mg ha^{-1}na camada de 20-40 cm.

Contudo, por se caracterizar como prática conservacionista de manejo, sem mobilização do solo e aporte de matéria orgânica, os sistemas silvipastoris vêm se apresentando eficientes em visar qualidade do solo pormanter e elevar os teores de carbono (Maia et al.,2006).

Espera-se com o avanço do desenvolvimento arbóreo, uma maior contribuição de matéria orgânica associada à maior produção de resíduos do componente arbóreo, assim como arranjos espaciais (espaçamentos) e a fertilização do solo apresentem efeito sobre variáveis que descrevem os aspectos ecológicos, repercutindo na produção do sistema (silvicultural + forrageira).

4. Conclusões

A avaliação de crescimento do Angico-vermelho, a análise de variância verificou diferença significativa da adubação nos tratamentos, com 18 meses de idade, para todas as variáveis estudadas sendo que as subparcelas adubadas obtiveram os valores superiores, sendo as principais variáveis, altura total (0,61 m) e diâmetro (0,40 cm) na altura do colo. Já os resultados entre os diferentes arranjos espaciais não obtiveram diferenças significativas.

As análises de solo encontraram para teor e estoque de carbono orgânico diferenças significativas entre as profundidades, sendo que a média dos valores se apresentaram superiores na camada 0-20 cm(20,26 g Kg^{-1}; 58,45 Mg ha^{-1}) em relação camada inferior de 0- 40 cm (16,42 g Kg^{-1}; 46,75 Mg ha^{-1}). A interação entre os arranjos espaciais e a fertilização não encontrou diferença significativa.

Espera-se que com o decorrer do tempo e consequente crescimento do angico-vermelho, que as combinações dos arranjos e da adubação evidenciem diferenças nas variáveis referentes aos aspectos ecológicos da espécie, elucidando as práticas silvipastoris sustentáveis.

Agradecimentos

À Fepagro Forrageiras, pelo apoio com a área experimental e colaboração técnica; à Fapergs pela bolsa de iniciação científica; à Universidade Federal do Pampa pelo espaço físico para a realização do trabalho.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, G.G.L.; ALBUQUERQUE, S. G.; GUIMARÃES FILHO, C. Opções no uso de forrageiras arbustivo-arbóreas na alimentação animal no semi-árido do Nordeste. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários**: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p.111-137.

BAGGIO, A. J. Seleção de espécies para formação de bosquetes de proteção em pastagens para a região do arenito Caiuá, no Paraná. Pesquisa em Andamento, n.61, p.1-5, 1998.

BERGER, R.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G., HASELEIN, C. R. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucaliptussaligna* Smith. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 75-87, 2002.

BREMAN, H.; KESSLER, J.J. The potential benefits of agroforetry in the Sahel and other semi – arid regions. **European Journal of Agronomy**, v. 7, p. 25-33, 1997.

BUDOWSKI, G. Aplicabilidad de los sistemas agroflorestais. In: SEMINÁRIO SOBRE PLANEJAMENTO DE PROJETOS AUTOSUSTENTÁVEIS DE LENHA PARA AMÉRICA LATINA E CARIBE, 1991, Turrialba. **Anais...** Turrialba: FAO, 1991. v.1. p.161-167.

CALDEIRA, M. V.; SCHUMACHER, M. V.; BARRICHELO, L. R.; VOGEL, H. L. M.; Determinação de carbono orgânico em povoamentos de *Acacia mearnsii* De Wild. plantados no Rio Grande do Sul. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitibá, v. 1, n. 2, p. 47-54, 2003.

CEMETRS - **Centro Estadual de Meteorologia. Atlas climático do Rio Grande do Sul. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Clima Temperado e Embrapa Trigo**, 2013. Disponível em: <http://www.cemet.rs.gov.br>. Acesso em 14/03/2015.

COMISSÃO DE QUIMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC Porto Alegre - 2004 dos editores 10ª edição: 2004).

DENARDIN, R. B. N.; MATTIAS, J. L.; WILDNER, L. P.; NESI, C. N.; SORDI, A.; KOLLING, D. F.; BUSNELLO, F. J.; CERUTTI, T. Estoque de carbono no solo sob diferentes formações florestais, Chapecó – SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 59-69, jan.-mar., 2014.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. 2. ed., Brasília: EMBRAPA, 2006. 306p.

GALZERANO, L. Eucalipto em sistemas agrossilvipastoris. REDVET. **Revista Electrônica de Veterinária**, v.9, n.3, p.1-6, 2008

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Mapa de Biomas e de Vegetação,** 2004. Disponívelem: <http://www.ibge.gov.br>. Acessoem 15/03/2015.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. v. 1. 352 p.

MACEDO, M. O.; RESENDE, A.S.; GARCIA, P.C.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; URQUIAGA, S.; CAMPELLO, E.F.C.; FRANCO, A.A. Changes in soil C and N stocks and nutrient dynamics 13 years after recovery of degraded land using leguminous nitrogen‐fixing trees. **Forest Ecology and Management**, v.255, p.1516‐1524, 2008.

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B.; VENTURIN, N. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**.Lavras: UFLA, 2010. 331 p.

MAGALHÃES, J. A. Avaliação de leguminosas arbóreas e arbustivas de múltiplo propósito em Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2000, Manaus. **Anais...** Manaus: 2000. v.1. p.42-47.

MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. S.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ARAÚJO FILHO, J. A. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 837-848, 2006.

MELOTTO,A.; NICODEMO, M. L.;BOCCHESE,R. A.; LAURA, V. A.; GONTIJO NETO, M. M. ; SCHLEDER, D. D. S.; POTT, A.; SILVA, P. S. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.3, p.425-432, 2009.

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

SÁNCHEZ, M.D. Panorama dos sistemas agroflorestais pecuários na América Latina. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J.C. Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: 2001. p. 9-17.

SCHROTH, G; D'ANGELO, S. A.; TEIXEIRA, W. G.; HAAG, D.; LIEBEREI, R.Conversion of secondary Forest into agroforestry and monoculture plantations in Amazônia: consequences for biomass, litter and soil carbon stocks after 7 years. **Forestry Ecology and Management**, v. 163, p. 131-150, 2002.

SILVEIRA, N. D. **Indicadores de sustentabilidade ambiental em sistemas agroflorestais na Mata Atlântica**. 2003. 75 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.

YEOMANS, J. C.; BREMMER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, p.1467-1476, 1988.

Quantificação do material combustível de uma capoeira no campus da UFSM

Quantification of combustible material of a capoeira on the campus of UFSM

Marcela Peuckert Kamphorst Leal da Silva[1]
Dalva Teresinha Pauleski[2]
Betina Camargo[3]

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. dpauleki@gmail.com

3 Universidade Federal de Santa Maria UFSM, Av. Roraima n° 1000, prédio 44, sala 5258
be.tina_camargo@hotmail.com

Resumo: Capoeiras são formações de vegetação secundárias, onde há a substituição de vegetação que ocorre após um distúrbio qualquer, afetando a vegetação preexistente. Para que o fogo tenha início são necessários três elementos: combustível, oxigênio e calor. O combustível é o único elemento que se pode manejar e, tratando-se de incêndios florestais, o material combustível é a própria vegetação que se torna responsável por características do comportamento do fogo. O objetivo geral deste estudo foi quantificar o material combustível em uma capoeira no campus da UFSM, além de ter como objetivos específicos, determinar o percentual de umidade do material combustível e organizá-lo em classes de diâmetros. Foram alocadas 4 parcelas de 3 x 2 m, sendo que o estudo foi dividido em quatro etapas: Coleta e determinação da biomassa total à campo, Pesagem das amostras verdes em laboratório, secagem das amostras em estufa e pesagem das amostras secas. Encontrou-se maior quantidade de material combustível na parcela 2 com 20,8 Mg ha^{-1}. Todas as parcelas obtiveram valores superiores a 30% de umidade em seus materiais combustíveis, possuindo pouca possibilidade de ignição de incêndios.
Palavras-chave: Biomassa, Vegetação, Incêndio Florestal, Umidade.

Abstract. Capoeiras are secondary vegetation formations, where there are vegetation substitution after a disturb had damaged the early vegetation. There are necessary three elements for the fire begin: fuel, oxygen, warmth. The unique handle element is the fuel, in case of forestry fires, the fuel is the vegetation itself, it´s become responsible for the fire behavior. The general objective of this study was quantify the fuel, in a UFSM campus´s capoeira, besides the specific objectives, measure the moisture percentual of fuel and organize on diameter classes. Four plots of 3x2 were made, the study was divided in four stages: Collecting and determination of biomassa total a campo, weighing the green samples in the laboratory, the samples in an oven drying and weighing the dried samples. The large quantity fuel was found on the plot two with 20,8 Mgah-1. All plots had more than 30 percent of moisture in their fuel, having a low possibility to start a forestry fire.
Key words: Biomass , Vegetation, Forest Fire, humidity.

1. Introdução

Capoeiras são formações de vegetação secundárias, onde há a substituição de vegetação que ocorre após um distúrbio qualquer afetando a vegetação preexistente. O processo também pode ser iniciado pela remoção de algum fator de distúrbio como fogo, pastoreio, enchentes (PILLAR, 1994). As formações de capoeiras se tornam mais susceptíveis ao fogo, quando comparadas com as florestas primárias, devido a sua maior predisposição ao fogo, já que apresentam um dossel mais aberto, levando em consideração que as áreas florestais que apresentam maior abertura de copa se tornam mais secas e inflamáveis, devido a maior incidência solar (CORDEIRO & ALMEIDA, 2012).

Os incêndios florestais tem alto poder de destruição e são responsáveis por diversos prejuízos ao ambiente, tanto à fauna e flora, quanto à própria população humana, além de prejuízos econômicos como a devastação de habitats e a queima de madeira o que acarreta em incalculáveis custos visando o seu controle (SANTOSet al., 2006).

Em se tratando do controle de incêndios florestais, as ações de prevenção se tornam a melhor alternativa, através de planos de prevenção e de um combate eficiente. No entanto, as informações relacionadas ao comportamento do fogo tem que ser coletadas de forma correta para que estas possam ajudar no controle. Desta forma se torna de suma importância a caracterização do material combustível, da topografia do terreno e das condições climáticas da região (BEUTLING et al., 2005).

Para que o fogo tenha início são necessários três elementos: combustível, oxigênio e calor. O combustível é o único elemento que se pode manejar e, tratando-se de incêndios florestais, o material combustível é a própria vegetação que se torna responsável por características do comportamento do fogo.Torna-se, desta forma, a quantificação do material combustível, um estudo de grande importância para que se possa manejá-lo de maneira correta buscando a prevenção e controle de incêndios florestais.

O presente estudo tem como objetivo geral quantificar o material combustível presente em uma formação vegetacional de capoeira no campus da Universidade Federal de Santa Maria. E tem como objetivos específicos, determinar o percentual de umidade do material combustível e organizá-lo em classes.

2. Metodologia de Trabalho

O estudo foi desenvolvido em uma formação vegetacional de capoeira no campus da Universidade Federal de Santa Maria localizado no munícipio de Santa Maria, situado na região central do estado do Rio Grande do Sul.

Foram alocadas 4 parcelas de 3 x 2 m, sendo que o estudo foi dividido em quatro etapas: coleta e determinação da biomassa total à campo, pesagem das amostras verdes em laboratório, secagem das amostras em estufa e pesagem das amostras secas.

Na primeira etapa, à campo, foi realizada acoleta e a pesagemda biomassa total pertencente a cada parcela. A vegetação foi cortada rente ao solo, classificada em classes de diâmetro (Tabela 1), conforme gabarito da figura 1 e pesada em balança de gancho, tendo o cuidado de que junto com a classe menor ou igual a ¼ de polegada fossem contadas as folhas e cipós.

Tabela 1: Valores das classes de diâmetro de uma Capoeira no Campus da UFSM, Santa Maria, RS.
Table 1: Values of the diameter classes of Capoeira on the campus of UFSM , Santa Maria, RS .

Classes	Diâmetros
Classe 1	Menor ou igual a 0,7 cm
Classe 2	Entre 0,7 e 2,5 cm
Classe 3	Entre 2,5 e 7,6 cm
Classe 4	Superiores a 7,6 cm

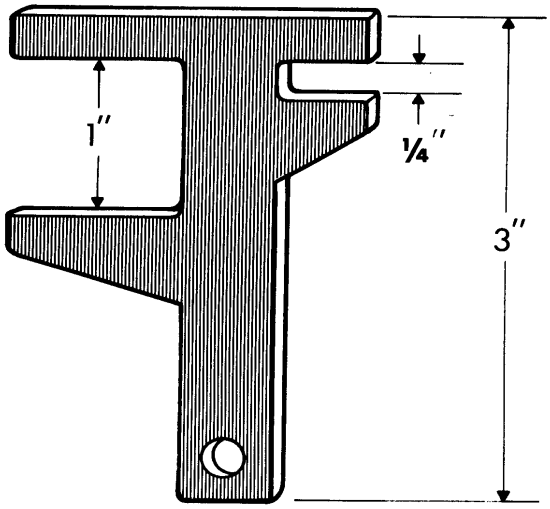


Figura 1: Gabarito de classes de diâmetro.
Figure 1: Diameter classes Template.

Na segunda etapa, em laboratório, foram pesadas as amostras de cada classe de diâmetro pertencentes a cada parcela em balança de precisão para a obtenção do peso úmido dos materiais combustíveis.

Na terceira etapa, as amostras foram submetidas a secagem a uma temperatura de 70°C em estufa no período de 72 horascom renovação e circulação de ar.

Na última etapa,as amostras foram novamente pesadas em laboratório para a determinação do peso seco dos materiais combustíveis por classe de diâmetro e por parcela.

Com estes dados, a determinação da umidade dos materiais combustíveis foi possível e realizada baseada nas diferenças entre opeso da massa úmida e o peso da massa seca, pela Equação 01.

$$UMC = \frac{PU-PS}{PS} \times 100 \qquad \text{(Eq.01)}$$

Onde:
UMC: Umidade dos materiais combustíveis
PU: Peso úmido
PS: Peso seco

3. Resultados e Discussão

Com a quantificação da biomassa total do material combustível nota-se que, dentre as quatro classes de diâmetro, houve,apenas, representação nas classes 1 e 2, observando que a classe 1 foi representada nas quatro parcelas e a classe 2 representada apenas nas parcelas 2 e 4.

A classe 1 foi a que apresentou maior quantidade de material combustível, sendo caracterizada por folhas, gramíneas, herbáceas, acículas, húmus e pequenos galhos. Já a classe 2 foi pouco representada, estando apenas em duas das quatro parcelas, sendo caracterizada pela presença de galhos mortos.

Destaca-se que os materiais encontrados na classe 1, em períodos secos, apresentam maior inflamabilidade, quando comparados com os materiais encontrados na classe 2que

apresentam maior dificuldade para iniciar a combustão, porém caso comecem a queimar, apresentariam maior poder calorífico, em relação aos materiais da classe 1.

A parcela que apresentou maior quantidade de material combustível foi a parcela 2, com materiais representativos da classe 1, seguida da parcela 4, 3 e 1, também com materiais representativos da classe 1. Dentre as parcelas que foram representadas com a classe 2, a que contém maior quantidade foi a 3, seguida da parcela 1 como está representado abaixo na tabela 2. Foram estimados valores de toneladas por hectare dos materiais combustíveis.

Tabela 2:Quantificação da biomassa de uma Capoeira no campus da UFSM, Santa Maria, RS.
Table 2: Quantification of the biomass of a Capoeira on the campus of UFSM , Santa Maria , RS.

Parcelas	Classe 1 (Kg)	(Mg ha^{-1**})	Classe 2 (Kg)	(Mg ha^{-1})
1	6,5	10,8	0,052	0,083
2	12,5	20,8	-*	-*
3	7,4	12,3	1,132	1,886
4	7,8	13,0	-*	-*
Total	34,2	56,9	1,184	1,969

*Sem amostra para a classe.**Mg ha^{-1} (Mega-gramas por hectare): 1 Mg ha^{-1}= 1 tonelada por hectare.

Em laboratório, foram pesadas as amostras dos materias combustíveis de cada parcela, divididas nas classes de diâmetro que foram encontradas. Estes pesos estão descritos conforme a tabela 3.

Tabela 3:Quantificação amostral do peso úmido do material combustível de uma Capoeira no campus da UFSM, Santa Maria, RS.
Table 3 : Quantification of the sample wet weight of the fuel material of a Capoeira on the campus of UFSM , Santa Maria, RS .

Parcelas	Classe 1 (g)	Classe 2 (g)
1	102,5	51,8
2	115,3	-*
3	168,3	327,2
4	107,7	-*

*Sem amostra para a classe.

Após 72 horas em estufa, as amostras do material combustível foram pesadas e seus pesos estão representados na tabela 4.

Tabela 4:Quantificação amostral do peso seco do material combustível de uma Capoeira no campus da UFSM, Santa Maria, RS.
Table 4 : Sample Quantification of the dry weight of the fuel material of a Capoeira on the campus of UFSM , Santa Maria , RS .

Parcelas	Peso (Classe 1) (g)	Peso (Classe 2) (g)
1	58,73	31,26
2	67,92	-*
3	95,94	200,27
4	62,75	-*

*Sem amostra para a classe.

A umidade presente no material combustível é um dos fatores que está envolvido no seu grau de inflamabilidade, sendo que quando há a diminuição da umidade, a vegetação se torna muito mais suscetível ao fogo (CORDEIRO & ALMEIDA, 2012).

A partir dos dados dos pesos das amostras, foi possível calcular a porcentagem de umidade de cada parcela em cada classe de diâmetro, representadas na tabela 5.

Tabela 5: Umidade dos materiais combustíveis (%) de uma Capoeira no campus da UFSM, Santa Maria, RS.
Table 5 : humidity of combustible materials (%) of a Capoeira on the campus of UFSM , Santa Maria , RS .

Parcelas	(Classe 1)	(Classe 2)
1	74.53%	65.87%
2	69.79%	-*
3	75.44%	63.42%
4	71.55%	-*

*Sem amostra para a classe.

No estudo de Padula (2010), também foram encontrados valores semelhantes em uma vegetação nativa para a umidade dos materiais combustíveis, correspondendo à média de 69,83% (Independente do diâmetro).

Materiais combustíveis com umidade abaixo de 30% são aptos à ignição e propagação de incêndios, enquanto materiais com umidades acima deste valor de umidade possuem possibilidade de ignição remota (SOARES, 1979).

4. Conclusão

Com a caracterização do material combustível e de outros fatores pode-se entender o comportamento do fogo e, desta forma, se torna possível ações de prevenção e controle de incêndios florestais.

A determinação da umidade do material combustível está diretamente ligada ao seu grau de inflamabilidade e, isolando somente esta variável, sabe-se que, quanto maior a umidade, menos inflamável ele se torna.

Conclui-se, portanto, que a vegetação estudada,quando se tratando da classe de diâmetro,apresenta alto grau de inflamabilidade, já que é composta, predominantemente, por materiais combustíveis da classe 1. No entanto, quando trata-se da porcentagem de umidade do material combustível, todos as parcelas obtiveram valores superiores a de 30%, possuindo pouca possibilidade de ignição de incêndios.

Referências Bibliográficas

BATISTA, A. C. Determinação de Umidade do Material Combustível sob Povoamentosde *Pinus taeda* . **UFP.**Curitiba 1984.

BEUTLING, A. et al. Quantificação de material combustível superficial em reflorestamento de *Araucária angustifólia*. **Revista Floresta.** Curitiba, v. 35, n. 3, p, 2005.

CORDEIRO, A. C. N.; ALMEIDA, M. F. L. Serviços ecológicos e a inflamabilidade de paisagens florestais no município de Paragominas, Pará. **UEP**. Aragominas. 2012.465-472, set./dez. 2005.

PADULA, R. R. Quantificação de material combustível em povoamento de eucalipto, área de campo e mata nativa. **FURB**. Blumenal . 2010.

PILLAR, V. Dinâmica temporal da vegetação. **UFRGS**. Departamento de Botânica Porto Alegre. 1994.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Perfil dos incêndios florestais no brasil em áreasprotegidas no período de 1998 a 2002. 2006.

SOARES, R.V. Queima controlada em plantações de Pinus sp. na região deSacramento-MG. **Revista Floresta.** Curitiba, v. 10, n. 2, p. 33-40, fev.1979.

Efeito do tempo na biomassa de plantas de *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. (Malvaceae), submetidas a diferentes níveis de sombreamentos

Temporal effects on *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. (Malvaceae) biomass on different shading leves

Aldeize da Silva Santos [1]
César Augusto Guimarães Finger [1]
Luciane Almeri Tabaldi [2]
Maria Erciria Flores da Silva [1]
Verônica Satomi Kazama [1]
Francieli de Fatima Missio [1]

[1] Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Av. Roraima n/1000, prédio 44 B, Camobi, cep. 97105900, Santa Maria – RS, aldeizesantos@yahoo.com.br; cesarfinger.ufsm@gmail.com; maria_erciria@hotmail.com

[2] Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Universidade federal de Santa Maria, Departamento de Biologia Avenida Roraima, 1000, Camobi, cep. 97110-970, Santa Maria/RS, lutabaldi@yahoo.com.br.

Resumo: Conhecida como Açoita-cavalo, *Luehea divaricata* Mart. e Zucc., pertencente a família Malvaceae, possui relevante importância econômica. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito dos níveis de sombreamentos e do tempo no crescimento e incremento na espécie. As plantas foram submetidas a quatro níveis de sombreamentos: 0% (pleno sol), 30%, 50% e 70%. Para produzir o efeito de sombreamento, utilizou-se sombrites. Os dados foram coletados mensalmente por seis meses, considerando cada mês como um bloco. As características estudadas foram, altura da planta; diâmetro do caule; número de folhas e brotos; massas fresca e seca de folhas; massas fresca e seca de caule; massas fresca e seca de raiz; e volume de raiz. O delineamento foi em bloco inteiramente casualizado ao nível de 95% de confiança. Havendo diferença, aplicou-se o teste de Tukey. Houve efeito do tempo no crescimento e incremento em altura, diâmetro, número de folhas e broto, com maiores médias nos blocos de setembro e outubro. Nas massas secas e fresca de folha e caule, houve diferença entre os tratamentos, com maior média a 70% e menor no 50%. As menores médias em massa e volume de raiz estiveram no 50%, e as maiores no pleno sol.
Palavras-chave: Aclimatação, crescimento, incremento, climatologia.

Abstract. Known as Açoita-cavalo, *Luehea divaricata* Mart. and Zucc., belonging to Malvaceae family, has significant economic importance. The objective of this study was to assess the effect of shading levels and time in growth and increase in the species. The plants were subjected to four levels of shading: 0% (full sun), 30%, 50% and 70%. To produce the effect of shading is used sombrites. Data were collected monthly for six months, considering each month as a block. The characteristics studied were plant height; stem diameter; number of leaves and buds; fresh and dried leaves; fresh and dry weight of stem; fresh and dry root; and root volume. The design was a completely randomized block at 95% confidence. No difference, it was applied the Tukey test. There was effect of time on growth and increase in height, diameter, number of leaves and bud, with higher averages in blocks of September and October. In dry and fresh pasta of leaf and stem, there were differences between treatments, with the highest average to 70% and lower in 50%. The lowest average mass and root volume were at 50%, and the largest in the full sun.
Key words: Acclimatization, growth, growth, weather.

1. Introdução

Conhecer a dinâmica de crescimento de espécies florestais e suas interações com os fatores ambientais é importante para a elaboração de técnicas de manejo, produção de plantas, florestamento e reflorestamentos. Pois de acordo com Almeida (2007) e Santos (2005), as variáveis climáticas e microclimáticas, influi diretamente na vida dos vegetais governando o condicionamento do seu desenvolvimento.

Segundo Andrade et. al.(2010), o crescimento e o desenvolvimento das plantas levam em conta o fato de que em média 90% da matéria seca acumulada durante seu crescimento, é oriundo da atividade fotossintética, a qual é influenciada diretamente pela disponibilidade da irradiação solar, sendo que as demais atividades estão relacionadas com absorção de nutrientes do solo. Nesse sentido, o estudo da luminosidade ou do grau de tolerância de espécies florestais ao sombreamento é fundamental para a avaliação do potencial de uso dessas espécies em programas de revegetação e de conservação.

Comumente, para inferir o grau de tolerância ou intolerância das espécies florestais à baixa disponibilidade de luminosidade, são utilizadas características como altura, e diâmetro do caule (SCALON et al., 2002), no entanto, existem ainda outros parâmetros que podem ser utilizados para predizer a tolerância ou intolerância das plantas ou as respostas das mesmas a diferentes níveis de luminosidade, bem como, o acúmulo de biomassa nos diferentes órgãos da planta (DIAS-FILHO, 1997).

A eficiência produtiva de um dado cultivo de espécies depende das interações entre condições edafo-climática com os processos fisiológicos, que determinam o crescimento e a produtividade dos indivíduos. Regimes de radiação solar, temperatura e disponibilidade de água são os principais fatores que caracterizam a sazonalidade climática de regiões produtoras. Tais fatores associados à fertilidade do solo podem condicionar o crescimento e o desenvolvimento das plantas (SYVERTSEN e LLOYD, 1994).

Dentre as espécies de interesse florestal está a *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini, vulgarmente conhecida como açoita-cavalo, pertence à família Malvaceae. Árvore caducifólia de aparência rústica, apresentando folhas simples alternas. Podendo atingir trinta metros de altura, apresentando copa densa de galhos e folhas rígidas. Inflorescências em panículas terminais, flores hermafroditas, pentâmeras. Fruto do tipo cápsula, oblongo, castanho, ferrugíneo, abrindo-se em cinco fendas, (BACKER e IRGAN, 2002).

Segundo Longhi (1995), a *L. divaricata* é uma planta pioneira de rápido crescimento que não pode faltar nos reflorestamentos mistos de áreas degradadas de preservação permanente e ao enriquecimento de áreas devastadas, encostas abruptas e margens de rios. Reitz et al. (1988), comprovam que seu habitat natural e sua vitalidade como espécie pioneira é heliófila, sendo possível seu reflorestamento em campos abertos e em populações puras. Contudo é possível que exposta à luz direta, sua ramificação se verifique de modo precoce prejudicando desenvolvimento do tronco e fuste. Por ser considerada uma madeira de boa trabalhabilidade é considerada uma das melhores para a fabricação de coronhas de armas de fogo e outras peças torneadas. Seus galhos, muito flexíveis eram usados como chicotes.

As folhas de *Luehea* são comercializadas como fitoterápicos contra disenteria, leucorréia, reumatismo, blenorragia e tumores; a infusão das flores é usada contra bronquite e a raiz depurativa (TANAKA et al., 2005).

Além dos benefícios ambientais, *L. divaricata* Martius et Zuccarini, é bastante relevante para o setor da economia, medicinal, e madeireiro para recuperação, restauração e reposição florestal de áreas degradadas. Sendo assim, conhecer o comportamento desta espécie em resposta ao fator luz e às interações com as variações de climatologia ao longo de um dado tempo, é importante para a produção da espécie em casa de sombra. Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar qual o efeito dos níveis de sombreamentos e do tempo no crescimento e incremento da espécie.

2. Metodologia do Trabalho

O trabalho foi realizado em uma área experimental do Laboratório de Manejo Florestal, que consiste em uma casa de vegetação com níveis de sombreamentos localizado no campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), situado na região central do estado do Rio

Grande do Sul (RS), a uma latitude de 29° 41’ 2’’ (Sul) e longitude de 53° 48’ 25’’ (Oeste), com altitude média de 113 metros a cima do nível do mar.

De acordo com a classificação Köppen (1931), o clima da região é do tipo Cfa, subtropical de clima temperado chuvoso, cuja temperatura média do mês mais quente é 24,8°C em Janeiro e a temperatura média do mês mais frio, em Julho, é 14,1°C. A precipitação média anual é de 1.769 mm.ano^{-1} (MORENO, 1961).

Dados obtidos do Instituto Nacional de meteorologia, Inmet (2015), da estação meteorológica situada no município de Santa Maria/RS, entre os meses de junho a novembro, mostraram que as maiores médias de temperaturas máximas estiveram nos meses de outubro e novembro e as menores nos meses de junho, julho e agosto, ocorrendo o mesmo para as médias em temperaturas mínimas, sendo que de junho a agosto houve baixa oscilação na temperatura mínima, com variação da média mensal de apenas 1°C, e de agosto a setembro, ocorreu a maior variação de temperatura mínima, dentro do período estudado. Na precipitação de junho a novembro, as menores médias foram registradas nos meses de agosto e novembro e as maiores nos meses de junho, julho setembro e outubro. A umidade relativa do ar foi maior em junho e menor em novembro. A menor insolação ocorreu em junho e a maior em novembro.

A espécie estudada, açoita-cavalo (*Luehea divaricata*, foi obtida do viveiro florestal da Universidade de Ijuí no Rio Grande do Sul. Foram selecionadas mudas com as características: dois anos e dois meses de idades e com alturas homogêneas, as quais foram coletadas da mesma árvore-matriz. Ao chegarem à casa de vegetação, estas foram regadas e posteriormente transplantadas para os recipientes de 20 L em cada tratamento.

O solo utilizado foi do tipo argissolo amarelo distrófico, horizonte A. As regas ocorreram duas vezes ao dia ou conforme a necessidade das plantas. Cada tratamento contou com sistema de irrigação, através de aspersores aéreos, a fim de completar o regime hídrico.

As plantas foram submetidas a quatro tratamentos, com diferentes níveis de sombreamentos: 0% (pleno sol), 30%, 50% e 70%. Para produzir o efeito de sombreamento, foi utilizado telas de polietileno de cor preta, conhecidas como sombrites. Distribuiu-se de forma aleatória quinze plantas por tratamento. Após a distribuição das plantas nos tratamentos, considerou-se o primeiro mês como de adaptação, onde nenhuma medida foi tomada durante esse período. Os dados foram tomados de junho a novembro de 2014, durante as estações de inverno e primavera.

Foram avaliadas e quantificadas características como: altura da planta; diâmetro do caule; número de folhas e brotos; massas fresca e seca de folhas (MFF e MSF); massas fresca e seca de caule (MFC e MSC); massas fresca e seca de raiz (MFR e MSR); e volume de raiz (VolR).

As alturas das plantas foram determinadas com auxílio de uma trena métrica graduada em centímetros e os diâmetros dos caules, determinados com o auxílio de um paquímetro digital graduado em milímetros, com medidas realizadas mensalmente. Foram demarcados, a partir de dois centímetros do solo, os caules de cada planta, como referência para tomadas de medidas de altura e diâmetro. A contagem do número de folhas deu-se mensalmente em todas as plantas de cada tratamento. As medições de altura, diâmetro, e número de folhas, estenderam-se por seis meses a partir da medida inicial, que ocorreu após o período de adaptação, isto é, segundo mês após a indução do experimento.

No sexto mês, a partir da medida inicial, foram coletadas cinco plantas de cada tratamento com alturas médias a fim de se obter os parâmetros de biomassa tais como MFF, MSF, MFC, MSC, MFR, MSR e VolR. As plantas foram levadas ao laboratório, para separação de folhas, caule e raiz, por planta, para a pesagem. Para determinação do VolR, as raízes foram lavadas em água corrente, com auxílio de uma peneira. a fim de que,

nenhuma parte da raiz fosse perdida, em seguida colocadas em um proveta com volume de água predeterminado, e pelo Princípio de Arquimedes (princípio do líquido deslocado) foi possível verificar o volume da raiz – VolR, por meio da diferença entre o volume final (Vf) e o volume inicial (Vi) , de água no recipiente (VolR= Vf – Vi). Em seguida, foram postas para secagem em estufa a 65 °C para serem pesadas posteriormente a fim de obter a biomassa.

Os dados, organizados em uma planilha de Excel e submetidos ao programa estatístico Bio Estat 5.0 (AYRES et al., 2007), foram analisados pela análise de variância. O delineamento foi em bloco 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.

3. Resultados e Discussão

No crescimento em altura, assim como no incremento mensal (figura 1-A, B), não houve diferença entre os tratamentos, com valores de p = 0.1934 e f = 1.7801, para o crescimento e p = 0.198 e f =1.7557, para o incremento de plantas de *Luehea divaricata*. Contudo houve efeito do tempo no crescimento e no incremento (p<0.0001). No crescimento (Figura 1 - A) os meses de junho e julho foram iguais entre si e diferentes dos meses de setembro, outubro e novembro; agosto foi diferente dos meses de setembro e novembro; setembro diferenciou-se dos meses de junho, julho, agosto e outubro; outubro apresentou diferença com os meses de junho, julho, setembro e novembro. Para o incremento (Figura 1 - B), o mês de outubro foi diferente apenas de junho; novembro foi diferente dos meses de junho, julho, agosto e setembro.

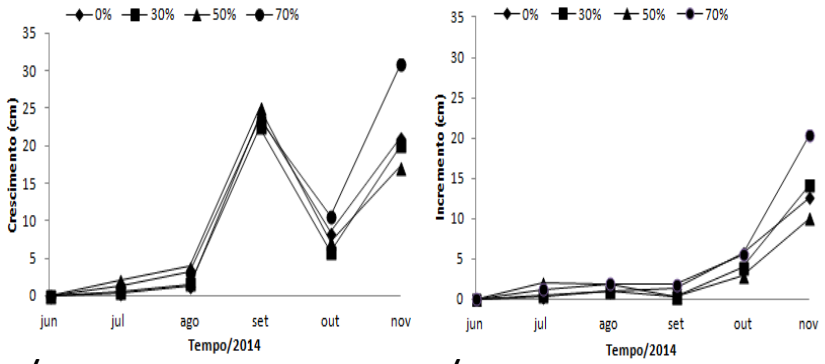


Figura 1. Crescimento (A) e incremento (B) em altura, em cada nível de sombreamento subdivididos no tempo.
Figure 1. Growth (A) and increment (B) in height, at each level shading subdivided in time.

No crescimento e incremento diamétrico, não houve diferença entre os tratamentos com f = 3.0895 e p =0.0584, para o incremento f =1.2502 e p = 0.3268, para o crescimento. Contudo, foi detectada diferença entre os blocos no crescimento (p < 0.0001 e f = 33.4747),

entre os meses de junho com setembro outubro e novembro; julho, com setembro e novembro; junho, agosto e outubro foram iguais entre si, porém diferentes dos meses de setembro e novembro; e no incremento ($p < 0.0001$ e $f = 18.4842$), novembro foi diferente dos meses de junho, julho, agosto, setembro e outubro; e o mês de outubro diferente de junho e agosto (Figura 2, A - B).

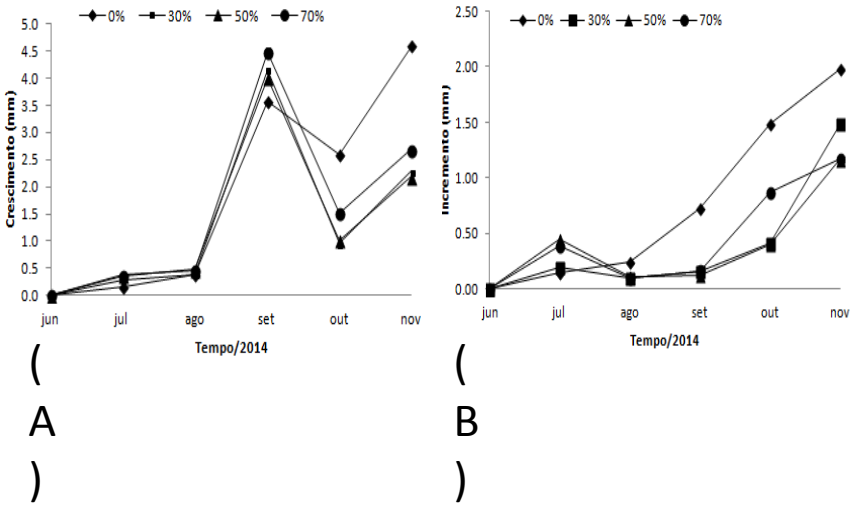


Figura 2. Crescimento (A) e incremento (B) em diâmetro, em cada nível de sombreamento subdivididos no tempo.
Figure 2. Growth (A) and increment (B) in diameter at each level shading subdivided in time.

Em número de folhas e brotos, não foi detectada diferença entre os tratamentos. A diferença estava entre os blocos em número de folhas ($f = 55.7147$ e $p < 0.0001$) e número de brotos ($f = 44.0474$ e $p < 0.0001$). Para o número de folhas a diferença estava entre os meses de junho, julho e a gosto com outubro e novembro; e os meses de setembro e outubro com novembro (Figura 3 - A). Já no número de brotos a diferença ocorreu entre os meses de junho, julho e agosto com os meses de setembro, outubro e novembro; setembro e outubro foram diferentes de novembro (Figura 3 - B).

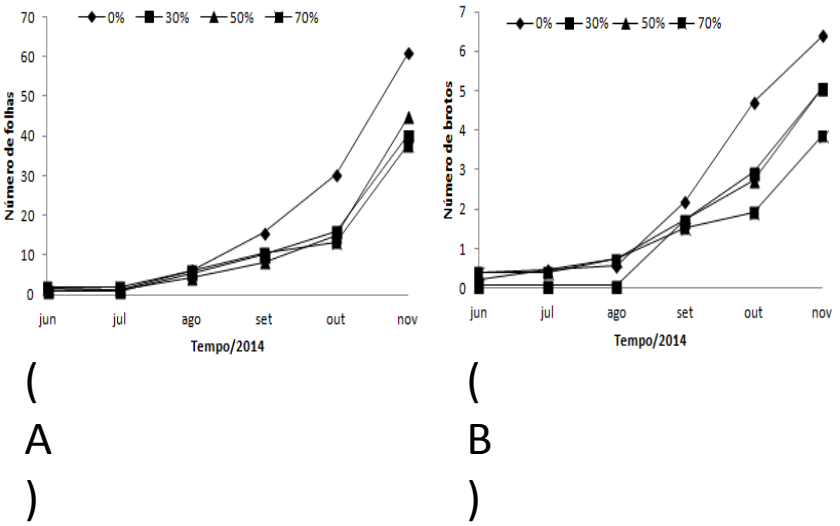


Figura 3. Número de folhas (A) e número de brotos (B), em cada nível de sombreamento subdividido no tempo.

Figure 3. Number of sheets (A) and number of sprouts (b) shader level in each divided in time.

Houve diferença entre os tratamentos na MFF (p = 0.0007) e MSF (p = 0.0229). Para MFF, 70% foi igual ao 0% de sombreamento e diferente de 30% e 50% (p < 0.01). Na MSF, o tratamento a pleno sol foi diferente de 50%, porém igual a 70%. A menor média em massa fresca e seca de folha esteve no tratamento a 50% de sombreamento e a maior nos tratamentos a pleno sol e o 70% de sombreamento, conforme figura 4 a baixo.

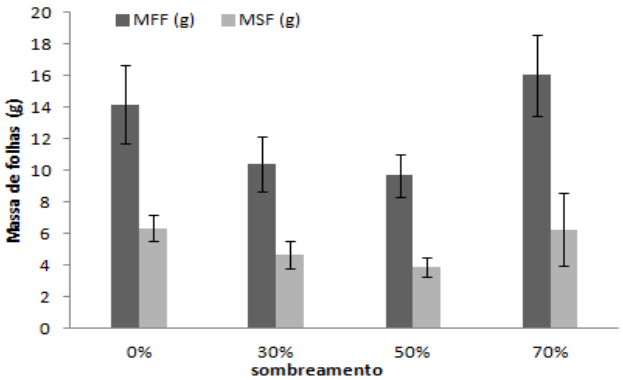


Figura 4. Massas fresca e seca de folhas em cada nível de sombreamento.
Figure 4. Fresh mass and dry leaves on each level of shading.

Nas massas secas e fresca de caule, detectou-se diferença entre os tratamentos. Na MFC, a diferença estava entre 50% com os tratamentos de pleno sol e 70% de sombreamento com valores de p < 0.01, e a maior média a 70%, e a menor no 50% de sombreamento. Para MSC, a diferença entre os níveis de sombreamento foi detectada a 50%, apresentando menor média com o de 70%, que apresentou o maior valor médio em massa seca (Figura 5).

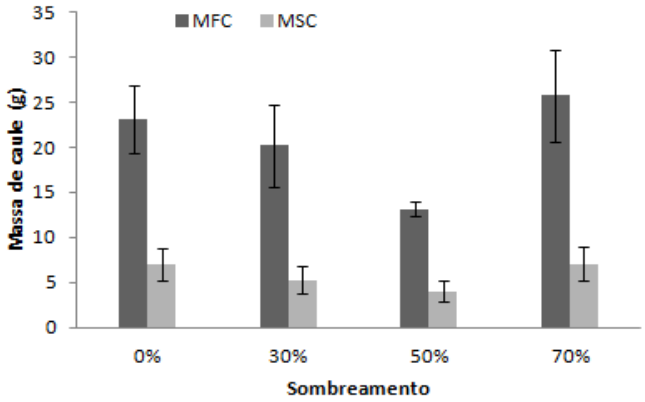
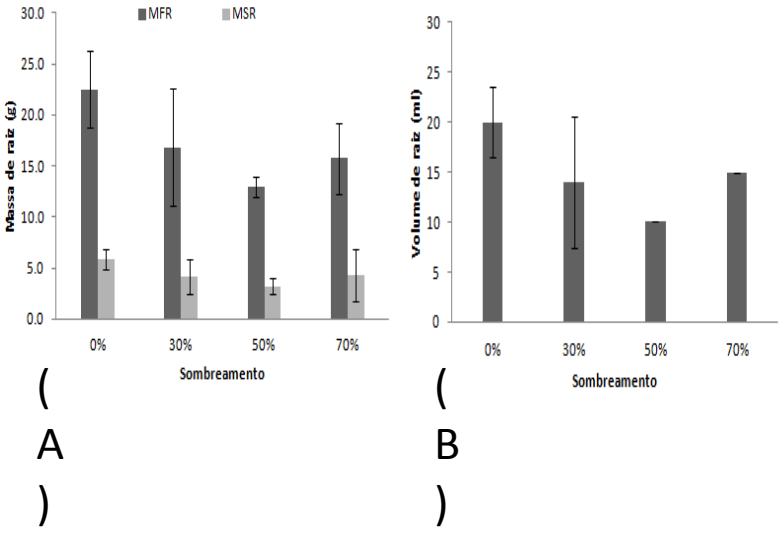


Figura 5. Massas fresca e seca de folhas em cada nível de sombreamento.
Figure 5. Fresh mass and dry leaves on each level of shading.

Houve diferença entre os tratamentos nas massas e volume de raiz. Nas MFR, MFR e volR a diferença estava entre os tratamentos de peno sol com o 50% de sombreamento. As maiores médias em massa e volume de raiz estiveram no pleno sol, e as menores a 50% de sombreamento (Figura 6, A – B).



(A) (B)

Figura 6. Massas seca e fresca (A) e volume (B) de raiz em quatro níveis de sombreamento.
Figure 6. Dry and fresh mass (A) and volume (B) root in four shading levels.

O mês de setembro é o ponto onde começa haver um aumento das temperaturas máximas e mínimas, tendo maiores taxas de crescimento em altura, no diâmetro do caule, número de folhas e brotos. Foi ainda, a partir do mês de setembro que as plantas começaram a obter maiores números de folhas nos tratamentos e a diferenciar-se nos blocos. Durante o inverno os blocos de junho, julho e agosto nos parâmetros de crescimento e incremento em altura e diâmetro, número de folhas e brotos foram iguais, apresentando as menores taxas. Isso pode ser uma estratégia da planta em, adaptar-se às condições de clima e garantir sua sobrevivência.

As diferenças encontradas nas massas frescas e secas da raiz e volume de raiz, com maiores valores médios no tratamento a pleno sol, pode indicar que as plantas em ambiente com alta luminosidade, translocam sua biomassa pra diferentes órgãos da planta, bem como para a raiz, aumento o crescimento da mesma e sua eficiência na absorção de nutrientes e água, garantindo sua sobrevivência.

Nos resultados de pesquisa realizadas por Viella e Raveta (2000) e Campos e Uchida (2002), verificou-se que o sucesso na adaptação de uma espécie em diferentes condições de luminosidade, está relacionado com a eficiência com que os padrões de alocação de biomassa e comportamento fisiológico são ajustados. A plasticidade adaptativa das espécies às diferentes condições de radiação solar fotossinteticamente ativa depende do ajustamento de seu aparelho fotossintético, de modo a garantir maior eficiência na conversão da energia radiante em carboidrato, para sua sobrevivência e consequentemente para seu crescimento.

Castro e Alvarenga (2002) constataram que as espécies vegetais tendem a adaptar-se às condições do ambiente. Essa adaptação depende do ajuste de seu aparelho fotossintético, de tal forma que haja eficiência na utilização e conversão da energia luminosa pelo vegetal; onde as respostas dessa adaptação serão refletidas no crescimento, de maneira geral, da planta.

4. Conclusão

Durante o inverno, a taxa de aceleração do crescimento de *Luehea divaricata* é reduzida para garantir a sobrevivência da espécie.

Para a produção de *L. divaricata*, recomenda-se os tratamentos com 0% e 70% de sombreamento, pois nestes níveis apresentaram maiores valores médios em biomassa da parte aérea.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, S.M.Z.; SOARES, A.M.; DE CASTRO, E.M.; VIEIRA, C.V.; GAJEGO, E.B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural,** v.35, n.1, p.62-68, 2005.

ANDRADE, R.; LIMA, A.; CAVALCANTE, S.; SANTOS, J.; SILVA, M.; LIMA, S.; PAIVA, R. **Caracterização da radiação solar acumulada no crescimento vegetativo do algodoeiro colorido BRS Rubi submetidas a diferentes lâminas de irrigação**. 2010.

AYRES, M. *et al.* ; **Aplicações estatísticas nas áreas das ciências Bio** – médicas. Bio Estat 5. 0. Belém – PA. 2007.

BACKES, P. & IRGANG, B**. Árvores do Sul**: Guia de Identificação & Interesse Ecológico. p.326. 2002.

CAMPOS, M.A.A.; UCHIDA, T.: Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.37, n.3, p.281-288. 2002.

CASTRO, A.H.F.; ALVARENGA, A.A. Influência do fotoperíodo no crescimento inicial de plantas de confrei (*Symphytum officinale* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 1, p. 77-86, 2002.

DIAS-FILHO, M.B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light enviroments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.32, n.8, p.789-796, 1997.

REITZ, R.; KLEIN, R.N.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SUDESUL, Governo do Rio grande do Sul, Herbário Barbosa Rodrigues, 525 p.1988.

INMET.: **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acessado em 15/03/2015.

KÖPPEN, W.: **Climatologia**. México, Fundo de Cultura Econômica. 1931.

LONGHI,R.A. Livro das árvores; árvores e arvoretas do Sul. 2.ed., Porto Alegre: L&PM, 1995.

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

SANTOS, M. D. M. **Fotossíntese**. Unespe, Jaboticabal. 2005.

SCALON, S. de P.Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; FILHO, H. S. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, p.1-5, 2002.

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,. cap.4, p.65-100. 1994.

TANAKA, J. C. A., SILVA, C. C., DIAS FILHO, B. P.. **Chemical constituents of *Luehea divaricata* Mart. (Tiliaceae).** Quím. Nova, , v.28, n.5, p.834-837, 2005..

UCHIDA, T. & CAMPOS, M. A. A. : **Influência do sombreamento no crescimento de Mudas de CumarúT (Dipterix odorata (AUBL.) WILLD. – FABACEAE) Cultivadas em viveiro**. 2000.

VILELA, A.E.; RAVETTA, D.A.: The effect of radiation on seedling growth and physiology in four species of Proposis L. Mimosaceae). **Journal of Arid Environmental,** London, v.44, n.4, p.415-423. 2000.

Distribuição da biomassa acima do solo nos diferentes compartimentos de *Araucaria Angustifolia* (Bertol) Kuntze

Distribution of above-ground biomass in the different compartments of *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze

Gustavo Luís Gonzatto[1]
Rafaelo Balbinot[2]
Jonathan Willian Tratenmüller[3]
Daniele Arndt Erthal[4]
Fernanda Raquel Lambrech[5]
Luciano Farinha Watzlawick[6]

[1] Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, BR 386 km 40 s/nº, Frederico Westphalen-RS, gustavo.gonzatto@hotmail.com

[2] Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, BR 386 km 40 s/nº, Frederico Westphalen-RS, rbalbinot@smail.ufsm.br

[3] Universidade Federal do Paraná, UFPR, Av. Lothário Maissner, 3400 Jardim Botânico, Curitiba-PR, jwtrautenmuller@yahoo.com.br

[4] Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, BR 386 km 40 s/nº, Frederico Westphalen-RS, dani.a.erthal@hotmail.com

[5] Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, BR 386 km 40 s/nº, Frederico Westphalen-RS, fernanda.lambrecht@hotmail.com

[6] Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Rua Presidente Zacarias, 875 Santa Cruz, Guarapuava-PR. farinha@unicentro.br

Resumo: O objetivo deste trabalho é analisar a distribuição da biomassa em árvores de *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze. O banco de dados deste estudo é proveniente de duas áreas de estudo, a primeira fica no município de General Carneiro, no extremo sul do estado do Paraná e a segunda localizada no município de Mato Castelhano região norte do Rio Grande do Sul. No total foram amostradas e analisadas 41 árvores. Os indivíduos foram derrubados e pesados dividindo os mesmos nos seguintes componentes: fuste, galhos, acículas e casca. O DAP médio encontrado foi de 35,14 cm variando de 14 à 105 cm. Para todas as árvores o componente fuste apresentou maior importância tendo uma percentagem média de 48,01%, seguido da casca 28,12%, galhos apresentando 19,06% e por fim as acículas 4,80%. Ao longo do tempo o fuste tende a aumentar e a casca a diminuir suas contribuições na biomassa, porém estes dois compartimentos somados mantém sua proporcionalidade no decorrer do crescimento da planta. Os galhos e as acículas também mantém este comportamento de proporcionalidade.
Palavras-chave: Pinheiro do Paraná, biomassa arbórea, quantificação da biomassa, determinação da biomassa.

Abstract: The objective of this study is to analyze the distribution of biomass *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze trees. The study database comes from two study areas, the first is in the municipality of General Carneiro, Paraná state, and the second in the municipality of Mato Castelhano Rio Grande do Sul. In total, were sampled and analyzed 41 trees. The trees were toppled and heavy dividing the same in the following components: stem, branches, needles and bark. The average DAP was found to be 35.14 cm ranging from 14 cm to 105 cm. For every tree the trunk component showed greater importance with an average percentage of 48.01%, followed by the bark 28.12%, branches 19.06% and finally the needles 4.80%. Over time the trunk tends to increase and the bark to decrease their contributions in the total biomass, but these two compartments keeps its proportionality added during the plant growth. Branches and needles also keeps this proportionality.
Keywords: Parana pine, tree biomass, biomass quantification, determination of biomass.

1. Introdução

A *Araucaria Angustifolia* (Bertol) Kuntze é de grande importância para a região Sul do Brasil, tanto em aspectos culturais, quanto silviculturais. Culturalmente, por se tratar de uma árvore única e simbólica para a região Sul, reconhecida desde os primórdios como fonte de alimento para seres humanos e para a fauna. Do ponto de vista silvicultural, a importância se deve as suas excelentes características de forma e qualidade da madeira, com inúmeras possiblidades de uso. Além disso, recentemente está sendo valorizada por seus serviços ambientais, tais como fixação de carbono por meio de sua biomassa.

O termo biomassa florestal, segundo Sanquetta (2002), pode compreender toda a massa viva existente na floresta ou somente a fração arbórea, também é correto utilizar o termo fitomassa florestal ou fitomassa arbórea. A quantificação desta biomassa pode se realizada por métodos diretos, onde as árvores são cortadas e seus componentes separados e pesados, e/ou de forma indireta, quando são utilizadas equações, imagens de satélite, etc. para realizar as estimativas.

Estas informações sobre quantidade e distribuição da biomassa devem ser levadas em consideração na definição de práticas como: idade e intensidade de colheita, manejo dos resíduos florestais, adubação de reposição, preparo de solo, entre outras (SCHUMACHER et al., (2011). Segundo Landsberg (1986) e Pallardy (2008) o acúmulo de nutrientes nas diversas partições das árvores apresentam grande variação ao longo das fases de desenvolvimento dos plantios florestais, devido as diferenças de alocação de biomassa e concentração dos nutrientes na planta.

Os estudos de biomassa florestal são relativamente caros, trabalhosos, demorados e ainda são poucos os trabalhos realizados, especialmente com a *Araucaria angustifolia*. Acerca desta necessidade de estudos relacionados com esta espécie o objetivo deste trabalho é quantificar e analisar a distribuição da biomassa acima do solo em árvores de *Araucaria angustifolia*.

2. Metodologia de trabalho

As árvores que compõem este banco de dados sobre a espécie são provenientes de áreas de estudo na região sul do Brasil. A primeira fica no município de General Carneiro, no extremo sul do estado do Paraná (26º20’35’’ S e 51º19'49" O, altitude 983 m.s.n.m.). Nesta área foram amostradas 35 árvores. Outras seis árvores foram amostradas na área de estudo localizada no município de Mato Castelhano região norte do Rio Grande do Sul (28º16'42" S e 52º11'30" O, 740 m.s.n.m.).

Nos dois locais as árvores foram analisadas utilizando exatamente a mesma metodologia. As árvores foram seccionados ao nível do solo e, em campo, os componentes da biomassa verde foram separados em fuste (F) com casca (CA), galhos (G) e acículas (A). Foram coletadas amostras para determinação do teor de umidade: para os galhos foram retiradas amostras de vários diâmetros de todas as camadas da copa; acículas foram coletada de vários pontos da copa contemplando os terços inferior, médio e superior. Também foi retirado um disco na metade da altura do fuste. Deste disco, foi separada a casca da madeira, obtendo-se assim um fator de casca para o fuste. Para as árvores amostradas em General Carneiro utilizou-se uma balança romana (balança de vara) com capacidade para 200 kg (mínimo 2 kg, erro ± 200 g), e para os indivíduos de Mato Castelhano, foi utilizado um dinamômetro digital com capacidade para 500 kg marca Lider PR-30.

Todas as amostras verdes foram colocadas em sacos plásticos, a fim de não haver perda de umidade, e ao final do turno de trabalho foram pesadas em balança de precisão (0,001g). Após, eram acondicionadas e colocadas para secagem em estufa de circulação e renovação

de ar a temperatura de 60º C até que houvesse a estabilização do peso, para nova pesagem e cálculo do teor de umidade.

3. Resultados e Discussão

A distribuição da biomassa geral para as 41 árvores indica que o fuste representa a maior porção com 48,01% da biomassa acima do solo, seguido pela casca com 28,12%, pelos galhos com 19,06% e por fim pelas acículas, que apresentam 4,80% do peso total da árvore.

Krapfenbauer e Andrae (1983) realizaram o primeiro estudo sobre alocação de biomassa em um povoamento de Araucária de 17 anos de idade no Rio Grande do Sul, e encontraram a seguinte partição de biomassa: fuste (50,5%), acículas (15,1%), casca do tronco (14,2%), raiz (12,4%) e galhos (7,8%). Watzlawick et al. (2003) em estudo realizado na Região Sul do Paraná com 20 indivíduos com 20 a 31 anos de idade, obteve seguintes percentuais: fuste 42,50%, casca (23,80%), raízes (15,75%), acículas (7,64%), galho vivo, 11,64% e galho morto 1,18%. Schumacher et al., (2011) em trabalhos com Araucária com 27 anos de idade em Quedas de Iguaçu – PR, encontrou a seguinte sequência de acúmulo de biomassa: fuste (51,5%), casca (14,7%), raiz (13%), galhos vivos (11,8%), acículas (8,6%), e galhos secos (0,5%). Mesmo considerando que neste trabalho não foram computados os compartimentos raiz e galhos secos, os valores estão muito próximos e consistentes.

Para verificar se este padrão de distribuição da biomassa se mantém em diferentes classes de diâmetro, as 41 árvores foram distribuídas em quatro classes, conforme está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Distribuição da biomassa e características dendrométricas das árvores.
Table 1: Distribution of biomass and dendrometric characteristics of the trees.

Médias gerais								
TODAS ÁRV.	**DAP (cm)**	**HT (m)**	**HC (m)**	**Fuste (%)**	**Casca (%)**	**Galho (%)**	**Acícula (%)**	**PS (kg)**
14,9 – 105,68 cm	35,14	18,25	12,96	48,01	28,12	19,06	4,80	759,13
Médias por classe de diâmetro								
CLASSES (cm)	**DAP (cm)**	**HT (m)**	**HC (m)**	**Fuste (%)**	**Casca (%)**	**Galho (%)**	**Acícula (%)**	**PS (kg)**
10 – 24 (n=11)	19,13	14,41	9,77	44,80	33,00	18,20	3,99	103,14
25 – 39 (n=19)	30,30	18,55	11,16	40,36	33,90	21,63	4,11	321,04
40 – 54 (n=5)	47,27	19,75	17,36	53,62	25,03	15,67	5,69	1136,83
≥ 55 (n=6)	69,74	23,07	20,85	49,03	26,84	19,32	4,81	3034,33

DAP: diâmetro a altura do peito; HT: altura total; HC: altura comercial; PS: peso seco total.

Considerando as diferentes áreas de coleta, idades das árvores, fenologias, etc. é possível observar algumas relações alométricas muito constantes, ou seja: à medida que aumenta o diâmetro cresce a importância do fuste e reduz, percentualmente, a da casca. Porém, o tronco (madeira do fuste + casca) mantém constante sua proporcionalidade na biomassa total das árvores, representando 77,8%, 74,3%, 78,6% e 75,8% da biomassa total das árvores, da primeira para a última classe de diâmetro, respectivamente. Com a passar da idade a forma da copa muda de cone, quando jovem, para candelabro quando adulta, porém, os componentes da copa (galho + acícula) também mantém este mesmo comportamento, ou seja, dentro de uma faixa de variação os galhos (16-22%) e as acículas (4-6%) mantêm constantes as suas proporcionalidades.

4. Conclusões

Considerando a espécie *Araucaria angustifolia*, o padrão de alocação de biomassa nos diferentes compartimentos apresentou a seguinte ordem de acúmulo: Fuste (48,01%), Casca (28,12%), galhos (19,06%), e acícula (4,80%).

Referências Bibliográficas

BASSO, C. G. A araucária e a paisagem do planalto sul brasileiro. **Revista de Direito Público**, Londrina, v. 5, n. 2, p. 1-11, ago. 2010

GONÇALVES, J. L. M. et al. An evaluation of minimum and intensive soil preparation regarding fertility and tree nutrition. In: GONÇALVES, J. L. M. e BENEDETTI, V. (eds.). **Forest nutrition and fertilization**. Piracicaba: IPEF, 2004. cap. 2, p. 13-64.

KRAPFENBAUER, A.; ANDRAE, F. Inventário de um reflorestamento de araucária de 17 anos em Passo Fundo – RS: inventário da biomassa. In: ANDRAE, F.; KRAPFENBAUER, A. **Pesquisa austríaco-brasileira** (1973-1982). Santa Maria, 1983. p. 30-55.

LANDSBERG, J. J. **Physiological ecology of forest production**. London: Academic Press, 1986. 198 p.

PALLARDY, S. **Physiology of woody plants**. San Diego: Academic Press, 2008. 454 p.

SANQUETTA, C.R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C.R. et al. (Ed.) **As florestas e o carbono**. Curitiba, 2002. p.119-140.

SANQUETTA C. R.; WATZLAWICK L. F.; SCHUMACHER M. V.; MELLO A. A. Relações individuais de biomassa e conteúdo de carbono em plantações de *Araucaria Angustifolia* e *Pinus Taeda* no Sul do estado do Paraná, Brasil. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.1, n.3, p. 33-40, jul./set. 2003.

SCHUMACHER M. V.; WITSCHORECK R.; CALIL F. N.; LOPES V. G.; VIERA M. Produção de biomassa no corte raso em plantio de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze de 27 anos de idade em Quedas do Iguaçu, PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 53-62, jan.-mar., 2011.

WATZLAWICK, L.F. **Estimativa de biomassa e carbono em floresta ombrófila mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite IKONOS II**. Curitiba: UFPR, 2003. 120f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

WATZLAWICK L. F.; SANQUETTA C. R.; ARCE J. E.; BALBINOT R. Quantificação de biomassa total e carbono orgânico em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KUNTZE no Sul do estado do Paraná, Brasil. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.1, n.2, p. 63-68, abr./jun. 2003.

Diversidade arbórea e biomassa de *Eugenia uniflora* L. e *Myrcia multiflora* (LAM.) DC.no município de Turvo-PR

Arborous diversity and biomass *in Eugenia uniflora* L. e *Myrcia multiflora* (LAM.) DC. *in Turvo-PR.*

Vanessa Silva Moreira[1]
Edivando Alves[2]
Bibiana R. Argenta Vidrano[3]
Fabiéli Teixeira da Rosa[4]
Luciano Farinha Watzlawick[5]

[1]Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), R. Simeão Varella de Sá, 03, CEP 85040-080, Guarapuava, PR – Brasil, vanessaeng.ftal@gmail.com

[2] Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), R. Simeão Varella de Sá, 03, CEP 85040-080, Guarapuava, PR – Brasil, edivandoo@yahoo.com.br

[3] Aluna do PPGEF da Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, 1000, Camobi, Santa Maria – RS, bibianaargenta@gmail.com

[4] Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), R. Simeão Varella de Sá, 03, CEP 85040-080, Guarapuava, PR – Brasil,faby.t@hotmail.com

[5] Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), R. Simeão Varella de Sá, 03, CEP 85040-080, Guarapuava, PR – Brasil, farinha@unicentro.br

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo conhecer melhor a flora do município de Turvo-PR, analisando as espécies através do levantamento fitossociológico, tendo também o objetivo de determinar a biomassa das folhas para as *espécies Eugenia uniflora* L. *e Myrcia multiflora*. O levantamento fitossociológico feito em Turvo utilizou o método da distribuição em grade das unidades com parcelas de 20 x 50 m, como resultado apresentou um alto nível de diversidade com índice de Shanon 3,71 nats/indivíduos, com uma densidade absoluta de 25 ind./ ha para a pitangueira e 4,17 ind./ha para guamirim. As árvores para a avaliação de biomassa foram escolhidas de acordo com o trabalho de poda dos agricultores. Para determinação da biomassa seca foram utilizadas vinte e três árvores, que foram identificadas, medidas e tiveram suas folhas extraídas. Dentre os modelos testados para a obtenção das estimativas da biomassa das folhas o escolhido P= a+b.Cap².dc, com um coeficiente de determinação de 0,86 e um erro padrão da estimativa de 20,09%. O modelo escolhido para as estimativas do rendimento de óleo essencial foi P=a+b.Cap².dc R^2 = 0,89 e Syx% 18,11.
Palavras-chave: análise de regressão, biomassa, floresta ombrófila mista, fitossociologia

ABSTRACT: This study aimed to learn more about the flora of the city of Turvo, Paraná, species by analyzing the phytosociological survey, and also set the goal of linear regression equations for biomass and oil yield of leaves for the species Eugenia uniflora L. and Myrciamultiflora (Lam.) DC. The phytosociological survey done in Turvo used the method of distribution grid units on plots of 20 x 50 m, as a result had a high level of diversity with Shannon index of 3.71 nats / individuals with an absolute density of 25 ind. / ha to pitangueira and 4.17 ind. / ha to guamirim. The trees to fit the allometric models were chosen according to the pruning work of farmers. For determination of dry biomass were used twenty-three trees that were identified, measured and extracted leaves. Among the tested models to obtain estimates of foliage biomass chosen P= a+b.Cap².dc, with a correlation coefficient of 0.86 and a standard error of estimate of 20.09%. The model chosen for the estimates of the essential oil yield was P=a+b. Cap².dc R^2 = 0,89 e Syx% 18,11.
Keywords: regression analysis, biomass, araucaria forest, phitosociology

1. Introdução

A Floresta Ombrófila Mista (FOM) originalmente cobria cerca de 200.000 km² no Brasil, ocorrendo no Paraná (40% de sua superfície), Santa Catarina (31%) e Rio Grande do Sul (25%) e em manchas esparsas no sul de São Paulo (3%) internando-se até o sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro (1%), segundo Carvalho (1994). Com a redução extremamente significativa da cobertura florestal ocorrida no Estado do Paraná até então, as evidências são claras de que muitas espécies endêmicas de regiões restritas desapareceram, e com elas podem ter desaparecido informações importantes, relacionadas à estrutura das comunidades florestais e sua capacidade natural de proteção e fornecimento de produtos benéficos ás mais diversas formas de vida (SILVESTRE, 2009). O município de Turvo localiza-se na região Centro-Sul do Paraná, e apresentando 60% de seu território com cobertura florestal natural representada por remanescente de FOM (Floresta com Araucária), onde se encontram espécies de valor econômico, exploradas pelo potencial madeireiro ou não madeireiro, sendo a economia deste município altamente dependente da extração de produtos florestais (MINEROPAR, 2002).

A exploração da pitangueira e do guamirim em Turvo ainda não possui um sistema de manejo adequado á melhor produtividade e manutenção da espécie, necessitando estudos que auxiliem no desenvolvimento de técnicas mais precisas para exploração sustentável das mesmas. Para os agricultores, a exploração da pitangueira, entre outras plantas, faz com que tenham um meio a mais de renda, além de auxiliar na preservação dos remanescentes de floresta, assim surgindo necessidade de estudos que auxiliem na criação de um plano de manejo da pitangueira, do guamirim e futuramente das outras espécies vegetais presentes na região. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo realizar o levantamento fitossociológico das espécies, visando conhecer o comportamento das mesmas na FOM assim como determinar e ajustar equações de regressão para a estimativa de biomassa das folhas das espécies *Eugenia uniflora e Myrcia multiflora*.

2. Metodologia de trabalho

2.1 Local do experimento

A área de estudo localiza-se no Município de Turvo-PR, com coordenadas de latitude 25º02'34" Sul e longitude 51º31'47" Oeste (Figura 1), situando-se sobre a borda oriental do terceiro planalto paranaense, apresentando relevo variando de suave ondulado, na região oeste e forte ondulado até montanhoso a escarpado nas nascentes dos rios Ivaí e Marrecas, na porção norte. As altitudes variam de 400 m no vale do Rio Ivaí, a norte, até cerca de 1200 m nas cabeceiras dos rios Pessegueiro e Marrecas (IBGE, 2008).

A região do município de Turvo apresenta de acordo com a classificação de solos da EMBRAPA (2006) um solo do tipo Latossolos Bruno, predominantemente. Ainda segundo MINEROPAR (2002) os solos são naturalmente ácidos, com presença de altas concentrações de alumínio. Com ocorrência dos solos: Latossolos Vermelhos Distroférricos a Argissolosbrunoacinzentados, Cambissoloálico C a 1 e associação de latossolo bruno álico mais cambissoloálico com ocorrência de solos Neossoloslitólicos L b a 3, na sua maioria pouco profundos sobre lajes de rocha basáltica.

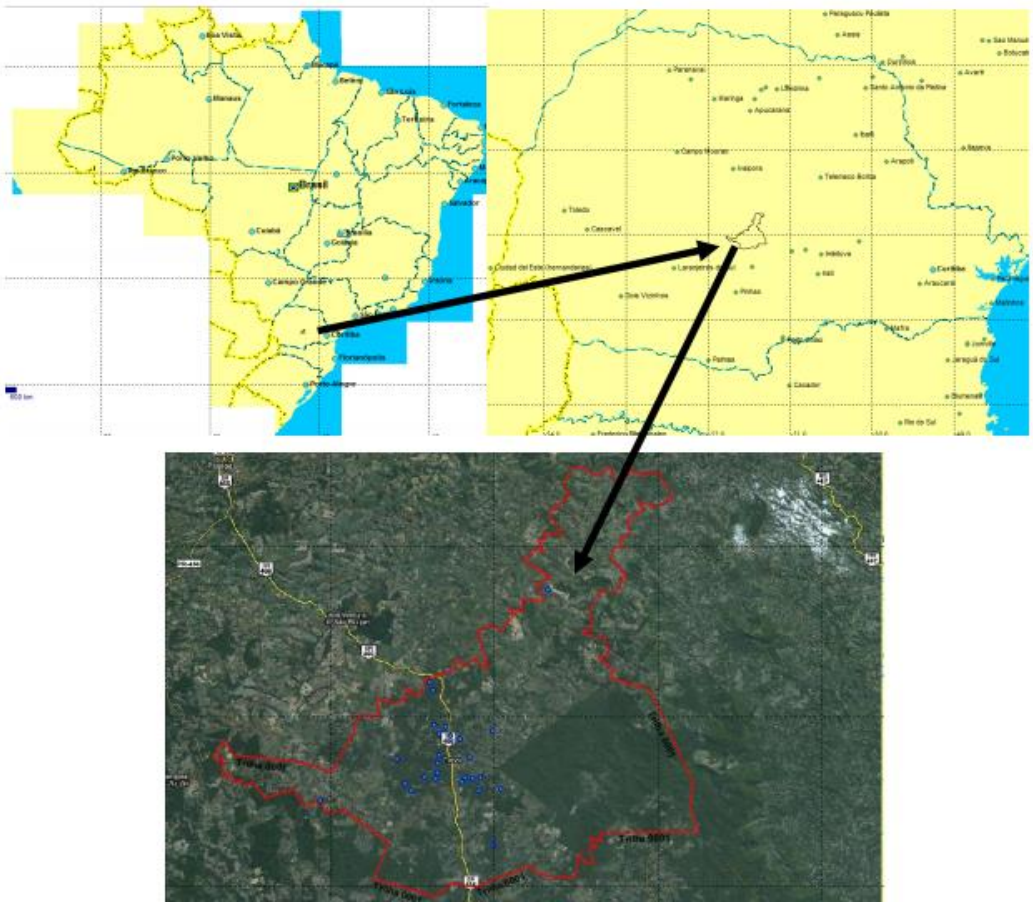


Figura 1. Localização do município de Turvo-PR
Figure 1. Localization of Turvo-PR city

2.2. Levantamento Fitossociológico

Para a realização do levantamento fitossociológico foram demarcadas as áreas através de uma amostragem sistemática como os parâmetros amostrais a cada mil metros, totalizando 50 pontos. Destes foram possíveis coletar os dados de 24 pontos presentes na (Figura 2), sendo os demais descartados por falta de floresta no local do ponto ou falta de permissão dos proprietários para realizar o trabalho no local. Em cada ponto foi instalado uma unidade amostral de área fixa de 10 x 50 m (500 m²). Em todas as unidades foram coletadas as coordenadas utilizando o GPS para navegação.

Na unidade amostral todos os indivíduos que apresentaram circunferência na altura do peito ≥ 10 cm foram mensurados e identificados de acordo com APG III quanto às espécies, por montagem de exsicatas e comparação morfológica. As estimativas dos parâmetros fitossociológicos tradicionalmente utilizadas, incluíram as seguintes variáveis: Densidade absoluta (DA) e Densidade relativa (DR), que são relacionadas com o número de indivíduos de uma espécie na amostra; Dominância absoluta (DoA) e Dominância relativa (DoR), que indicam a influência de cada espécie na comunidade em função de sua biomassa, expressa pela área basal dos indivíduos; Frequência absoluta (FA) e Frequência relativa (FR), que expressam o número de ocorrências da espécie no total de unidades amostrais alocadas; Valor de cobertura (VC), e Valor de importância (VI), que demonstram a representatividade de cada espécie na comunidade, sendo o VC, resultado da soma de DR e DoR, e o VI, resultado da soma de DR, DoR e FR. Para os cálculos dos descritores estruturais e

qualitativos da vegetação foi utilizado o aplicativo Mata Nativa 2.10 Copyright 2001 – 2007 Cientec.

Figura 2. Localização das parcelas para o levantamento fitossociológico pontos em azul.
Figure 2. Localization the plots allocated to the posing phytosociological blue points.

2.3. Determinação da biomassa das folhas

As variáveis dendrométricas independentes utilizadas para estimativa da biomassa foram circunferência na altura do peito (Cap), altura total de cada árvore (ht), diâmetro de copa (dc) e altura do ponto de inversão morfológica (hm). Para mensuração da circunferência foi utilizada uma fita métrica e medido os troncos das árvores a altura de 1,30 m do solo, a altura total e o ponto de inversão morfológico foram medidos com o auxilio de um hipsômetro, para o diâmetro de copa foi calculado a média simples da medida em cruz do tamanho da copa de cada árvore com auxilio de uma fita métrica. As árvores em que foram extraídas as folhas receberam tarjetas de metal numeradas, estas árvores foram escolhidas de acordo com a sequência da extração (poda) dos agricultores no momento em que estes faziam seu trabalho de exploração das folhas de guamirim e pitangueira sem interferir no processo de extração dos mesmos, pois observou-se que durante este trabalho a poda das folhas ocorreram com a retirada parcial dos galhos das árvores, com diferentes quantidades do total de galhos deixando parte das folhas para regeneração da árvore. A extração das folhas ocorre durante os meses de fevereiro e março de 2010. As amostras foram secas em estufa, a 70º C durante quatro dias para perda da umidade e pesadas com o auxilio de uma balança de precisão com quatro casas decimais.

2.4. Ajuste das equações alométricas

A base de dados do ajuste das equações para estimativa da biomassa das folhas foi obtido pela pesagem das folhas de 11 árvores de guamirim e mais 12 de pitangueira, somando 23

árvores exploradas pelos agricultores com poda seletiva. Sendo as árvores escolhidas de forma aleatória. Foram ajustadas as equações de regressão tendo como variável dependente a biomassa em kg/árvore das folhas e as variáveis independentes, altura total (ht), diâmetro de copa (dc), circunferência a altura do peito (Cap), altura do ponto de inversão morfológica (hm), que corresponde à distância vertical entre o nível do solo e a primeira bifurcação, galho de grande porte ou tortuosidade (FINGER, 1992). O ajuste das equações para estimar a biomassa foi feito pelo método dos mínimos quadrados, utilizando o pacote Microsoft Office Excel 2003. Para o método Stepwise utilizou-se o software estatístico SPSS. Para a escolha das melhores equações de regressão foram adotados os seguintes critérios estatísticos: maior coeficiente de determinação ajustado (R 2 aj), menor erro padrão da estimativa (Syx%), maior estatística F e melhor distribuição gráfica dos resíduos.

3. Resultados e discussão

3.1. Levantamento Fitossociológico

Ao todo foram mensurados, no levantamento 987 indivíduos em 24 parcelas de 500 m² com uma densidade absoluta de 822,5 indivíduos/ha, onde foram identificados 83 espécies sendo 9 apenas a nível taxonômico de gênero. No trabalho realizado por Silvestre (2009) para o município de Guarapuava – PR foram registrados 557 indivíduos/ha, distribuídos em 65 espécies. A diferença no número de indivíduos pode estar relacionada ao tamanho da área amostral que foi maior neste levantamento. Silvestre (2009) encontrou no município de Boa Ventura de São Roque- PR, 1422 indivíduos/ha de 49 espécies. A maior densidade de indivíduos se justifica devido ao fato de o trabalho ter sido feito em uma única área com certo nível de conservação e em regeneração, já neste estudo foi realizado em várias áreas espalhadas pelo município com diferentes estados de conservação. Observou-se uma grande variação entre as parcelas, com ocorrência de 42 indivíduos/ha a 156 indivíduos/ha. Isso se deve a diferença de exploração do terreno onde se encontram as parcelas, em que houve ocorrência da atividade madeireira e que ainda hoje são usadas para pecuária. Das 43 famílias identificadas, as que mais se destacaram foram Myrtaceae com 22 espécies, Lauraceae 09 e Asteraceae, Aquifoliaceae, Meliaceae, Salicaceae e Sapindaceae com 3 espécies.A análise da estrutura horizontal, revelou que as 5 espécies com maior Valor de Importância (IVI%) foram: *Araucariaangustifolia* (11,14), *Ocotea porosa* (9,17), *Campomanesia xanthocarpa* (6,47), *Myrcia guianensis* (4,82), e *Ilex paraguariensis* (3,81). Para estas espécies, os fatores que mais contribuíram em relação DR, FR, DoR, pode ser visto na (Figura 3). Essas espécies juntas contribuíram com 35,41%, nas duas primeiras espécies nota-se que além do número de indivíduos a área basal é um fator determinante para os maiores valores de importância.

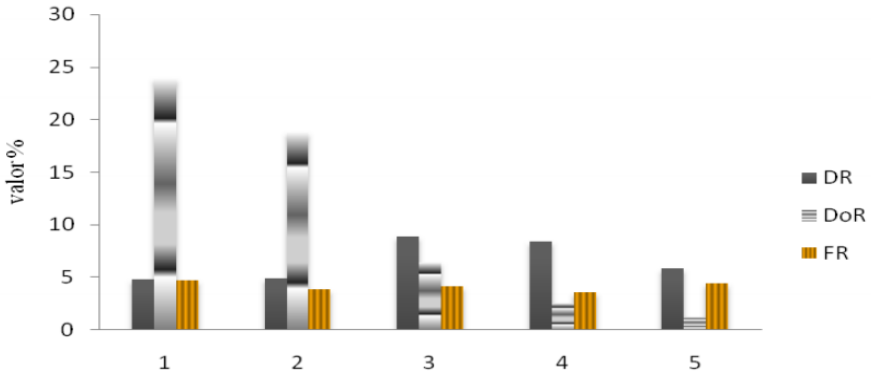


Figura 3. Valor percentual de Dominância, frequência e densidade para as cinco espécies com maior VI%. 1: *Araucaria angustifolia*; 2: *Ocotea porosa*; 3: *Campomanesia xantocarpa*; 4: *Myrcia guianensis*; 5: *Ilex paraguariensis*.
Figure 3. Percentage of dominance, frequency and density for five species with greater VI%. 1: *Araucaria angustifolia*; 2: *Ocotea porosa*; 3: *Campomanesia xantocarpa*; 4: *Myrcia guianensis*; 5: *Ilex paraguariensis*.

Para a pitangueira e o guamirim o número de indivíduos e a ocorrência nas parcelas foram menores e como essas árvores apresentam áreas basais menores seus valores de importância aparecem em décimo terceiro na lista para pitangueira com maior contribuição do número de indivíduos para sua colocação e quadragésimo sexto para o guamirim apresentando-se com poucos indivíduos de áreas basais pequenas (Figura 4).

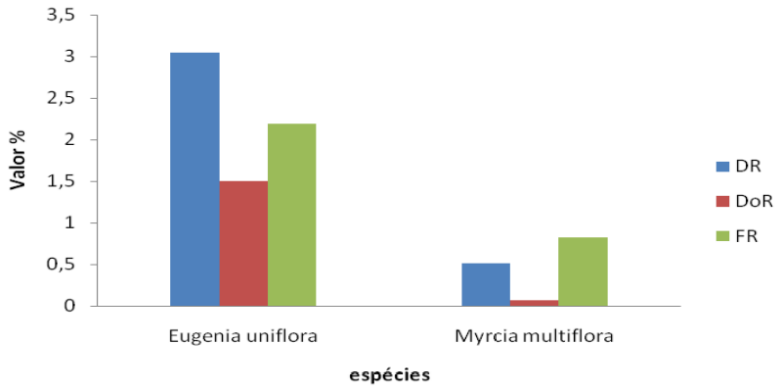


Figura 4. Valor percentual de dominância, frequência e densidade para pitangueira e guamirim.
Figure 4. Percentage of dominance, frequency and density for pitangueira and guamirim.

A floresta estudada apresentou uma densidade absoluta de 822,5 indivíduos/ha, as espécies *Campomanesia xanthocarpa* com 73,33 ind./ha, *Myrcia guianensis* com 69,17 ind./ha, *Ilex paraguariensis* com 48,33 ind./ha, seguidas de *Ocotea porosa* 40,00 ind./há, *Araucaria angustifolia* que apresentou 39,17 ind./ha e *Cedrela fissilis* 13,64 ind./ha. Além disso, nesse estudo observou-se que mesmo havendo uma exploração da *Araucaria angustifolia* e da *Ocotea porosa* algumas parcelas apresentaram-se conservadas, mantendo o número de indivíduos destas espécies, também é possível notar o adensamento da Erva-mate entre as outras espécies devido ao seu valor comercial. Watzlawick et al. (2005), em General Carneiro/PR, em sua análise de estrutura horizontal constatou que *Ocotea porosa* representava 12,95% do VI e a *Araucaria angustifolia* 12,45%, por apresentarem grandes diâmetros, o que aumentou o parâmetro de dominância desses indivíduos. O mesmo foi observado nesse estudo em relação à *Araucaria angustifolia* com 11,14% e *Ocotea porosa* 9,17%. Esses valores podem indicar que devido à ausência de indivíduos de classes de diâmetros menores essas duas espécies podem estar sofrendo a falta de regeneração, pois não apresenta indivíduos novos, o que pode causar a diminuição dos indivíduos da espécie no futuro. A floresta estudada apresentou elevada diversidade, com valor do índice de Shannon igual 3,71 nats./ind. Watzlawicket al. (2005) encontraram valor de Shannon de 3,26 nats/ind em FOM, considerando uma distribuição mais uniforme do número de indivíduos em relação ao número de espécies, utilizando diâmetro de inclusão igual ou superior a 10 cm. Silvestre (2009) encontrou índices de Shannon de 3,3 nats/ind. em área de FOM em Guarapuava-PR utilizando DAP≥5 cm. Com o levantamento fitossociológico observou-se

que o guamirim e a pitangueira encontram-se distribuídos entre as parcelas e há uma ocorrência maior de pitangueiras em relação ao guamirim.

3.2. Matriz de correlação para estimativa de biomassa da pitangueira e guamirim

A matriz de correlação simples é utilizada como uma ferramenta para medir o grau de associação entre vários valores diferentes dispostos em colunas onde se encontram presentes as variáveis independentes associadas às variáveis dependentes da biomassa das folhas. As variáveis independentes utilizadas Cap, ht, hm, dc foram utilizadas por esperar que estas influenciem diretamente a quantidade de biomassa das folhas. Com a matriz é possível verificar quais das variáveis independentes tem maior relação com a variável biomassa. A matriz de correlação entre as variáveis independentes Cap, ht, hm, dc, está presente na tabela 1.

Tabela 1. Matriz de correlação entre as variáveis dependentes e independentes dos modelos de equação de regressão.
Table 1. Correlation matrix between dependent and independent variables of the regression models.

Variáveis	Biomassa guamirim + pitanga	Biomassa pitanga	Biomassa guamirim
Hm	0,58**	0,77**	0,36
Cap	0,65**	0,62**	0,76**
Dc	0,32	0,43	0,18
Ht	0,28	0,30	0,12

** correlação de Pearson a nível de 0,01.

Ao comparar a biomassa da pitangueira junto à biomassa do guamirim com as biomassas individuais de cada uma delas notou-se maior relação para as variáveis considerando as espécies separadamente. As variáveis independentes que apresentaram correlação para biomassa e óleo foram Cap e Hm. Silva (2010) encontrou correlação abaixo de 0,8 para folhas utilizando as mesmas variáveis, considerando que a biomassa das folhas é uma variável dependente difícil de ser estimada devido à variabilidade da sua composição que é alterado por fatores de competição por luz, tipo de copa, disponibilidade de nutrientes, água e genética dos indivíduos. Ao analisar a correlação das variáveis das folhas esta encontra valores abaixo de 0,70, indicando a dificuldade que as variáveis têm em se correlacionar com a biomassa das folhas.

3.2.1. Ajuste das equações para estimativa da biomassa das folhas

Quando ajustadas as equações para biomassa das folhas das árvores de guamirim e pitangueira, com objetivo de aumentar o número de amostras, notou-se um maior erro padrão (Syx%) além de um menor coeficiente de determinação ajustado (R^2aj) e muitas variáveis, tornando pouco eficientes os modelos ajustadospara estimativa de biomassa. Socher (2004) trabalhando com várias espécies encontrou valores melhores para R^2aj 0,70 e maior Syx% 62 não considerando um bom ajuste em suas equações. Os baixos valores encontrados estão relacionados às podas seletivas utilizadas pelos agricultores, pois apresentam quantidades diferentes de retirada da biomassa para cada árvore, além do fato de serem utilizadas duas espécies diferentes.

Durante a exploração das folhas das árvores pode-se analisar que três árvores de pitangueira e oito de guamirim, totalizando onze árvores tiveram uma retirada total das

folhas. A partir destas árvores foi possível ajustar melhor as equações para biomassa das folhas, obtendo-se um melhor ajuste da equação pelo método Stepwise com R^2aj 0,86 e Syx% 20,09 e um ajuste para Cap com R^2aj 0,68 e Syx% 30,97. Para as espécies separadas não foi possível utilizar somente as árvores que tiveram quase cem por cento da biomassa das folhas extraída devido ao baixo número de indivíduos que restaram dos dados coletados. Para as doze árvores de pitangueira utilizadas na modelagem da biomassa expressaram um melhor ajuste com R^2aj 0,72 e menor Syx% 37,11.Valerioet al. (2007) ajustaram equações para estimar a biomassa das folhas da uva do Japão e encontram uma equação com R^2 aj de 0,9075 e Syx% de 22,58.Os valores maiores encontrados neste trabalho podem estar relacionados ao fato do ajuste da equação ser baseado na exploração das folhas pelos agricultores onde não era retirado todas as folhas das árvores de pitanga o que gerou variações na biomassa das folhas.Ao contrário deste, os trabalhos citados acima foram feitos a partir de métodos destrutivos com a retirada total das folhas.

4. Conclusões

As famílias mais abundantes foram Myrtaceae 22 espécies e Lauraceae 9 espécies. Turvo-PR apresenta uma grande diversidade de espécies com um elevado índice Shanon 3,71nats/indivíduos.

A melhor equação ajustada para biomassa das folhas foi $P=3,00+12,47.Cap^2.dc$ com R^2aj 0,86 e Syx% 20,09. As equações ajustadas para biomassa das folhas do guamirim apresentaram ajustes menores comparados ao da pitangueira para R^2, contudo, o Syx% foi menor devido à biomassa seca média ser maior.

Para as equações alométricas aconselha-se o uso de mais indivíduos e, se possível, a retirada total das folhas das árvores e a utilização da variável Cap, pois é de fácil mensuração, e para grandes quantidades, torna-se mais viável.

Referências Bibliográficas

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo: EMBRAPA-CNPF; Brasília: EMBRAPASPI, 1994. p.70-78.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. EMBRAPA Rio de Janeiro, 2006. 2 ed. 306 p.

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Divisão Territorial do Brasil e Limites Territoriais. Brasília, DF, 2008.

MINEROPAR – SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E DO TURISMO MINERAIS DO PARANÁ S.A. **Projeto riquezas minerais avaliação do potencial mineral e consultoria técnica no município de Turvo** - RELATÓRIO FINAL,Curitiba, 2002, p.76.

SILVA, N. C. C. Estudo **comparativo da ação antimicrobiana de extratos e óleos essenciais de plantas medicinais e sinergismo com drogas antimicrobianas.** 2010. 67 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral e Aplicada) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo.

SILVESTRE, R. **Comparação da florística, estrutura e padrão espacial em três fragmentos de floresta ombrófila mista no estado do Paraná.** 2009. 79p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

SOCHER L. G**. Dinâmica e Biomassa aérea de um trecho de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no Município de Araucária, Paraná**.. 2004. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

VALERIO, A. F.; WATZLAWICK, L. F.; SANTOS, R. T. dos; SILVESTRE, R; KOEHLER, H. S. Ajuste de modelos matemáticos para estimativa dos distintos componentes de uva do Japão (HoveniadulcisThund). **Ambiência**, Guarapuava, v.3, n.3, p.325-336, set/dez. 2007.

WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C. R.; VALERIO, A. F.; SILVESTRE R. **Caracterização da Composição Floristica e Estrutura de uma Floresta Ombrofila Mista, no município de General Carneiro (Pr).** Guarapuava - Irati. Julho/dezembro 2005.Ambiência. v.1, n. 2, p.229-237.

8.12 TRABALHOS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS E SILVIPASTORIS

Desenvolvimento de *Eucalyptus grandis* em um sistema silvipastoril na Região Sudoeste do Paraná

1. *Eucalyptus grandis* development in a silvopastoral system in the Southwest Region of Paraná

Aline Delfino Germano[1]
Sandra Mara Krefta[1]
Luana Maria dos Santos[2]
Matheus da Fonseca Silva[2]
Mayara Luma Ferreira[2]
Eleandro Jose Brun[3]
Michele de Paris[4]

1. Graduandas do curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná,Câmpus Dois Vizinhos-PR. Bolsistas do Programa de Educação Tutorial (PET) Engenharia Florestal. E-mail:germanoad@outlook.com.br, sandra_krefta@hotmail.com.

2. Graduandos do curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos-PR. E-mail: luana.dv_@hotmail.com, matheus.fonseca07@hotmail.com, mayara-luma@hotmail.com.

3. Professor, Dr. do curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos-PR, E-mail: eleandobrun@utfpr.edu.br.

4. Zooctenista, Mestranda em Zootecnia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos-PR. E-mail: micheli.deparis@gmail.com.

Resumo: Um Sistema Silvipastoril (SSP) combina pelo menos três fatores, tais como, indivíduos arbóreos, pastagens e pecuária, em uma mesma área, simultaneamente manejados, no qual objetiva-se incrementar a produtividade por unidade de área. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de *Eucalyptus grandis* em um sistema silvipastoril na região sudoeste do Paraná. Na área avaliada foram analisadas seis linhas simples de plantio, com idade de 4 anos, em espaçamento de 25 x 2 metros. Aquantidade de árvores foi variável entre as linhas. Mensurou-se variáveis quantitativas e qualitativas de dez indivíduos de cada linha, sendo essas o DAP, altura total, área de copa, tortuosidade do tronco, vigor e mortalidade. Posteriormente, os dados foram analisados, chegando-se a uma altura total de14,2 m, DAP de 15,1cm, altura de copa 2,9m, diâmetro de copa de 5,3 m e área de copa 25,6m². O volume foi de 12,4 m³/ha, com área basal de 1,48m²/ha. A mortalidade média foi de 23,3%, o vigor predominante foi médio e a tortuosidade mais encontrada foi levemente torto. Todavia, o sistema está em boas condições, sendo necessárias intervenções para a melhora do sistema, tais como reposição de falhas, desrama e maior controle de formigas cortadeiras.
Palavras-chave: Sistemas Agroflorestais, eucalipto, gado leiteiro.

Abstract: The Silvopastoral (SSP) system is the combination of three factors, such as individual trees, pastures and livestock in the same area, simultaneously managed, which aims to increase the productivity per unit area.This study aimed to evaluate the development of *Eucalyptus grandis* in a silvopastoral system in the Southwestern region of Paraná. In the studied area were analyzed six simple lines of planting, with ageof 4 years, with spacing of 25 x 2 meters. The amount of trees varied according to the size of each row.Were measured quantitative and qualitative variables of ten individuals of each line, being DAP, total height, crown area, tortuosity of stems, vigor and mortality. The average data were obtained with height of 14.2 m, DAP of 15.1 cm, crown height 2.9 m, crown diameter of 5.3 m and crown area of 25,6 m². The volume was 12.4 m³/ha and basal area of 1.48m²/ha. The mean mortality was 23.3%, the predominant vigor was medium and the tortuosity was slightly crooked. However, the system is in good condition, being required interventions for system improvement, like replanting, pruning and the control ofcutting ants.
Keywords: Agroforestry systems, Eucalyptus, dairy cattle.

1. Introdução

Ao compatibilizar a produção florestal com a produção agropecuária, os sistemas agroflorestais despertam interesse na população, uma vez que, com esse tipo de sistema, os altos custos envolvidos na implantação e manutenção de florestas são reduzidos e a necessidade de condução de empreendimentos de modo mais harmônico com o ambiente é atendida (Macedo et al., 2001).

O sistema silvipastoril é uma modalidade de sistemas Agroflorestal, integra a produção pecuária utilizando a combinação intencional de árvores, pastagens e gado em uma mesma área, sendo manejada de forma integrada, têm como objetivo incrementar fatores econômicos e otimizar a área de produção (Carvalho e Xavier, 2005).

O reconhecimento dos benefícios dos Sistemas Agroflorestais, principalmente dos sistemas silvipastoris, ainda está em andamento no Brasil, no entanto, a utilização desses sistemas ainda é baixa em relação aos últimos 15 anos a 20 anos, necessitando-se uma maior geração de informações sobre seus benefícios socioeconômicos e ambientais (Silva, 2012). Segundo Carvalho e Xavier (2005), o sistema silvipastoril permite intensificar a produção e o manejo de forma integrada dos recursos naturais, minimizando os impactos da degradação.

O primeiro grande desafio para o estabelecimento com sucesso de sistemas silvipastoris é a definição das espécies a serem utilizadas. A escolha do componente arbóreo-arbustivo para a introdução no sistema deve ser feita principalmente com base no tipo de exploração pretendida. Na escolha da espécie arbórea a ser implantada devem ser levadas em consideração a sua adaptação às condições locais, deve-se optar por aquela que possui crescimento rápido, que dentro de um ou dois anos já tenham posicionado suas copas acima do alcance dos animais, com diâmetro suficiente para que sejam minimizados possíveis danos mecânicos (Paciullo, 2006).

Observando-se esses critérios, percebe-se que o gênero Eucalyptus consegue desempenhar bem diversas funções em um sistema silvipastoril, sendo que o mesmo se adapta fácil e seu crescimento é rápido e lucrativo, sendo que, além disso, o Eucalipto é uma importante referência para plantios comerciais (Ribaskiet al., 2005).

Com base nesses preceitos, objetivou-se avaliar, no presente trabalho, o desenvolvimento de *Eucalyptus grandis* em um sistema silvipastoril na região sudoeste do Paraná.

2. Metodologia de trabalho

2.1 Descrição da Área de Estudo

O presente trabalho foi realizado em um Sistema Silvipastoril localizado em uma propriedade rural do interior do município de Dois Vizinhos, região Sudoeste do Paraná. Essa área encontra-se situada entre as coordenadas 25°76’07” de latitude Sul e 53°03’15” de longitude Oeste de Greenwich, com altitude de 519 m em relação ao nível do mar (Figura 1).

Figura 1. Delimitação da Área do Sistema Silvipastoril usado para coleta de dados.
Fonte: Google Earth (2014).

O clima da região, segundo a classificação de Koppen, atualizado em Alvarez et al. (2013),é do tipo Cfa (subtropical úmido mesotérmico), sendo caracterizada por ter verões quentes, com temperaturas superiores à 22°C, e invernos relativamente frios, onde as temperaturas podem chegar a ser inferiores a 18°C. Geadas são pouco frequentes e a época com maior pluviosidade é no verão, mas as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, com média entre 1900 a 2200 mm/ano (Iapar, 2010).

Conforme Embrapa (2006), o solo predominante da região é o Latossolo Vermelho Distroférrico típico de textura argilosa, com coloração vermelha acentuada, em função dos altos teores de óxidos de ferro. Este solo é caracterizado também pela presença de blocos e poros em sua estrutura, sendo formado em substrato de derrame basáltico antigo. De acordo com Bognola et al. (2011) esse tipo de solo normalmente é profundo, bem drenado e friável a muito friável.

2.2. Histórico da Área

Com base nas informações fornecidas pelos proprietários do local, a área foi implantada no ano de 2010, tendo sido usada, anteriormente,por cerca de 15 anos, para a produção de culturas anuais. Na implantação do sistema silvipastoril foram utilizadas mudas de *Eucalyptus grandis* de origem seminal, provenientes do viveiro da região.

As mudas foram plantadas em linhas simples, espaçamento 25 m x 2 m. Em função de alguns replantios ocorridos posteriormente, evidencia-se que a maior parte do plantio apresenta idade de quatro anos e outra parte é mais recente, com 2 a 3 anos (replantio), ocorrendo também mortalidade devido ao ataque de formigas cortadeiras. Nas entrelinhas, durante o ano (no verão e no inverno) são empregadas pastagens de *Cynodon* sp., *Pennisetum glaucum* e *Sorghum bicolor*, sendo que as sementes destes são procedentes de agropecuárias do próprio município. Esse sistema envolve a produção de leite com vacas das raças Jersey e Holandesas, numa lotação aproximada de 8 cabeças por hectare.

As parcelas experimentais foram formadas por 6 linhas de 33 árvores, totalizando em 198 árvores, com 25 m de espaçamento nas entrelinhas e 2 m entre indivíduos arbóreos. No plantio, as linhas foram orientadas no sentido leste-oeste, afim de permitir maior luminosidade às culturas consorciadas. A cada plantio das espécies forrageiras dentro do sistema são realizadas aplicações de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio)+ureia em

cobertura, bem como roçadas para uniformização do crescimento da pastagem e controle do sistema de pastejo.

2.3. Levantamentos de Dados

Para asmensurações, foram utilizados alguns equipamentos comoo Hipsômetro Vertex IV, trena, fita métrica e uma planilha de anotações. Os parâmetros avaliados nos indivíduos arbóreos em cada parcela foram: Circunferência na altura do peito (CAP), altura total (H), altura de copa (Hc), diâmetro de copa (Dc), vigor e tortuosidade do tronco.

A circunferência à altura do peito (CAP) foi obtida com o auxílio de uma fita métrica, em centímetros, a uma altura de 1,30 m do solo, para posterior realização do cálculo do diâmetro a altura do peito (DAP).

Já quanto à determinação de altura total (Ht), que corresponde a distância em metros do solo até o topo da árvore, foi utilizado o aparelho Hipsômetro Vertex IV. Aobtenção da Altura de copa (Hc)ocorreu, medida em metros, desde o solo até a parte onde a copa começa a ficar bem estruturada, também com o uso de hipsômetro Vertex IV.

Para a obtenção do diâmetro de copa (Dc), com o auxílio da trena, mediram-sedois diâmetros de copa equidistantes 90º entre si.

Por fim, analisaram-se duas variáveis discretas, sendo elas: tortuosidade do tronco e vigor. Para a análise de tortuosidade, utilizou-se critérios, onde a árvore recebia valor 1, quando seu tronco era reto, 2, para árvores com tronco levemente torto, 3 medianamente torto, 4 tortos e 5 extremamente torto. Para análise de vigor, observou-se os critérios da Tabela 1.

Tabela 1 - Critérios usados para determinação do vigor dos indivíduos arbóreos.

	Intensidade	Denominação	Característica
Vigor	1	Baixo	Ocorrência severa de manchas foliares, sinais de pragas e doenças.
	2	Médio	Ocorrência mediana dos problemas citados.
	3	Alto	Sem ocorrência ou com ocorrência mínima dos problemas citados.

2.4. Processamentos dos Dados

Posterior à coleta de dados, os mesmos foram tabulados em planilhas no Software Microsoft Office Excel® e processados no mesmo. Para o cálculo do (DAP) diâmetro a altura do peito (cm) foi utilizado o seguinte modelo (Equação 1):

$$DAP = \frac{CAP}{\pi} \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Sendo: DAP: diâmetro à altura do peito (cm); CAP: circunferência à altura do peito (cm).

Para o cálculoda Área Basal (G) (m²/ha) foi determinado da seguinte maneira (Equação 2):

$$G = \Sigma\, gi * F \qquad \text{(Eq. 2)}$$

Sendo:gi: área transversal de cada árvore; F: fator de proporcionalidade.

Para efetuar o cálculo do Volume (V) (m³/ha) utilizou-se a fórmula (Equação 3):

$$V = \Sigma vi * F \qquad \text{(Eq. 3)}$$

Sendo: vi: volume de cada árvore estimado por fator de forma 0,45; F: fator de proporcionalidade.

3. Resultados e discussão

Pode-se observar, através da Tabela 2, que as árvores presentes no povoamento apresentaram uma grande diferença entre os valores mínimos e máximos para as variáveis diâmetro à altura do peito, altura total, altura de copa, diâmetro de copa e consequentemente área de copa. Além disso, evidenciou-se que os coeficientes de variação apresentaram valores altos, sendo que nenhum deles resultou em uma variação menor que 30%.

Tabela 2 – Valores médios, mínimos e máximos das variáveis dendrométricas e morfométricas de árvores de *Eucalyptus* sp. com quatro anos de idade em um sistema silvipastoril em Dois Vizinhos, Paraná.

Variável	Mínimo	Máximo	Média Geral	CV%
DAP (cm)	1,69	30,33	15,12	40,31
h (m)	1,9	25,5	14,2	40,64
hc (m)	0,5	6,7	2,9	57,80
dc (m)	0,95	9,30	5,25	39,23
ac (m²)	0,71	67,92	25,62	64,09

Onde: DAP = diâmetro à altura do peito; h = altura total; hc = altura comercial; dc = diâmetro de copa; ac = área de copa.

Esse fato ocorreu em função de que não existe uma homogeneidade de indivíduos dentro de cada linha, fazendo dessa maneira que todo o povoamento fique constituído por árvores muito desiguais. Aliado à isso, a presença de árvores com diferentes idades (replantio) também resultou em uma grande variação dos resultados.

Araújo et al. (2011), ao analisarem as características dendrométricas do *Eucalyptus urophylla* em um sistema silvipastoril em Barbacena (MG), constataram que nessa situação as árvores chegaram a atingir 4 m de altura, 6 cm de diâmetro à altura do peito e 4 m de diâmetro de copa aos 2 anos de idade. Esse fato mostra que mesmo com as condições adversas que ocorreram no sistema estudado, as plantas estão apresentando bom desempenho sendo que aos 4 anos já alcançam a média de 15,2 cm de diâmetro à altura do peito, 14,2 m de altura total e 9,3 m de diâmetro de copa.De acordo com Caldeira et al., (1996) essas diferenças também podem ocorrer em função qualidade de sítio, grau de competição e condições biológicas, edáficas e climáticas.

Com relação à altura de copa, percebeu-se que a média encontrada para a mesma foi baixa, o que provavelmente indica a necessidade de desrama nos indivíduos arbóreos, pois dessa maneira o comprimento do fuste livre de nós irá aumentar, o que resultará em uma melhora na qualidade da madeira. Cabe ressaltar ainda que o processo de desrama em sistemas que integram árvores e pastagens é essencial não só para o desenvolvimento do componente arbóreo, mas também para o desenvolvimento das gramíneas, uma vez que estas são altamente exigentes quanto a luz (Wendling, 2011).

Analisando a Tabela 3, pode-se observar que na Linha 1 foram encontrados os maiores valores de volume e área basal, com 41,2 m³/ha e 4,30 m²/ha, respectivamente. Isso se deve ao fato de que essa linha é localizada na parte mais baixa do terreno, o que lhe garante maior luminosidade e também maior disponibilidade de água e nutrientes que tendem a se acumular neste local.

Considerando a Linha 2, pode-se observar que ela obteve os menores valores de volume (2,25 m³/ha), área basal (0,55 m²/ha) e obteve o maior valor de mortalidade (80%). Isso pode ser explicado pelo fato de que essa linha ser a mais nova entre as demais, tendo sido replantada em função de ataque severo de formigas na mesma e também de dados pelos

animais em pastejo, o que explica o grande índice de mortalidade. Para que o plantio tenha sucesso, se faz necessário que ocorre um eficiente controle de formigas cortadeiras, principalmente nos locais de ataques mais severos.

Tabela 3: Volume (V), área basal (G) e mortalidade apresentados para diferentes linhas de *Eucalyptus grandis* com 4 anos de idade que compõem um sistema silvipastoril no município de Dois Vizinhos, Paraná.

Linha	V (m^3/ha)	G (m^2/ha)	Mortalidade (%)
1	41,24	4,30	20
2	2,25	0,55	80
3	6,87	0,85	0
4	5,41	0,77	30
5	7,50	1,04	0
6	10,93	1,36	10
Média	**12,37**	**1,48**	**23,33**

As demais linhas apresentaram resultados de volume, área basal e mortalidade relativamente semelhantes. São linhas onde as mortalidades foram mais baixas e, tanto o volume quanto a área basal apresentaram certa normalidade e homogeneidade entre os indivíduos.

Ainda com base naTabela 3, pode-se perceber que o volume médio encontrado para as árvores de eucalipto foi de 12,37 m^3/ha e a área basal de 1,48 m^2/ha, foram influenciados pelos menores valores obtidos com as linhas menos desenvolvidas, o que mostra que o manejo adequado das árvores pode resultar em volumes maiores, e fazer a produção aumentar, como pode ser observado para a Linha 1, que pode ser considerada uma testemunha do potencial do sistema em produzir mais madeira com o mesmo número de plantas e com o mesmo espaçamento, sendo que para isso melhores técnicas silviculturais devem ser aplicadas, tais como mudas de qualidade genética superior, controle mais intensivo de formigas cortadeiras, proteção das plantas contra danos causados pelos animais em pastejo, adubação e outros cuidados silviculturais diversos.

Na Figura 2 é possível analisar a distribuição dos diferentes níveis de vigor e tortuosidade dos indivíduos estudados. Em relação ao vigor, a espécie apresentou, em maior parte, médio vigor (42%), ocorrendo também elevado índice de vigor baixo (30%). Isso se explica devido à grande ocorrência de ataque de formigas cortadeiras e também a falta de outras práticas silviculturais importantes, principalmente o plantio de mudas de maior grau de melhoramento genético e com adubação adequada no plantio e de reposição.

As árvores apresentaram-se levemente tortuosas em sua maioria, correspondendo a 43% do total. Isso se deve ao fato de que o espaçamento entre as linhas ser grande. De acordo com Macedo et al. (2006), que encontraram uma média de algum nível de tortuosidade de 91% entre 4 diferentes clones de Eucalipto, avaliaram que esse fator pode variar dentro de uma espécie em função de sua procedência, porém esta é essencial para determinar a qualidade da madeira. Ainda conforme Matos (2002), a tortuosidade está intrinsecamente relacionada ao grau de competição, sendo que espécies submetidas aos espaços menores e com maior competição tende ao apresentar fuste menos torto.

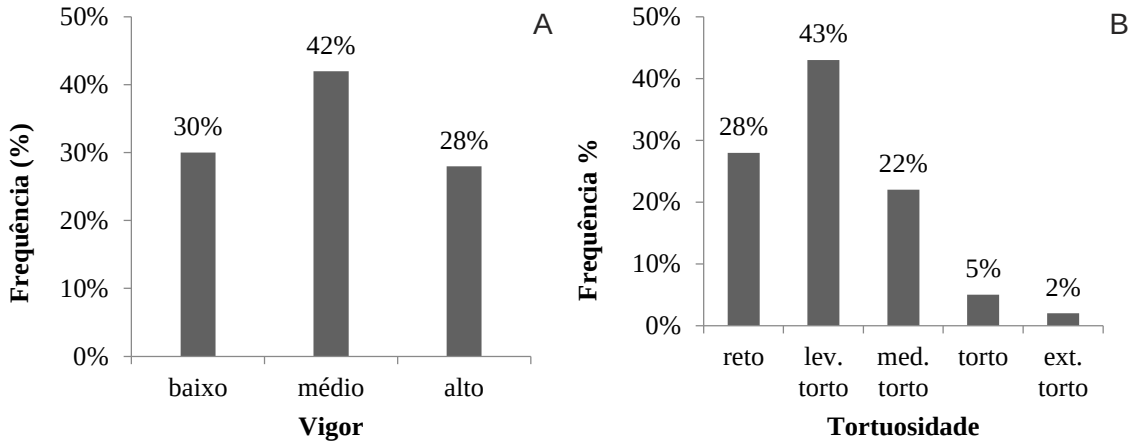


Figura 2 – Frequência relativa de A) vigor e B) tortuosidade (sendo: lev= levemente; med= medianamente; ext= extremamente) para árvores de *Eucalyptus grandis* presentes em um sistema silvipastoril em Dois Vizinhos, Paraná.

4. Conclusões

O sistema silvipastoril estudado é bem estruturado, contando com indivíduos arbóreos de grande porte, capazes de fornecer sombra e conforto térmico aos animais, além de madeira para comercialização, tendo grande potencial de uso na propriedade rural, mas necessitando de melhores práticas silviculturais para a sua condução.

Ocorre grande variabilidade entre os indivíduos e linhas de plantio, mesmo assim as variáveis avaliadas geram indicativo de bom desenvolvimento do sistema, que cumpre sua função ambiental no sistema silvipastoril e apresenta crescimento capaz de mostrar potencial madeireiro atual e também futuro.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, R. P. et al. Características dendrométricas do *Eucalyptusurophylla* em sistema silvipastoril com *Brachiariadecumbens* sob diferentes espaçamentos. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, Viçosa, v. 1, n.2, p. 39-44. 2011.

ALVAREZ, C. A. et al.Köppen's climate classification map for Brazil.**MeteorologischeZeitschrift,**Stuttgart, v. 22, n. 6, p.711–728. 2013.

BOGNOLA, I. et al. Caracterização dos solos experimentais com Grevillea, no Estado do Paraná. **Documento 228**. Colombo: Embrapa Florestas, n. 228, p.1-33, 2011.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Definição de sítios em povoamentos de *Pinus elliottii*Engelm. na região de Encruzilhada do Sul, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p.1-13, 1996.

CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F. Sistemas Silvipastoris para recuperação desenvolvimento de pastagens. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L.**Agroecologia: Princípios e Técnicas para uma Agricultura Orgânica Sustentável.** Brasília: Embrapa, 2005. P.499-517.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro:Embrapa, 2006, p.306.

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: 08 de dezembro 2014.

MACEDO, L. G. et al. Desempenho Silvicultural de Clones de Eucalipto e CaracterísticasAgronômicas de Milho Cultivados em Sistema Silviagrícola. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n.5, p. 701-709, 2006.

MACEDO, L. G. et al. Princípios de agrossilvicultura como subsídio do manejo sustentável. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 1/2, p. 15-26, 2001.

PACIULLO, D. S. C. et al., Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Pecuária Brasileira**. Brasília, v. 46, n. 10, p. 1176- 1183. 2011.

RIBASKI, J. et al. Sistemas Silvipastoris: Estratégias para o Desenvolvimento Rural Sustentável para a Metade Sul do Estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado técnico 150**. Colombo – PR:Embrapa: 2005.

SILVA, A. A.**Sistema silvipastoril como alternativa de manejo sustentável de pastagem para produção de leite na região central do estado de Rondônia.** 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Área de Concentração em Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2012.

WENDLING, I. J.**Produtividade e Valor Nutritivo do Capim-braquiária em sistemas Silvipastoris com eucalipto e Acácia Adubados com Nitrogênio**. 2011. 75 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2011.

8.13 TRABALHOS DE ECONOMIA FLORESTAL

Comportamento das exportações brasileiras de painéis de compensado

Behavior of Brazilian exports of plywood panel

Marcos Vinicius Mazzo[1]
Júlia Floriano da Silva[1]
Rafael Angelo Bonatto[1]
PhilipeRicardo Casemiro Soares[1]
Taciana Frigotto[1]
Danieli Regina Klein[1]

[1] Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV, Av. Luiz de Camões, 2090 – Conta Dinheiro – Lages – SC. mvmflorestal@gmail.com, juliaflorianoo@hotmail.com, raphael.bonatto@hotmail.com, philipe.soares@udesc.br, tacianafrigotto@gmail.com, drkleinn@gmail.com.

Resumo: Nesse trabalho se teve como objetivo avaliar as exportações brasileiras de painéis de madeira compensada quanto à sua concentração e desigualdade no período de 2002 a 2013. Para isso, os valores das exportações brasileiras de compensado foram obtidos no banco de dados da Organização das Nações Unidas UNCOMTRADE e deflacionados. Na sequência, foram determinados os índices de Hirschman-Herfindahl (HHI) e Gini, respectivamente como medidas de concentração e desigualdade.A dinâmica do mercado de painéis compensadosestá fortemente ligada ao cenário econômico, sendo que os fatores que ocasionaram a queda das exportações brasileiras foram à crise do Subprimee a concorrência com o produto chinês, principalmente em relação ao mercado Norte-americano. Além disso, foi possível observar que as exportações brasileiras de compensados são concentradas com alto índice de desigualdade, com grande concentração de compra de compensado pelos EUA, Reino Unido, Alemanha e Bélgica, que juntos importaram cerca de 66,1% do produto brasileiro.
Palavras-chave: mercado externo, madeira compensada, concentração, desigualdade.

Abstract. This study analyzes the Brazilian plywood exports from 2002 to 2013, verifying the degree of concentration and inequality. For this, data from Brazilian plywood exports were collected in United Nations database – UNCOMTRADE – and them deflated. To calculate the concentration and inequality index the methods of Hirschman-Herfindahl (HHI) and Gini were used, respectively. The dynamics of plywood market is strongly linked to economic situation, and the facts that caused reduction in Brazilian exports were the subprime crisis and the competition with Chinese product, especially in U.S. market. In addiction, it was observed that the Brazilian plywood exports are concentrated with high degree of inequality, specially to USA, UK, German and Belgium, that together imported about 66% of the Brazilian product.
Keywords: foreign market, plywood, concentration, inequality.

1. Introdução

O setor florestal é importante para a economia brasileira e mundial. No mundo, a área de árvores plantadas, em 2013,erade 264 milhões de hectares e representa 7% de todas as florestas globais e 22% das florestas destinadas à exploração comercial. A maior parte da área de plantios de árvores (61%) localiza-se na China, Índia e Estados Unidos. No Brasil, existiam, no mesmo ano, 7,6 milhões de hectares de árvores plantadas para fins industriais(Ibá 2014).

Considerando a área total de plantio, o Brasil, apesar de deter uma pequena parte da área de florestas plantadas, contribui anualmente com 17% de toda a madeira colhida, em decorrência da alta produtividade das plantações florestais brasileiras (Ibá, 2014).

Um dos segmentos do setor florestal é o de painéis de madeira que, segundo Mattos el al. (2008), tem apresentado forte dinamismo, no mundo e, em especial, no Brasil. A produção brasileira desses painéis, em 2005, foi de 7,7 milhões de m³, um aumento de 9,5% ao ano desde 1995.

Segundo estes mesmos autores, esse mercado vem sofrendo mudanças, em função dos seguintes fatores: busca de alternativas à madeira maciça; modernização tecnológica do parque fabril, que proporcionou a oferta de novos produtos (MDF, OSB) e a melhoria da qualidade (a evolução do aglomerado para MDP); redução dos juros e melhoria da renda, que deram forte impulso à construção civil e ao setor de móveis, ambos consumidores de painéis de madeira eda escassez de oferta de madeira (principalmente as madeiras de lei).

Para Calderon (2005), diversos fatores determinam a importância do setor de painéis de compensados para o Brasil e explicam o interesse de instituições privadas e públicas por investir nele.

O Brasil foi, em 2013, o oitavo produtor mundial de painéis reconstituídos de madeira, com pouco mais de 3% do volume total. Os maiores fabricantes de painéis são a China e os Estados Unidos. Panorama similar é encontrado no mercado de painéis compensados, no qual a China e os Estados Unidos são os principais países produtores e a produção brasileira representa 2% do volume produzido mundialmente.A produção de painéis compensados atingiu 2,3 milhões de m³, um aumento de 9,5% em relação à produção de 2012 (Ibá, 2014).

A dinâmica do mercado de painéis reconstituídos está fortemente ligada ao cenário econômico interno, no qual o aumento de renda da população brasileira e o crescimento da construção civil são fatores que impulsionaram o consumo desses produtos nos últimos anos. Por outro lado, a dinâmica do ramo de painéis compensados está ligada ao mercado externo, particularmente ao ritmo de crescimento do setor imobiliário europeu e norte-americano (Ibá 2014). Aliado a isso, destaca-se também a desvalorização do real frente ao dólar, fato que aumenta a competitividade do produto brasileiro no mercado externo.

Observada a importância do tema, este trabalho teve como objetivo avaliar as exportações brasileiras de compensado quanto a sua concentração e desigualdade nos períodos de 2002 a 2013.

2. Metodologia de Trabalho

Os valores de exportação de compensado pelo Brasil foram obtidos no banco de dados da Organização das Nações Unidas sobre o comércio de *commodities*: Uncomtrade (2013). A coleta de dados quantificou a participação de todos os países contribuintes anualmente com o comércio do produto entre o período de 2002 a 2013. Os valores nominais de exportação foram obtidos em dólar (U$), e deflacionados para obtenção dos valores reais de comércio. O ano de 2002 foi utilizado como período base para o cálculo da deflação. O ajuste destes valores foi calculado pela Equação 1.

$$VR_J = \frac{i_{base}}{i_j} \times VN_j \quad \text{(Eq.01)}$$

Em que:

VR_j = corresponde ao valor real de um determinado ano "j";

VN_j = valor nominal do ano "j";

i_j =índice de preços ao consumidor (IPC) referente ao ano "j";

i_{base} = ano base.

2.1 Medida de Desigualdade

Após obtenção edeflacionamento dos dados, foi calculado o índice de *Gini*, para obter a relação de desigualdade dos países que importam compensado do Brasil. O parâmetro da

economia é usado para medir a desigualdade em determinado tempo. Quanto mais se afastar de zero, maior será a desigualdade da quantidade comercializada importada ou exportada. O índice de *Gini* é calculado pela Equação2, apresentada por Nojimoto (1987) apud Silva et al. (1992):

$$G = 1 - \sum_{i=1}^{n} \frac{Cij+Ci}{n} \text{(Eq.02)}$$

Em que:
G = Índice de Gini;
n = Número de nações;
C_{ij} = Participação acumulativa nas exportações em ordem crescente;
C_i = Participação da nação i.

Para esta analise, utilizou-se classificação proposta por Câmara (1949) apud Silva et al. (1992), apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação do Índice de Gini
Table 1. ClassificationofGini index

Índice de Gini	Classificação
0,101 – 0,250	Desigualdade nula a fraca
0,251 – 0,500	Desigualdade fraca a média
0,501 – 0,700	Desigualdade média a forte
0,701 – 0,900	Desigualdade forte a muito forte
0,901 – 1,000	Desigualdade muito forte a absoluta

Fonte: Câmara (1949) apud Silvaet al. (1992).

2.2 Medidas de concentração

A concentração foi determinada pelo critério de Bain e o índice de Hirschman-Herfindahl. Para o cálculo destes, utiliza-se o valor sem correção, ou seja, sem estar deflacionado. Portanto, é o próprio Produto Interno Bruto nominal (PIB nominal) de cada país em determinado ano.

2.2.1 Critério de Bain

Segundo Silva et al.(1992), este critério consiste na avaliação da participação percentual dos quatro e oito maiores exportadores de compensado do Brasil. Ou seja, mostra os quatro ou oito principais países que compram o produto brasileiro. O mercado pode ser classificado a partir da adaptação de Bain (1959) apud Silva et al. (1992), apresentado na (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação de concentração de mercado pelo critério de Bain.
Table 2.Classification of the market concentration by the Brain criterion.

Tipo de Concentração	Descrição
Ia - Concentração extremamente alta	Poucos países, importação concentrada em até quatro deles
Ib - Concentração muito alta	Importação concentrada nos quatro maiores parceiros comerciais, porém há mais países com exportações relevantes
II - Concentração alta	85-90% das importações está concentrada nos oito principais parceiros, 65-75% nos quatro principais
III - Concentração moderadamente alta	Oito principais países exportam de 70-85% e os quatro maiores parceiros de 50-65%
IV - Concentração baixa-moderada	Oito principais países exportam de 45-70% e os quatro maiores parceiros de 35-50%
V - Baixo grau de oligopólio	Oito principais países exportam menos de 45% e os quatro maiores parceiros menos de 35%
VI - Atomismo	Quatro principais países exportam menos de 10% com elevado número de competidores no mercado

Fonte: Bain (1959) apud Silva *et al.* (1992).

2.2.2 Índice de Hirschman-Herfindahl

Este índice é definido por Hoffmann (2006) como a soma dos quadrados da participação de cada nação no mercado brasileiro de compensado. A Equação3 seguinte definiu o índice:

$$HHI = \sum_{i=1}^{n} y_i^2 \qquad \text{(Eq.3)}$$

No qual:
HHI = Índice de Hirschman-Herfindahl;
y_i = Participação porcentual da nação i no total das exportações.

3. Resultados e Discussão

As exportações brasileiras comprando de compensado são apresentadas na Figura 2

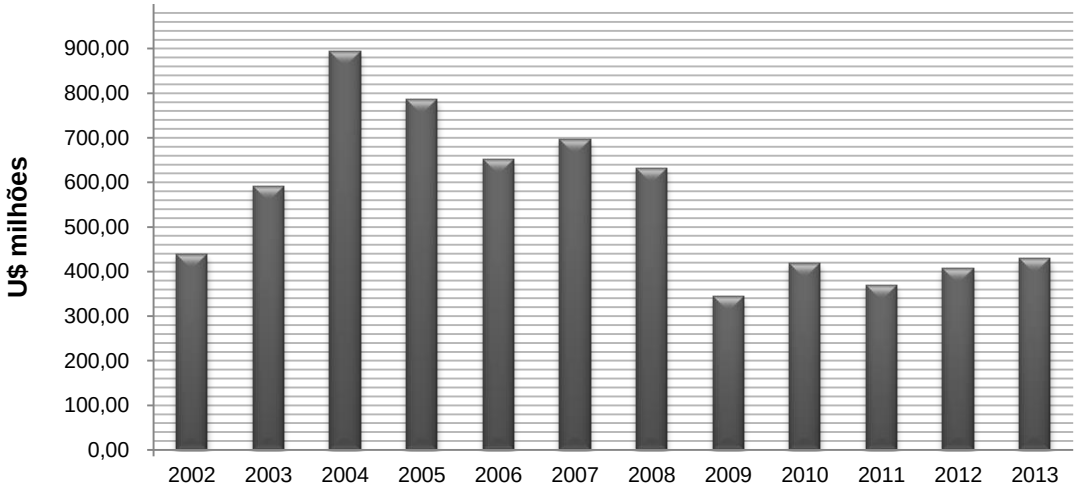


Figura 2. Exportação de compensado pelo Brasil, no período de 2002 a 2013.
Figure 2. Brazilian plywood exports between 2002 and 2013.

É clara a influência da crise nas exportações brasileiras no decorrer dos anosde 2006 a 2009. Dessa forma, considerando o abalo econômico que afetou o mercado externo nos últimos anos, as perdas sentidas principalmente no ano de 2009 foram recuperadas somente

em 2010, com algumas quedas em 2011, para que em 2012 o segmento começasse a ganhar força. As expectativas futuras, de acordo com o gráfico, apontam um aumento das exportações do Brasil e que gradativamente o mercado pode voltar a estabilidade anterior a crise.

Vale ressaltar também que além da crise que ocorreu no ano de 2009, outro fator que influenciou a queda das exportações brasileiras de compensado para o mundo foi a crescente participação da China como concorrente internacional, especialmente em relação ao mercado norte-americano, com preços altamente competitivos em vista os baixos custos de produção e os incentivos governamentais oferecidos. Isto fez com que o Brasil em 2000 passasse de 6º maior produtor de painéis compensados para 8º posição em 2011 (ABRAF, 2012).

A Tabela 3 apresenta a participação dos oito maiores países importadores de compensado brasileiro. Observa-se que ocorre uma grande concentração de compra de compensado pelos EUA, Reino Unido, Alemanha e Bélgica. Em conjunto, esses países importaram no período de 2002 a 2013, 66,1% do compensado brasileiro.

Tabela 3. Participação dos principais países compradores de compensados brasileiros no entre 2002 e 2013.
Table 3.Participation of the main buyers of Brazilian plywood between 2002 and 2013.

País	Partcipação Relativa (%)
Estados Unidos	24,8
Reino Unido	17,5
Alemanha	12,6
Bélgica	11,2
Itália	5,1
Argentina	3,3
Turkia	3,5
Irlanda	3,0
Outros	19,0
Total	100

Trabalhando com exportações brasileiras de painéis de madeira, Brasil (2002) observou a mesma participação dos EUA, Reino Unido, Alemanha e Bélgica como principais Importadores. Estes países compraram, no período de 1998 a 2000, 67,9% dos compensados brasileiros. Isto indica que com o passar do anos, mesmo com o declive de 1,8% da compra do compensado brasileiro, a importação destes países continua expressiva.

A Figura 1 mostra a variação das exportações de compensado para estes países em cada ano. Percebem-se quedas de importações por parte destes países no ano de 2009 e 2012, principalmente dos EUA. Esta baixa importação no ano de 2009, com acentuado declive de compras desde o ano de 2006, se deve a crise imobiliária financeira que se instalou na economia americana neste período e da valorização do real frente ao dólar.

No primeiro período, a queda é provavelmente justificada pela crise do ‘’subprime’’, cujos efeitos foram sentidos a partir do segundo semestre de 2008, mas as importações dos EUA sobre o compensado brasileiro já vinha diminuído em 2006. Já no segundo período de queda após 2009, foi devido a lenta recuperação da economia americana das consecutivas recessões econômicas mundiais (Centro de Inteligência em Florestas – CIFLORESTAS, 2013).

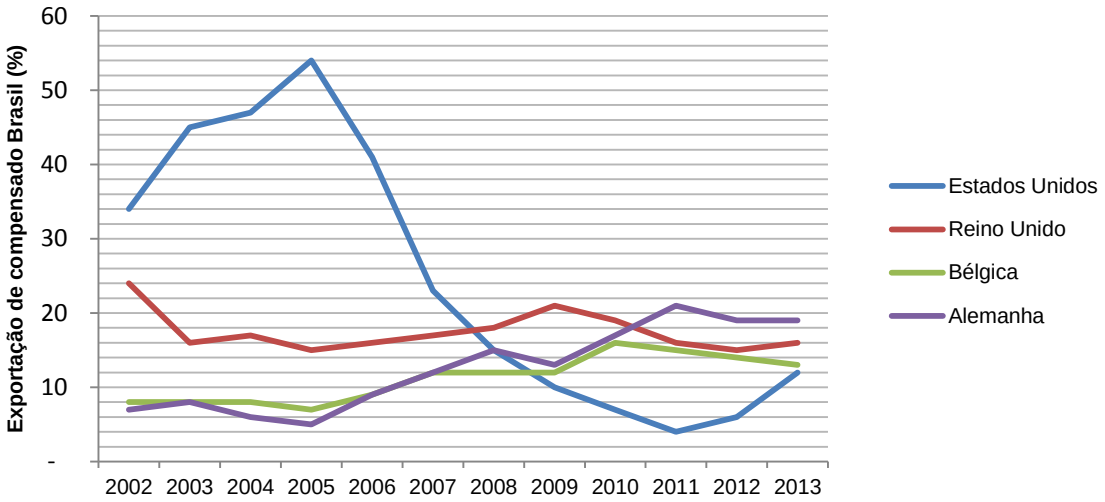


Figura 1. Principais importadores de compensado do Brasil, período entre 2002 e 2013.
Figure 1.Main plywood importers from Brazil between 2002 and 2013.

Dando ênfaseà valorização do real, no período entre 2007 e 2009, fez com que a Alemanha e a Bélgica diminuíssem suas importações do Brasil,já que para este fim não é vantajoso comprar nossos produtos quando a taxa de câmbio apresentar esta situação.

As medidas de concentração e desigualdade das exportações brasileiras de compensado estão representadas na Tabela 4.

Tabela 4. Medidas de concentração e desigualdade das exportações brasileiras de compensado, no período de 2002 a 2013.
Table 4. Concentration and inequality degree of Brazilian plywood exports between 2002 and 2013.

Ano	Participação dos 4 maiores parceiros (%)	Participação dos 8 maiores parceiros (%)	HHI	G	nº países
2002	74	86	0,1931	0,935	86
2003	78	88	0,2494	0,941	88
2004	79	89	0,2670	0,945	88
2005	80	89	0,3184	0,940	81
2006	74	85	0,2134	0,939	91
2007	64	78	0,1179	0,925	101
2008	60	75	0,1002	0,915	95
2009	57	76	0,0991	0,910	92
2010	59	73	0,1043	0,903	82
2011	58	74	0,1068	0,902	82
2012	54	69	0,0935	0,898	86
2013	60	73	0,1016	0,900	83

Segundo a classificação de Bain (1959) apud Silva et al. (1992) disponível na Tabela 1,adaptada para este trabalho, o mercado brasileiro apresentou uma concentração moderadamente alta a alta, para a exportações de compensado. Isto significa que os

principais parceiros importadores de compensado do Brasil durante o período estudado, concentram-se em quatro países, porém em alguns anos os consumidores aumentavam em número e esta concentração diminuía, fazendo com que esta concentração passasse de alta para moderadamente alta.Em relação ao índice de concentração de Hirschman-Herfindahl (HHI), para exportação de compensado nacional no período de 2002 a 2013 apresentados na tabela 3, oscilou pouco e apresentou queda mesmo com valores baixos (maioria entre 0,1 e 0,2). A queda do HHI implica uma expansão das exportações brasileiras no mundo, visto que o índice tende a aumentar quando o número de países diminui.

Os valores de desigualdade medidos pelo índice de Gini para este estudo esta disponível na Tabela 4. As exportações de compensado do Brasil apresentou em geral uma desigualdade muito forte e absoluta. Significa que existe uma grande desigualdade da quantidade dos países que importam e a quantidade exportada, já que poucos países lideram as compras.

4. Conclusões

Verificou-se neste estudo que as exportações brasileiras de compensado são concentradas com alto índice de desigualdade, indicando que poucos países importam a maioria do compensado brasileiro. Notou-se que os principais compradores do produto nacional foram EUA, Alemanha, Reino Unido e Bélgica, sendo que juntos importaram no período de 2002 a 2013, 66,1% do compensado brasileiro.

A taxa de câmbio influencia na quantidade de exportações de um país. O Brasil, para o período estudado, apresentou o real valorizado frente ao euro e inibiu a exportação de compensado da Bélgica e Alemanha, além de que o mundo sofria uma crise econômica no ano de 2009,afetando também a Europa.

O estudo demonstrou que a crise no exterior de 2009 afetou diretamente as exportações de compensado no Brasil para o mercado norte-americano, porém a alta competitividade dada por outros países, como a China,no comércio deste painel também é um forte fator influenciador das exportações dadas para os EUA.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAL PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico da ABRAF 2012:ano base 2011**. Brasília: ABRAF, 2012. 150p.

BRASIL, A.A. **As exportações brasileiras de painéis de madeira**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

CALDERON, R. A. – **Funções de oferta e demanda de exportações para manufaturados de madeira**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2005.

CENTRO DE INTELIGÊNCIA EM FLORESTAS (CIFLORESTAS). **Análise Conjuntural – Dezembro de 2012.** Disponível em: <http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/a_n_4_13586.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2013.

HOFFMANN, R. **Estatística para economistas**. 4.ed. São Paulo: Pioneira, 2006.

MATTOS, R. L. G.; GONÇALVES, R. M.; CHAGAS, F. B. **Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas**. BNDS Setorial, Rio de Janeiro, 2008. n.27, p. 121-156.

SILVA, J. C. G. L. da; GRAÇA, L. R.; NOJIMOTO, T. Estrutura de mercado do setor de papel e celulose no Brasil. In: Encontro Brasileiro de economia e planejamento florestal, 2., Curitiba. **Anais**. Curitiba: EMBRAPA – CNPF, 1992, p. 485-499**.**

INSÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório Ibá 2014**-Indústria brasileira de árvores. São Paulo,IBÁ, 2014.97p.

UNITED NATION COMMODITY TRADE - UNCOMTRADE.**UNCOMTRADE**: **banco de dados sobre comércio internacional de mercadorias das Nações Unidas.** Disponível em: < http://comtrade.un.org>. Acesso em: 05 jun. 2013

O comércio dos créditos de carbono e a privatização do meio ambiente

The carbon credit trade and the privatization of the environment

Clóvis Eduardo Malinverni da Silveira[1]
Karen Arieli Mello dos Santos[2]

[1]Doutor pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com estágio na Universidade Lusíada (UL) de Portugal. Mestre e Bacharel em Direito pela UFSC. Professor Adjunto I do programa de Mestrado em Direito da Universidade de Caxias do Sul (UCS). E-mail: clovisems@gmail.com

[2]Mestranda em Direito pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Taxista CAPES. Pós-Graduanda em Formação Pedagógica para Docentes do Ensino Técnico e Tecnológico pelo Sistema Educacional Galileu Galilei (SEG). Graduada em Ciências Sociais e Jurídicas pela Universidade de Cruz Alta (UNICRUZ). Advogada. E-mail: karenarieli.santos@gmail.com

Resumo:O patrimônio ecológico, assim como outros bens de titularidade coletiva, e que correspondem a direitos humanos, tornou-se passível de mercantilização no contexto capitalista neoliberal. O meio ambiente, bem integrante do rol de direitos e deveres fundamentais previstos pela Constituição de 1988, é de uso comum de todos, voltado à satisfação das necessidades mais elementares relacionadas à vida e à dignidade. Nessa perspectiva, a temática dos créditos de carbono remete à temática geopolítica de fundo, que é o conflito entre a via da privatização dos recursos naturais e a via da proteção do meio ambiente enquanto patrimônio comum. Em forma de ensaio, oobjetivo deste trabalho é apresentar alguns argumentos basilares no sentido de fundamentar a leitura do problema jurídico-político do comércio dos créditos de carbono como um exemplo deste antagonismo ínsito ao modo de produção capitalista e, igualmente, promover um debate academicamente crítico em relação ao tema, como forma de contribuir com a pauta ambiental.
Palavras-chave: bens comuns; risco ecológico; tutelas coletivas; reduções certificadas de emissões

Abstract: The ecological heritage, as well as other goods of collective ownership, and that correspond to human rights, has become subject to commercialization in the neoliberal capitalist context. The environment, member of the list of fundamental rights and duties provided by the 1988 Constitution, is in common use of all, aimed to the satisfaction of the most basic needs related to life and dignity. In this perspective, the issue of carbon credits refers to the geopolitical theme fund, which is the conflict between the path of privatization of natural resources and the path of protection of the environment as a common heritage. In an essay, the aim of this paper is to present some basic arguments to support the reading of the legal-political problem of carbon credit trade as an example of this antagonism in sito the capitalist way of production and also promote academic critical debate of the theme as a way of contributing to the environmental agenda.
Keywords: commons; ecological risk; collective guardianships; certified emission redutions.

1. Introdução

Mediante a criação dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) pelo Protocolo Quioto, os quais dão origem aos certificados de redução de emissões que possuem natureza comercializável em âmbito internacional, surgiu a necessidade de uma análise crítica de referido comércio, uma vez que se apropria do meio ambiente, enquanto, em realidade, os esforços deveriam ser no sentido de preservá-lo.

Assim, os compromissos assumidos pelos países, ditos desenvolvidos, de redução de emissão de gases, encontram uma alternativa para seu cumprimento, uma vez que o Protocolo de Quioto autoriza a implementação de projetos de desenvolvimento limpo em países que não possuem a mesma capacidade de poluição.

A manutenção dos padrões de produção consumo no modelo neoliberal requer a completa abertura dos mercados a supressão de quaisquer obstáculos a este desiderato.O comércio de carbono apropria-se do meio ambiente como se este não fosse um bem coletivo,

indivisível, que tem sua preservação assegurada mediante disposição legal, de forma solidária entre o Estado e a sociedade.

O estudo proposto procura estabelecer uma conexão entre a criação do mercado de carbono e a privatização do meio ambiente, com o objetivo de demonstrar, por meio do desenho geopolítico de fundo, que a questão ambiental transformou-se, assim como tantas outras, em uma forma de auferir lucro e alimentar o sistema econômico vigente.O tema se justifica pela necessidade de ultrapassar a racionalidade única e puramente econômica para avaliar as questões ambientais que, muito embora façam parte da economia, devem ser avaliadas mediante fatores sociais, filosóficos, éticos, de equidade, justiça e democracia (LEFF, 2011).

2. Entendendo a criação dos créditos de carbono

Os créditos de carbono surgiram no contexto mundial através do Protocolo de Quioto, o qual,por sua vez, é tratado complementar da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, extensão da Conferência de Estocolmo de 1972. Tais conferências internacionais necessariamente se fazem presentes quando o tema é meio ambiente e direito internacional ambiental, uma vez que através delas foram estabelecidas as primeiras diretrizes do direito ambiental mundial.

As consequências sociais e econômicas da Revolução Industrial fizeram com que o meio ambiente reclamasse uma ação positiva de preservação da humanidade, sendo atendida pela ONU (Organização das Nações Unidas) através da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo em 1972.A Conferência realizada em Estocolmo surgiu também, como se sabe, para representar o marco da consciência de preservação ambiental mundial.

> Tal conscientização dos problemas ambientais, por parte dos países industrializados, era, em parte, o resultado das pressões das respectivas populações, sufocadas pelos problemas causados por uma industrialização irracional dos séculos precedentes, completamente desrespeitosa dos valores do equilíbrio e da sanidade ambiental (SOARES, 2004, p.33)

Dessa maneira, a partir da Conferência em Estocolmo, adotou-se a postura de que todos os países industrializados ou não, têm responsabilidade pela preservação ambiental. De maneira que as normas adotadas para a proteção do ambiente nacional dos Estados, serviria de exemplo e parâmetro para todo o direito internacional. Nesse sentido, imperioso se faz transcrever a lição de Soares (2004, p. 34):

> Sendo assim, no clima da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, de 1972, predominava um posicionamento inicial de que seria natural que os ônus de políticas por um meio ambiente internacional equilibrado, deveriam necessariamente ser suportados por toda coletividade dos Estados, ricos ou pobres, industrializados ou em vias de desenvolvimento.

Partindo do ideário de solidariedade entre países a respeito da preservação ambiental, surgiram algumas revoltas dos países em desenvolvimento, pois para enquadrarem-se nas diretrizes estabelecidas pela Conferência teriam de diminuir sua produção, fator normalmente entendido como mais importante que a proteção ambiental.

Passados vinte anos da realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, muito pouco tinha sido o desenvolvimento dos países em matéria de preservação ambiental, surgiu, então, a necessidade de outra Conferência das Nações Unidas. Conforme observa Soares (2004, p. 37):

> Se, por um lado, tinha havido uma pletora de tratados multilaterais sobre os mais variados campos da proteção internacional do meio ambiente, por outro, no que

> respeita à coordenação política, financeira e administrativa, em nível internacional, da ação diplomática dos Estados, no campo do cuidado com o meio ambiente global, era ela praticamente inexistente, em termos de racionalidade ou de ação global concertada.

Diante desse contexto que a Assembleia Geral da ONU convocou para realizar-se em junho de 1992, no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, também chamada de ECO-92.Nessa Conferência a consciência de que as ações humanas foram os personagens mais importantes da degradação ambiental foi fator de discussão, aliado ao fato de que necessariamente precisava-se estabelecer o equilíbrio ecológico entre o desenvolvimento dos países e a preservação do meio ambiente.

Foi na Conferência de 1992 que o conceito de desenvolvimento sustentável acabou por se consagrar e fazer parte do rol de princípios que regem o Direito Ambiental e as práticas relacionadas a sua preservação, bem como utilizado por muitos como pretexto para avalizar atividades que degradam a natureza em nome do desenvolvimento econômico.

Contudo, é a assinatura, pelos Estados participantes da ECO-92, de uma das convenções multilaterais mais importantes acerca do meio ambiente – a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – que se faz pertinente para o tema em desenvolvimento no presente artigo. A referida Convenção foi regulamentada pelo Protocolo de Quioto, um tratado internacional que estabeleceu que as partes signatárias assumissem o compromisso de reduzir em 5% (cinco por cento) as reduções de emissão de gases entre os anos de 2008 a 2012. Metas que foram estendidas até 2017, na Conferência das Partes (COP 19)[1], realizada em Varsóvia, em 2013.

Com o objetivo de facilitar o cumprimento das metas assumidas pelos países signatários, o Protocolo de Quioto criou e regulamentou o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), mediante o desenvolvimento dos quais o comércio de carbono será possível.Os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) estão previstos no artigo 12[2] do protocolo e são o único mecanismo de flexibilização que as partes não componentes do Anexo I poderão participar (GAZONI, 2006).

Acerca dos projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo, cabe a definição de Fernandes (2007, p. 79):

> O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo permite que países do Anexo I financiem projetos de redução ou comprem reduções de emissões resultantes de projetos desenvolvidos nos países não-industrializados (do Não-Anexo I, que, nesse primeiro período de cumprimento do Protocolo de Kyoto, 2008 a 2012, não têm metas definidas de redução de emissões).

Os projetos de MDL que obedecem a todos os critérios estabelecidos pela regulamentação própria, poderão resultar em reduções certificadas de emissões, que por sua vez, dão origem ao comércio de emissões (GAZONI, 2006).Verifica-se que o MDL estabelece uma relação comercial em torno dos créditos de carbono, que tanto podem provir de financiamento de projetos em países em desenvolvimento quanto da compra e venda de

---

[1] A Conferência das Partes (COP) é o órgão supremo da Convenção-Quadro das Nações Unidas para Mudança do Clima, que reúne regularmente os países que assinaram e ratificaram a Convenção. (DAMASCENO, 2007, p, 49).

[2]Protocolo de Quioto. Artigo 12.1. Fica definido um mecanismo de desenvolvimento limpo.

2. O objetivo de mecanismo de desenvolvimento limpo deve ser assistir às Partes não incluídas no Anexo I para que atinjam o desenvolvimento sustentável e contribuam para o objetivo final da Convenção, e assistir às Partes incluídas no Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidas no artigo 3.Disponível em: http://www.mct.gov.br.
Acesso em: 10. jul.2014.

certificados de emissões.É a partir do estabelecimento da relação comercial criada pelos mecanismos de desenvolvimento limpo que o meio ambiente, sustenta-se, acaba por se tornar um bem comercializável, o que acaba por trair os propósitos iniciais de proteção ambiental por meio de incentivos de ordem econômica.

3. O meio ambiente como mercadoria no comércio de carbono

Em que pese todo o histórico de convenções internacionais realizadas com o objetivo de se encontrar caminhos para as questões ambientais, as decisões tomadas mostram que a lógica do mercado é determinante, inclusive, ao atribuir valor econômico a bens e direitos coletivos.A natureza torna-se a matéria prima que irá produzir os bens e serviços à disposição da coletividade que se utiliza dos recursos naturais como se estes fossem ilimitados e disponíveis para e pelo consumo.

É a partir da mercantilização das relações sociais, da política, da convivência em sociedade que tal caráter é fácil e nitidamente transferido ao meio ambiente que é tratado como mercadoria uma vez que se torna o núcleo central de um comércio de redução de emissões, o qual é criado para ser útil e satisfazer a sociedade burguesa.

Nesse sentido, imperioso se faz recordar o conceito clássico de mercadoria na obra de Marx (2002, p.57):

> A mercadoria é, antes de mais nada, um objeto externo, uma coisa que, por suas propriedades, satisfaz necessidades humanas, seja qual for a natureza, a origem delas, provenham do estômago ou da fantasia. Não importa a maneira como a coisa satisfaz a necessidade humana, se diretamente, como meio de subsistência, objeto de consumo, ou indiretamente, como meio de produção.

Tão grave quanto atribuir a natureza de mercadoria ao meio ambiente, uma questão é essencialmente despercebida: o fato de que o meio ambiente encontra-se no rol dos bens coletivos: fazem parte de uma categoria de bens que, segundo Lorenzetti"não pertencem ao Estado nem aos particulares de forma exclusiva, e que não são suscetíveis de serem divididos em partes que permitam afirmar sobre elas a titularidade de um direito dominial" (2010, p. 20).

Pertinente se faz a reflexão no sentido de que se o meio ambiente é um bem coletivo, indivisível, de uso de todos, mediante reconhecimento legal, como pode ser criado um mecanismo onde o manejo relativo aos locais de preservação e poluição é de competência exclusiva e única de determinados países? Entende-se a necessidade de se coadunar meio ambiente e desenvolvimento econômico, contudo, tal encontro não deve ser proporcionado sobretudo pela utilização daquele como objeto de mercado. Não pressupõe, igualmente, a privatização dos recursos naturais, uma vez que o dever ambiental diz respeito à proteção da natureza enquanto patrimônio comum.

Vive-se, portanto, a apropriação dos recursos naturais e do meio ambiente como um todo em nome do crescimento econômico revestido pelo manto da preservação ambiental. Nesse sentido, Leff (2011, p. 18):

> As estratégias de apropriação dos recursos naturais no processo de globalização econômica transferiram assim seus efeitos para o campo teórico e ideológico. O ambiente foi caindo nas malhas do poder do discurso do crescimento sustentável.

A preservação ambiental tornou-se o pretexto para a instituição cada vez mais frequente de um mercado de direitos de poluir, onde, conforme Sachs (*apud*, Gonçalves, 2012, p. 345):"Em vez de despoluir no lugar onde poluem, os poluidores passarão a comprar os direitos de poluir daqueles que estão abaixo de suas cotas e se dispõem a vendê-la a um preço inferior ao que teria custado a despoluição *in loco*".Objetivamente, pode-se dizer que os

Mecanismos de Desenvolvimento, os quais dão origem aos certificados de unidades de emissão de gases, os denominados créditos de carbono, atuam como facilitadores do cumprimento das metas assumidas pelos países desenvolvidos e criadores do mercado internacional de carbono. Observa-se a privatização do meio ambiente ao passo que sua preservação é motivada pela lógica de mercado, negociado em Bolsas de Valores, onde não se tem apenas os certificados de redução de emissões em oferta e, sim, um bem coletivo e público que acaba por ser tornar comercializável e parte integrante do que se pode chamar de "neoliberalismo ambiental" (LEFF, 2011).

É dessa forma que os poderes privados têm o controle sobre a questão ambiental, decidindo sobre onde se dará a preservação e onde a poluição continuará, mediante negociações mercantis que são estabelecidas pelas partes negociantes. Até então, inexiste regulamento específico para tal comercialização, pois, como determina o art. 17 do Protocolo de Quito, é "a conferência das Partes[que] deve definir os princípios, as modalidades, regras e diretrizes apropriados, em particular para verificações, elaboração de relatórios e prestação de contas do comércio de emissões [...]"(PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997) .

Aquilo que é pautado na cooperação mundial entre os povos a fim de se atingir um objetivo comum de preservação ambiental é desmistificado a partir das evidentes estratégias de apropriação da natureza.

> Esta operação de cooperação busca integrar os diversos atores do desenvolvimento sustentável, mas dissimula seus interesses diversos num olhar especular que converge para a representatividade universal de todo ente no reflexo do argênteo capital (LEFF, 2011, p. 28).

É nesse sentido que, utilizando das palavras de Leff (2011, p.66), "a natureza converte-se assim num meio de produção objeto de uma apropriação social, atravessado por relações de poder".As questões ambientais devem ser analisadas em conjunto com a racionalidade econômica, no contexto de outras racionalidades. No entrecruzamento entre direitos e interesses enfeixados no bem ambiental constitucional, trata-se também do respeito a direitos e deveres sociais e individuais, com considerações éticas, axiológicas, culturais de fundo.

4. Conclusões

A afirmação de que a preocupação com o meio ambiente é universal pressupõe infindáveis discussões de ordem política e econômica. O *status jurídico* associado às normas ambientais não assegura, por si só, a consecução dos objetivos declarados no contexto de cada corpo normativo. O empreendedor capitalista não despende suas energias com a finalidade de restabelecer, de forma sustentável, o binômio meio ambiente e economia, e sim de assegurar o lucro empresarial, o que levará invariavelmente à degradação dos recursos naturais (BUSNELLO, 2013) se não harmonizada política e juridicamente por limites de caráter normativo e de políticas públicas.

Como exemplo desta crise econômico-ambiental tem-se o comércio dos créditos de carbono criados pelo Protocolo de Quioto, documentoproposto para salvaguardar a proteção ambiental.Para análise crítica de referido comércio, primeiramente relatou-se sua criação e relacionando-a com a mercantilização do meio ambiente, bem como uma análise crítica de tal prática capitalista.O presente texto lançou alguns argumentos de ordem crítica que revelam a complexidade do contexto geopolítico no qual se insere a comercialização dos créditos de carbono.

Assim, em que pese a parcialidade da análise, concluiu-se que a busca pelas respostas acerca da problemática ambiental podempressupor a utilização de mecanismos econômicos;

porém, não como única solução, de maneira a alimentar ummodelo neoliberal que a tudo privatiza.

Os créditos de carbono não constituem alternativa eficaz para o engajamento prioritário dos países na questão ambiental, uma vez que têm como ponto de partida a apropriação irrestrita da natureza, desconsiderando-se seu caráter de bem coletivo, violando as normas éticas e os princípios que norteiam o direito ambiental e, principalmente, o princípio da solidariedadetransgeracional,um núcleo essencial da vida em sociedade. Assim, instrumentos de caráter econômico podem e devem ser utilizados como complemento a outras medidas mais amplas de proteção ambiental; contudo, na forma estabelecida, constituem mais uma solução para o crescimento de uma economia exploratória do que para a garantia da durabilidade do desenvolvimento humano.

Referências bibliográficas

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Diário Oficial daRepública Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 5 out. 1988.

BUSNELLO, Ronaldo. O lamento da mercadoria força de trabalho e da natureza. In: TYBUSCH, Jerônimo Siqueira et al. (Orgs.) **Direitos emergentes na sociedade global: Anuário de pós-graduação em direito da UFSM**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2013.

DAMASCENO, Monica. A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima. In: SOUZA, Rafael Pereira de (coord). **Aquecimento Global e Créditos de Carbono.** São Paulo: QuartierLatin, 2007.

GAZONI, Ana Carolina. O Protocolo de Kyoto e o estabelecimento de metas de redução de GG. In SOUZA, Rafael Pereira de (coord.). **Aquecimento Global e Créditos de Carbono.** São Paulo: QuartierLatin, 2007.

GONÇALVES, Carlos Walter Porto. **A globalização da natureza e a natureza da globalização.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LEFF, Enrique. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder.** Tradução Lúcia MathildeEndlich Orth. 8 ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

LORENZETTI, Ricardo Luis. **Teoria Geral do Direito Ambiental**. Tradução Fábio Costa Morosini e Fernanda Nunes Barbosa. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2010.

MARX, Karl. **O Capital: crítica da economia política: Livro I: o processo de produção do capital.** Tradução Reginaldo Sant'Anna. 19 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2002.

PROTOCOLO DE QUIOTO. Editado e traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia com o apoio do Ministério das Relações Exteriores da República Federativa do Brasil. Disponível em:< http://mct.gov.br>. Acesso em 30/03/2015.

SOARES, Guido Fernando. Dez anos após Rio-92: O Cenário internacional, ao tempo da cúpula mundial sobre o desenvolvimento sustentável (Joanesburgo, 2002). In: CERVI, Jacson Roberto (org.). **Direito e Justiça – Reflexões Sócio-Jurídicas. O Direito Ambiental.** Periódicos – Direito. Universidade Regional Integrada do alto Uruguai e das Missões, Santo Ângelo, v.1, n.6, set. 2004.

8.14 TRABALHOS DE POLÍTICA E LEGISLAÇÃO FLORESTAL

Reflorestamentos e educação ambiental em territórios indígenas

Reflorestation and environmental education in indigenous territories

Fabrício Hoeltz Steffens[1]
Mônica Patrícia Leite[2]
Isadora Zanardi[3]

[1]Rio Grande Energia – RGE, Rua: Mário de Boni, 1902 – 6º andar; Bairro: Floresta - Caxias do Sul-RS.
fsteffens@rge-rs.com.br

[2]Rio Grande Energia – RGE, Rua: Mário de Boni, 1902 – 6º andar; Bairro: Floresta - Caxias do Sul-RS.
mleite@rge-rs.com.br

[3]Rio Grande Energia – RGE, Rua: Mário de Boni, 1902 – 6º andar; Bairro: Floresta - Caxias do Sul-RS.
isadoraz@cpfl.com.br

Resumo: Considerando a importância da execução de reflorestamentos e de atividades de educação ambiental, bem como o cumprimento de exigências legais por parte de concessionárias de distribuição de energia, este projeto se justifica pela eficiência de sua metodologia inovadora e pelos valores agregados nos territórios indígenas da área de concessão da RGE, sendo uma proposta de alternativa para Reposição Florestal Obrigatória (RFO). Este trabalho apresenta as principais diretrizes utilizadas para o desenvolvimento dos projetos de reflorestamento e educação ambiental nestes territórios, desde a definição de ações de educação ambiental, com palestras dirigidas a alunos e entrega de materiais didáticos, até a execução dos plantios de mudas com participação efetiva e espontânea destes alunos. Todas as ações contaram com anuência do IBAMA, que posteriormente respaldou a eficácia da iniciativa através de documento formal. Dentre os aspectos abordados neste trabalho, destacam-se as funções dos reflorestamentos e critérios para uso de espécies nativas, importância de trabalhos de educação ambiental com populações indígenas e procedimentos para a execução dos projetos. Como resultado, destacam-se os 898 alunos e 30 professores de 5 escolas indígenas beneficiadas, materiais de apoio doados para as escolas e a continuidade da iniciativa por parte da RGE.
Palavras-chave: Reposição Florestal Obrigatória; Plantio de mudas; IBAMA; Espécies nativas.

Abstract: Considering the importance the execution of reforestation and environmental education activities, as well as compliance with legal requirements by power distribution companies, this project is justified by the aggregates values in indigenous territories of the award area RGE, being an alternative proposal for Mandatory Reforestation(MR).This work presents the main guidelines used for the development of reforestation projects and environmental education in these territories, since the definition of environmental education, with lectures aimed at students and delivery of teaching materials, until the implementation of seedling plantations with effective participation and spontaneous these students. All actions relied on consent of IBAMA, which later backed the effectiveness of the initiative through formal document. Among the aspects covered in this work, stand out the functions of reforestation and criteria for use of native species, importance of environmental education work with indigenous populations and procedures for the implementation of the projects. As a result, we highlight the 898 students and 30 teachers from 5 Indian schools benefited, support materials donated to schools and the continuation of the initiative by the RGE.
*Keywords***:** Mandatory Reforestation; Planting seedlings; IBAMA; Native species.

1. Introdução

No contexto deste trabalho, reflorestamentos podem ser definidos como a reintrodução de florestas em seus locais de origem, com o uso de espécies nativas originárias destes locais. Educação ambiental faz parte de um processo pedagógico de construção de conhecimentos, valores sociais e competências no âmbito da conservação do ambiente no qual vivemos. A conciliação destes dois conceitos, através de atividades teóricas e práticas, foi o principal propósito quando este projeto, ainda em fase experimental, teve início no ano de 2011. Atualmente, a metodologia está sendo adotada como forma de reposição florestal obrigatória

em todos os licenciamentos ambientais para cortes de vegetação realizados pela RGE em territórios indígenas.

Notoriamente, territórios indígenas existentes no Estado do Rio Grande do Sul carecem de adequada infraestrutura para as populações. Sob a ótica ambiental, estas áreas também passaram por degradações ao longo dos anos, com fragmentos florestais nativos sendo gradualmente substituídos por culturas agropastoris. Escolas indigenistas não fogem a esta realidade, revelando dificuldades estruturais para transmitir a cultura indígena de conservação ambiental para as atuais e futuras gerações.

A necessidade das concessionárias do setor elétrico em executar projetos de reposição florestal obrigatória sempre que se fazem necessários licenciamentos florestais para obras de expansão do sistema, para fins de atendimento à legislação ambiental, vai ao encontro desta oportunidade de agregar valor para comunidades indigenistas, aumentando probabilidades de sucesso dos reflorestamentos, através das ações de educação ambiental nas escolas.

O desenvolvimento dessas iniciativas demonstra a proatividade da empresa em termos de alternativas para projetos de reposição florestal, de modo que contemple não somente sua obrigação perante a legislação vigente, mas também seu interesse no desenvolvimento de um sistema para melhor atender os interesses ambientais das diversas comunidades e etnias de sua área de concessão.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar as principais diretrizes utilizadas para o desenvolvimento dos projetos integrados de reflorestamento e educação ambiental, realizados pela empresa RGE, em parceria com o IBAMA, destacando suas principais potencialidades, benefícios e possibilidades de replicabilidade por demais distribuidoras de energia do país.

2. Metodologia de trabalho

2.1.Reflorestamentos com espécies nativas

Para atender às demandas de aumento no consumo de energia, faz parte da rotina das empresas do setor elétrico brasileiro a execução de obras para expansão de seus sistemas, as quais passam por processos de licenciamento junto aos respectivos órgãos ambientais. Nestas obras, ainda que seja evitado, um dos principais impactos ambientais é o corte de árvores nativas. Todos os cortes são registrados e, conforme Decreto Estadual 38.355/98 (RIO GRANDE DO SUL, 1998), devem ser compensados na forma de reposição florestal obrigatória.

Cabe destacar do conteúdo desse Decreto, seu Artigo 43, o qual determina que a reposição florestal obrigatória poderá ser viabilizada na forma de recuperação ou ampliação da vegetação componente de florestas ou áreas degradadas, em áreas de preservação permanente, como abrigos e quebra-ventos, na arborização de açudes e barragens, na participação em projetos comunitários e outros de natureza semelhante.

Na esfera de projetos comunitários e de recuperação e ampliação da vegetação se insere a iniciativa deste trabalho, com a implementação de reflorestamentos com essências nativas regionais e atividades teóricas e práticas de educação ambiental, junto a populações indígenas.

Reflorestamentos são planejados usualmente para fins econômicos através da exploração da madeira e subprodutos florestais, por meio de determinados tipos de manejos. A recuperação de áreas degradadas e o adensamento de áreas florestais consistem em outras modalidades, as quais se aplicam a realidade deste trabalho. Segundo Bacha (2004), “As florestas podem ser utilizadas de modo a produzir benefícios ecológicos nem sempre comercializáveis, como fonte de ecoturismo e para produzir produtos de base florestal”. Para

Viana (2002),"As florestas produzem diferentes serviços ambientais, dentre os quais se destacam: o sequestro de carbono para atenuar mudanças do clima, proteção de mananciais de água para abastecimento, conservação de margens de hidrovias, conservação da biodiversidade, fornecimento de polinizadores e inimigos naturais de pragas e doenças para cultivos agrícolas, entre outros".

No Brasil, a pesquisa científica de reflorestamentos comerciais com uso de espécies nativas ainda conta com poucos investimentos, porém trabalhos publicados indicam limitações para o uso extensivo de determinadas espécies, em virtude de pragas e fatores climáticos. Portanto, a seleção adequada de espécies para determinados ambientes é fundamental, com diversidade e quantias corretas de cada espécie, pioneiras e secundárias. Além disso, fatores comoporte arbóreo, tamanho das copas, presença de flores e frutos, resistência ao clima, crescimento radicular, características morfológicas, índice de fertilidade e profundidade do solo também são vitais para o sucesso do reflorestamento. A tabela 1 apresenta as variedades e respectivas quantias de mudas utilizadas neste projeto:

Tabela 1. Lista de espécies utilizadas para os projetos de reflorestamento e educação ambiental em territórios indígenas.
Table 1. List ofspecies used forreforestation projectsand environmental educationin indigenous territories.

Espécie		**Nº de mudas**	**Espécie**		**Nº de mudas**
Nome Vulgar	**Nome Científico**		**Nome Vulgar**	**Nome Científico**	
Araçá	*Psidium catleianum*	420	Ingazeiro	*Inga marginata*	440
Aroeira-periquita	*Schinus molle*	600	Cedro	*Cedrela fissilis*	410
Aroeira-vermelha	*Schinus terebentifolius*	625	Timbó	*Ateleia glazioviana*	450
Pitanga	*Eugenia uniflora*	320	Canela Preta	*Nectandra megapotamica*	250
Chá-de-bugre	*Casearia silvestris*	550	Guajuvira	*Patagonula americana*	650
Sete-capotes	*Campomanesia guazumaefolia*	90			
TOTAL		**Espécies: 11**		**Mudas: 4.805**	

Os plantios são monitorados pela RGE por quatro anos e tem no mínimo 90% de sobrevivência ao final do período. Lideranças indígenas recebem orientação de proteger os locais contra queimadas e de comunicar a empresa no caso de vandalismos ou avarias com os reflorestamentos.

2.2. Educação ambiental com populações indígenas

O principal objetivo da educação ambiental pode ser definido como o desenvolvimento de uma noção sistêmica dos ambientes naturais, em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, científicos, culturais, entre outros. Resumindo, educação ambiental denota a capacidade de uma determinada sociedade de ser consciente em relação ao modo como vive e consome recursos naturais, com vistas a não

extrapolar a capacidade do ambiente em oferecer meios de subsistência para futuras gerações.

O propósito é o mesmo para diferentes culturas e etnias, incluindo populações indígenas, as quais tem em suas raízes profunda relação com o meio ambiente. Segundo Brand (1999), "para os grupos indígenas, a natureza, incluindo os animais e as plantas, o mundo sobrenatural e as sociedades humanas interagem e se intercomunicam constantemente". Porém, com o passar dos anos e frente a uma remodelagem da contextualização indígena no meio social atual, trabalhos de educação ambiental com índios passaram a ter a mesma importância em relação aos demais povos. Para Paredes (2008), "na última década, nunca houve tamanha preocupação dos povos indígenas com relação à questão educacional. Faz-se necessária uma maior participação desses povos, em todos os níveis de discussão de uma política educacional própria (específica) que atenda a contento, às expectativas daqueles povos, seja na esfera municipal, estadual ou mesmo federal. Ninguém é melhor do que eles, tanto no conhecimento da realidade local como na definição de estratégias compatíveis com as suas necessidades mais prementes".

Desta forma, este projeto pode servir como modelo a ser aplicado com o propósito de atender ao anseio educacional de comunidades indígenas, mesmo que de forma complementar, no tocante a recuperação da qualidade ambiental e do suporte estrutural escolar, na forma de subsídios para professores ediretores das escolas contempladas.

2.3. Planejamento, atividades teóricas e práticas

O planejamento anual de cada edição do projeto é fator fundamental para o adequado andamento das ações propostas, consistindo essencialmente na definição dos locais para reflorestamentos e dasescolas beneficiadas, bem como quanto àcontratação de empresa especializada em plantios e materiais didáticos a serem adquiridos. Anteriormente aos reflorestamentos com espécies nativas, ocorrem atividades teóricas nas escolas indígenas, com amplo envolvimento de docentes e alunos. Por atividades teóricas, entende-se como o conjunto de ações de educação ambiental preparatórias para as atividades práticas, estas, envolvendo essencialmente os plantios das mudas, também com participação das escolas. A tabela 2 demonstra o detalhamento das atividades.

A definição da quantidade de mudas a serem plantadas também ocorre na etapa de planejamento, sendo que essa quantia considera o número de árvores nativas cortadas nas obras de melhoria e expansão do sistema da RGE em territórios indígenas. O cálculo ocorre conforme as diretrizes estabelecidas pelo Decreto Estadual 38.355/94, o qual determina, em seu Artigo 29, que a reposição florestal deverá ser efetuada na base de quinze mudas de espécies nativas para cada árvore adulta suprimida, incluindo ainda, a soma da reposição proveniente dos serviços de roçadas ou descapoeiramentos.

As técnicas de reflorestamentos utilizadas são as convencionais, com mudas possuindo em torno de 20 a 30 centímetros de altura e espaçamentos entre mudas de 5 metros. O controle de formigas utiliza formicidas orgânicos naturais, com baixo impacto ambiental associado. A adubação confere dosagens de nitrogênio, fósforo e potássio. Os tutores utilizados recebem pinturas com tinta branca em suas extremidades, a fim de facilitar a visualização das mudas no campo. A definição das espécies obedece a critérios estéticos, ambientais e de sobrevivência das mudas, com sortimentos de espécies pioneiras, frutíferas e paisagísticas, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 2 – Detalhamento de atividades teóricas e práticas.
Table 2– Details oft heoretical and practical activities.

Etapa	Descrição	Responsável
Planejamento	Formalização da apresentação de proposta e aprovação de projeto de reposição florestal junto ao órgão ambiental responsável.	RGE/IBAMA
	Reuniões com caciques e lideres das aldeias indigenas, a fim de obter permissão para acesso e execução das atividades nas escolas indigenas.	RGE
	Definição dos locais para reflorestamentos e de escolas a serem contempladas.	RGE
	Contratação de empresa para execução dos plantios e definição dos materiais a serem confeccionados e adquiridos: · Cartazes; · Cartilhas com informações sobre espécies florestais nativas; · Manual didático sobre importância da arborização; · Canetas; · Bottons.	RGE
Atividades Práticas	Nos locais determinados para os reflorestamentos, palestras a campo dirigidas para alunos indigenas, explicando todas as fases de plantios das mudas (adubação; formicidas; abertura de covas; tutores; etc.).	RGE
	Execução dos plantios através de empresa contratada pela RGE e alunos indigenas convidados, com supervisão de técnicos em meio ambiente da RGE.	RGE/Escolas
	Colocação de etiquetas de identificação nos caules das mudas, com nomes de alunos que efetuaram os plantios, criando vinculos entre os alunos e as mudas plantadas.	RGE/Escolas
	Vistorias anuais nas áreas reflorestadas, a fim de certificar o adequado desenvolvimento das mudas e possibilitar obtenção de documento desonerando a RGE de passivo de reposição florestal.	RGE/IBAMA
	Declaração de cumprimento de Reposição Florestal Obrigatória (RFO), por parte da concessionária RGE.	IBAMA

Continuação da tabela 2:

Atividades Teóricas	Nos dias que antecedem os reflorestamentos, realização de palestras sobre educação ambiental voltadas para alunos indígenas, com participação de professores e diretores das escolas, ministradas por técnicos em meio ambiente da RGE.	RGE/Escolas
	Realização de questionários e atividades de educação ambiental junto aos alunos, utilizando-se parte dos materiais adquiridos.	RGE/Escolas
	Convocação de alunos e professores para participação nas atividades práticas de reflorestamentos.	RGE
	Doações dos materiais de educação ambiental para as escolas.	RGE

3. Resultados e Discussão

A tabela 3 apresenta os principais resultados obtidos, divididos por território indígena e escolas beneficiadas:

Tabela 3 – Principais resultados.
Table 3 –Mainresults.

Município	Escolas contempladas	Número de mudas plantadas	Número de alunos indígenas envolvidos
Planalto/Nonoai/Miraguai	Escola Estadual Indigena Kaigang de Ensino Fundamental Goj Ror	2.200	200
	Escola Estadual Indigena Kaigang de Ensino Fundamental Cacique Sy Gre		400
	Escola Estadual Indigena Guarani de Ensino Fundamental Joaquim Mariano		30
Redentora	Escola Estadual Indigena Kaigang de Ensino Fundamental Antônio Kasing Mig	1.190	100
Cacique Doble	Escola Estadual Indigena de Ensino Fundamental Faustino Ferreira Doble	240	168
Riozinho	O território indigena do município não possui escola.	1.175	---

Abaixo, segue soma detalhada dos resultados obtidos ao longo das edições do projeto:

- 4.805 mudas de 11 espécies de árvores nativas plantadas em áreas indígenas, totalizando aproximadamente 4 campos de futebol oficiais reflorestados até o momento;

- 898 alunos e 30 professores de 5escolas indígenas envolvidos com os trabalhos de reflorestamento e/ou educação ambiental;

- 900 cartilhas; 60 cartazes; 300 *bottons*(broches); 900 canetas e 5 manuais de arborização entregues para trabalhos de pedagogia ambiental nasescolas;

- Reflorestamentos em territórios indígenas abrangeram locais de Áreas de Preservação Permanente (APPs); centros esportivos; praças centrais e áreas de lazer;

- Divulgação na mídia regional sobre as ações de reflorestamento e educação ambiental atraiu o interesse de outras entidades para futuras parcerias;

- Ampla aceitação e comprometimento das comunidades envolvidas demonstraram que a metodologia empregada no projeto é eficaz para os resultados pretendidos;

- Êxito na execução do projeto viabiliza a continuidade dos trabalhos nos anos subsequentes.

A seguir, são ilustradas algumas das principais atividades desenvolvidas no projeto:

Figuras 1 e 2 - Palestra de educação ambiental realizada na Escola indígena Cacique SyGre, em 2011.

Figures 1 and 2 - Environmental education lecture held at Indian School Cacique SyGre in 2011.

Figuras 3 e 4 - Alunos participando das atividades de educação ambiental.

Figures 3 and 4-Studentsparticipating inenvironmental education activities.

Figuras 5 e 6 - Palestra de educação ambiental realizada na Escola indígena Goj Ror, em 2011.

Figures 5 and 6 - Environmental education lecture held at Indian School GojRor in 2011.

Figura 7 e 8 - Alunos acompanham plantios demonstrativos e plantam algumas das mudas.

Figure 7 e 08 - Students accompanying statements plantations and planting and some seedlings.

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Superintendência no Estado do Rio Grande do Sul
Rua Miguel Teixeira nº 126 – Cidade Baixa – 90050-250 – Porto Alegre - RS
(51) 3214-3400 – 3214-3464

Ofício n.º 030 /2012-DITEC/SUPES/IBAMA/RS

Porto Alegre, 01 de fevereiro de 2012.

Ao Ilmo. Senhor
Fabrício Hoeltz Steffens; Engº Florestal
Diretoria de Meio Ambiente / Depto. de Eng. e Gestão de Ativos / OEP
RGE – Rio Grande Energia
Rua Mário de Boni, 1902 – 7º andar
Caxias do Sul / RS. CEP 95.012-580

ASSUNTO: Atendimento de Compensação Ambiental;
Referências 02023.000798/2006 e 02023.000126/2006.

Prezado Senhor,

Em resposta ao ofício RGE/IM 003/12, pelo qual nos foi encaminhado relatório sobre a reposição florestal nos municípios de Nonoai e Miraguaí/RS, temos a considerar que apreciamos a execução das atividades realizadas tomando-as como satisfatórias para cumprimento das exigências legais em relação às compensações por supressão vegetal necessárias à instalação de redes elétricas (programa Luz para Todos) referentes aos documentos acima elencados.

Consideramos que a empresa RGE cumpriu na íntegra o exigido, tendo em vista o método e as informações constantes no relatório elaborado em dezembro de 2011, a escolha das essências, dos locais e a taxa de sobrevivência das mudas plantadas.

Nos disponibilizamos, outrossim, no ano de 2012, a colaborar no que for necessário à elaboração dos projetos voltados à reposição de espécies nativas nas terras indígenas dos municípios de Riozinho e Cacique Doble, conforme especificado no ofício mencionado.

Sendo o que tínhamos para o momento, manifestamos nossos votos de consideração e apreço.

Atenciosamente,

Maurício Vieira de Souza
Coordenador Divisão Técnica
Ibama/RS

Figura 9 - Declaração do IBAMA certificando eficiência do projeto e cumprimento de exigência legal por parte da RGE.

Figure 9 - IBAMA Declaration certifying project efficiency and compliance with legal requirement on the part of RGE.

(*) As imagens utilizadas neste projeto receberam prévia autorização para coleta e divulgação, por parte das lideranças indígenas locais.

4. Conclusões

Através da implantação dos projetos de reflorestamentos e educação ambiental por parte da concessionária RGE, a reposição florestal obrigatória referente aos cortes de árvores nativas em obras ligadas ao seu sistema, é atendida conforme exigido pela legislação vigente. Mais do que isso, seus benefícios já citados anteriormente tornam-se potencializados.

Levando-se em consideração as costumeiras dificuldades de êxito em projetos de reposição florestal, seja por fatores climáticos, biológicos ou até mesmo por vandalismos, tem-se uma alternativa eficiente para estas demandas no âmbito do setor elétrico brasileiro. Além dos ganhos ambientais diretos, também são proporcionadas, às empresas, possibilidades de ganhos em imagem ambiental, junto aos clientes e sociedade em geral.

Pode-se afirmar que os trabalhos de educação ambiental e sinergia junto às escolas contempladas, são essenciais para o sucesso do projeto. A participação dos alunos nos trabalhos teóricos e nos plantios, com identificação de seus nomes junto aos caules das mudas, é fundamental para que haja forte comprometimento e interesse das comunidades indígenas. Ainda, tais atividades, que vão além do simples cumprimento de demandas legais, não oneram significativamente a empresa, sobretudo por que futuramente trabalhos de replantio de mudas acabam tornando-se desnecessários.

Evidencia-se ainda, o grande potencial de replicabilidade dos projetos para outras situações e locais, permitindo que demais concessionárias de energia também executem ações similares, levando-se em conta questões edafoclimáticas e fitogeográficas, além de peculiaridades regionais.

Por fim, a RGE tem como finalidade para os próximos anos manter esta metodologia de reposição florestal em territórios indígenas, tendo em vista a respectiva eficiência dos projetos, reconhecidos inclusive pelo órgão ambiental que licencia obras para expansão de seu sistema nestes locais.

Referências Bibliográficas

BACHA, C.J. Caetano. O Uso de Recursos Florestais e as Políticas Econômicas Brasileiras – Uma Visão Histórica e Parcial de um Processo de Desenvolvimento. **Revista Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 34, p. 393-426, 2004.

BRAND, Antonio Jacó. **Interculturalidade e Desenvolvimento Local**: a problemática da subsistência econômica das sociedades indígenas em MS. Campo Grande: UCDB, 1999.

BRASIL. ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Decreto Estadual 38.355 de 1 de Abril de 1998. Estabelece as normas básicas para o manejo dos recursos florestais nativos do Estado do Rio Grande do Sul de acordo com a legislação vigente.** Disponível em: <http://www.mp.rs.gov.br/ambiente/legislacao/id591.htm>. Acesso em: 08/03/2012.

PAREDES, A.B. Pereira. **A Educação Ambiental em Comunidade Indígena Terena: A percepção de alunos e professores visando o Desenvolvimento Local na Aldeia Lagoinha**. Aquidauana: Universidade Católica Dom Bosco, 2008.

VIANA, V. M. **As florestas brasileiras e os desafios do desenvolvimento sustentável: manejo, certificação e políticas públicas apropriadas**. Tese (Livre-Docência), ESALQ/USP, Piracicaba, 2002.

O princípio ambiental da informação: uma abordagem da segurança alimentar diante do plantio de alimentos geneticamente modificados

The principle of information: an approach to safety alimentaredianre of modified food genetically

Gabriele Borges Rodrigues[1]
Karina Borges Rigo[2]

[1]Mestranda em Direito Ambiental pela Universidade de Caxias do Sul – UCS; Av. Placidina de Araújo, 1160, Nova Prata-RS
gabibr789@gmail.com,

[2]Advogada. Mestranda em Direito Ambiental pela Universidade de Caxias do Sul – UCS, Av. Placidina de Araújo, 1160, Nova Prata-RS

Resumo: O presente artigo aborda o princípio da informação, como ferramenta essencial para que a sociedade tenha pleno conhecimento para uma escolha consciente do que consome. Em seguida será abordada a segurança alimentar em relação ao consumo de alimentos geneticamente modificados, alcançando o objetivo de deixar claro que o princípio é importante para a efetividade do direito à informação. O objetivo final é de que fique ainda mais preciso o entendimento a respeito de tais alimentos, possibilitando, assim, a livre escolha dos consumidores. Analisa-se se os mecanismos existentes na legislação são suficientes para que ocorra tal consciência, e se o mesmo está sendo direcionado para o bem estar das pessoas e não que vise apenas os interesses econômicos de um certa classe de comerciários, deixando assim, enfraquecido o que está previsto na legislação, ou seja, o direito de informar. Ademais, tendo em vista a agricultura ser o norte desta pesquisa, convém ressaltar sua importância para os setores de plantio e afins.
Palavras chaves: princípio da informação, consumo, segurança alimentar, alimentos geneticamente modificados;

Abstract: This article discusses the principle of information, as an essential tool for society to have full knowledge and have a conscious choice then will be addressed food security and proper use of information that arise with the inclusion of genetically modified foods, reaching sake of clarity and purpose that the principle is important to the effectiveness of the right to information, that through this, be more precise understanding of these foods, thus enabling free choice of consumers. Analyzing whether existing mechanisms are sufficient in law for such consciousness occurs, and whether it is being properly directed to the welfare of the people, and not in a way that is targeted only the economic interests of a certain class, trading, leaving thus weakened what is required by law, ie, the right to inform.
Keywords: principle of information, food safety, genetically modified foods;

1. Introdução

Iniciando da premissa de que o princípio da informação é um dos pilares do Estado Democrático de Direito e, por consequência, do Direito Ambiental, necessitamos seja dado destaque ao mesmo neste artigo.

O Princípio da Informação Ambiental está previsto na Lei 6.938/81 - Política Nacional do Meio Ambiente, em seus artigos 6°, § 3°, e 10°. Vislumbra-se, também, o artigo 225, § 1°, VI da Constituição Federal, que atribui ao Poder Público incentivar a conscientização para uma educação ambiental, destacando-se que no artigo 220 da Constituição Federal é esclarece que a coletividade detém não só de informação como de ser informada.

O direito à informação pode ser classificado de três formas na Constituição Federal de 1988, conforme segue:

> a) Direito de informar: como prerrogativa constitucional trata-se de uma permissão concedida às pessoas físicas e jurídicas. Está previsto no artigo 220, *caput*, combinado com artigo 5o, inciso IX, ambos da Constituição federal Brasileira;

> b) Direito de se informar: decorre da própria existência da informação, sendo possível exigir a informação daquele que a detém, desde que respeitados o direito à intimidade, vida privada, honra e imagem das pessoas;
> c) Direito de ser informado: surge do dever de alguém informar. Está previsto no artigo 5, inciso XXXIII combinado com artigo 37, *caput*, ambos da Constituição Federal Brasileira.

Prontamente, gozamos do direito à informação ambiental pelo elementar fato de termos o direito de viver em um meio ambiente ecologicamente equilibrado. Assim, o Princípio da Informação Ambiental se equipara a dar publicidade a algum episódio envolvendo as questões ambientais.

José Eduardo Figueiredo Dias(2007) assevera que

> o princípio (e o correlativo direito) de participação está fortemente ligado a um outro direito que em geral vem sendo reconhecido em termos cada vez mais amplos ao cidadão: o direito à informação. Só quando os cidadãos estão devidamente informados é que podem ter oportunidade de exercer convenientemente o seu direito a participação.

O direito à informação no Brasil é regulamentado pelo Decreto n° 4680/2003, e assegurado pelo Código de Defesa do Consumidor.

No artigo 2° do Decreto referido acima se define como deve ocorrer a rotulagem dos referidos produtos:

> Art. 2° Na comercialização de alimentos e ingredientes alimentares destinados ao consumo humano ou animal que contenham ou sejam produzidos a partir de organismos geneticamente modificados, com presença acima do limite de um por cento do produto, o consumidor deverá ser informado da natureza transgênica desse produto.
> § 1° Tanto nos produtos embalados como nos vendidos a granel ou in natura, o rótulo da embalagem ou do recipiente em que estão contidos deverá constar, em destaque, no painel principal e em conjunto com o símbolo a ser definido mediante ato do Ministério da Justiça, uma das seguintes expressões, dependendo do caso: "(nome do produto) transgênico", "contém (nome do ingrediente ou ingredientes) transgênico(s)" ou "produto produzido a partir de (nome do produto) transgênico".
> § 2° O consumidor deverá ser informado sobre a espécie doadora do gene no local reservado para a identificação dos ingredientes.
> § 3° A informação determinada no § 1o deste artigo também deverá constar do documento fiscal, de modo que essa informação acompanhe o produto ou ingrediente em todas as etapas da cadeia produtiva.
> § 4° O percentual referido no caput poderá ser reduzido por decisão da ComissãoTécnica Nacional de Biossegurança - CTNBio.

Dessa forma, o Brasil escolheu pelo sistema de rotulagem obrigatória toda vez que houver a quantia superior de 1% (um por cento) de organismos geneticamente modificados inseridos nos produtos, os quais, devem ser identificados com o símbolo e com frases que indiquem que o produto é derivado de uma transgenia.

Assim, os consumidores possuem pleno direito de saber o que consomem, se o produto é transgênico ou orgânico, e essa informação deve ser repassada com clareza, para que ocorra uma escolha consciente.

2. Segurança alimentar dos AGM´s

Com o decorrer da evolução da biotecnologia, ocorreram muitos questionamentos acerca dos transgênicos, que teve início nos anos 90, época em que aconteceram as primeiras colheitas de OGMs.

No Brasil, as manifestações começaram pela falta de informação a respeito dos organismos transgênicos, pois as empresas que estão envolvidas com esse tipo de produto pouco se importaram em fazer uma maior divulgação a respeito.

Tais dúvidas e polêmicas se dão desde a produção até a comercialização dos alimentos geneticamente modificados, sendo a justificativa mais usada, como já dito antes, a diminuição da fome no mundo. Entretanto, a sociedade não tem levado em consideração esse argumento, já que questionam, em primeiro lugar, os riscos, a longo prazo, que podem ocasionar para a saúde humana e o meio ambiente.

Muitas pesquisas são realizadas para a modificação genética de plantas, tendo em vista um desenvolvimento na nossa cadeia alimentar, porém, o assunto ainda é motivo de preocupação entre ambientalistas e a maioria da sociedade, pois é de grande importância que a sociedade possua conhecimento a respeito da produção e o consumo destes alimentos, visto que um alimento é seguro para a saúde humana, obviamente, se ele não causa mal algum aos que ingerem.

Segundo entendimento de Lavínia Davis Rangel Pessanha (2003),

> a conscientização dos consumidores, dos governos, dos produtores agrícolas e das empresas do sistema agroalimentar eleva os requisitos de qualidade e segurança dos alimentos. Essa demanda por produtos seguros faz com que se formem mercados mais exigentes, e a competitividade leva as empresas a buscar respostas aos novos anseios dos consumidores.

Em sequência, a mesma autora aduz que,

> a análise dos efeitos da influência das preocupações com os aspectos da segurança alimentar sobre a demanda por alimentos deve considerar o comportamento de três fatores: consumidores, comércio varejista e indústria de alimentos. Dos três, as grandes redes do comércio varejista atuam como um pivô de ligação, ampliando as preferências dos consumidores frente à indústria de alimentos. Quando os varejistas tomam decisões, por exemplo, como a rotulagem dos alimentos transgênicos, eliminação de ingredientes transgênicos de sua marca ou a instituição de uma linha de produtos sem OGMs, geram efeitos entre os produtores de alimentos, grandes comerciantes de grãos e entre os produtores agrícolas. Hoje, há uma grande influencia da opiniãopública na organização do mercado mundial de alimentos, como também, a capacidade dos grupos da sociedade civil de pressionar as grandes cadeias de supermercados.

Contudo, o surgimento dos alimentos geneticamente modificados representa uma revolução tecnológica, que pode acarretar riscos para o meio ambiente, que colocam em possível risco tanto a saúde humana quanto a biodiversidade, devido à alteração nas espécies, podendo, assim, haver uma destruição completa dessas espécies.

Maria João Estorninho (2008), assinala

> Do ponto de vista dos riscos para o ambiente, tenha-se em consideração o fenômeno do outcrossing, ou seja, de transferência de genes das plantas geneticamente modificadas para as culturas tradicionais. É óbvio que tais fenômenos de mistura, de culturas que resultam de métodos de cultivo tradicionais com as que utilizam plantas geneticamente modificadas, podem ter efeitos indiretos na segurança alimentar. Outro motivo de preocupação reside na susceptibilidade de OGM escaparem e introduzirem os genes em espécies selvagens, podendo produzir efeitos em organismos não visados. [...] Identificados estãotambém riscos de redução do espectro de outras plantas e de consequente perda da biodiversidade, bem assim como riscos decorrentes do decréscimo de utilização da importante prática da rotatividade ou da movimentação de genes resistentes a herbicidas.

Ante o exposto, podem ser classificados em dois grupos os riscos dos OGM. Primeiro, a devastação ambiental pela sua inserção desregrada. Segundo, há a possibilidade de danos diretos aos seres humanos, como as reações adversas alergênicas e intolerâncias, respondendo por alterações fisiológicas, como reações metabólicas anormais ou idiossincráticas e toxicidade, (FINARDI, 1999). Existe ainda uma série de outros riscos à

saúde humana que devem ser analisados com os protocolos adequados (NODARI; GUERRA, 2003).

Portanto, é necessário que haja estudos mais aprofundados sobre toxicologia e sobre aspectos nutricionais, para que, assim, sejam possíveis liberações de cultivo de plantas transgênicas. Fazendo-se isso, evitar-se-á, provavelmente, consequências negativas que esses alimentos podem acarretar se forem liberados por falta de pesquisa.

3. Alimentos geneticamente modificados

Os alimentos geneticamente modificados, também conhecidos como transgênicos, são aqueles alimentos cuja estrutura genética é modificada em laboratórios, utilizando-se os genes de outros organismos vivos. Faz-se recombinações de genes, alterando-os, possibilitando, pois, a produção de novos seres, com novas características.

De acordo com Vladimir Garcia Magalhães (2005),

> Essa técnica ficou conhecida como engenharia genética, e consiste em se cortar genes e emendá-los em outros organismos, ou seja, recombinar o DNA dos genes, transferindo, dessa forma, características biológicas de um ser vivo para outro, sendo que essa transferência de genes não ocorreria jamais na natureza, sem a intervenção humana, entre espécies diferentes.

Sobre o assunto, complementa Aluízio Borém (2005),

> O engenho genético constrói ou monta genes. Na engenharia genética, ou tecnologia do DNA recombinante, a construçãode genes e a sua transferência para outros organismos, quando esses genes são, então chamados trangenes, podem ser obtida em um laboratório relativamente simples.

Diante da opinião dos doutrinadores, embora ocorram muitas divergências a respeito do tema, é importante salientar a Lei de Biossegurança, que traz a regulamentação de tais alimentos.

> Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1o do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB, revoga a Lei no 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória no 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5o, 6o, 7o, 8o, 9o, 10 e 16 da Lei no 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências.

Conforme a conceituação da Lei de Biossegurança, n° 11.105/05, inciso V, do art. 3° "organismo geneticamente modificado - OGM: organismo cujo material genético – ADN/ARN tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética".

Aluízio Borém (2005) aduz sobre o tema,

> O termo geneticamente modificado é, com frequência, usado para descrever organismos que foram geneticamente transformados ou engenheirados. A engenharia genética foi desenvolvida como o objetivo de construir genes para a transformação genética de organismos.

No pensamento de Vladimir Garcia Magalhães (2005),

> O termo transgênico designa um ser vivo cujo genoma (conjunto de genes) sofreu a adição de um gene (transgenia), ou ainda a destruição ou substituição de um gene, não importando a procedência deste, de tal forma que o novo caractere conferido pelo gene adicionado ou modificado se transmite fielmente aos descendentes.

A utilização de organismos geneticamente modificados nos alimentos é cercada de grandes polêmicas, focando-se principalmente na segurança alimentar, pois a partir da modificação de vários alimentos, que chegam até a nossa mesa, liberados para o nosso consumo, é grande a insegurança jurídica. Isto porque, embora as informações nas rotulagens

existam, o consumidor final não possui total conhecimento do que efetivamente este produtos se tratam e sequer se a longo prazo tais produtos poderão prejudicar nossa saúde.

Nessa linha, Dilermando Antunes Netto (2009), expõe que

> A polêmica em torno do plantio e da comercialização dos transgênicos passa pelos campos econômicos, social e ambiental. Os defensores dos OGM argumentam que a biotecnologia aumentaria a produção de alimentos, o que, por sua vez, reduziria a quantidade de brasileiros vítimas da fome. De outro lado, há críticas aos transgênicos, pois ambientalistas e algumas organizações de cientistas argumentam que seus efeitos na saúde humana e no meio ambiente ainda são desconhecidos.

Infelizmente, a celeuma está instalada sem que se chegue a uma conclusão clara e objetiva sobre os benefícios e malefícios dos OGM.

4. Conclusões

Nota-se, pois, um grande número de riscos, que podem vir a ocorrer para a saúde, com o plantio dos alimentos geneticamente modificados.

Atualmente, estão sendo questionados os porquês do aumento significativo das alergias, a resistência aos antibióticos, aumento das substâncias tóxicas e dos resíduos nos alimentos.

É por isso que a efetivação da segurança alimentar se torna fundamental, em prol do bem estar da população e do nosso meio ambiente. É essencial que haja um aprofundamento nas pesquisas, para que tanto o plantio quanto o consumo desses alimentos seja sem riscos para nossa saúde.

Coloca-se em questionamento a qualidade, a garantia e a segurança que o plantio em larga escala destes alimentos geneticamente modificados podem nos trazer, assim como a famosa solução da fome, pois a segurança alimentar assevera o direito de acesso a informações qualitativas desses alimentos. É com essa mesma justificativa que vários ambientalistas protestam a respeito de que os transgênicos não são a solução para a erradicação da fome, e, sim, mais uma forma de certas empresas ganharem dinheiro sem visar a segurança alimentar da população.

Para que ocorra a inserção no mercado de produtos que tenham em sua composição organismos geneticamente modificados, devem ser considerados os possíveis riscos do avanço tecnológico. Nesse contexto, o princípio da informação ganha especial relevância, tendo em vista que divulga e possibilita uma conscientização cautelosa no que diz respeito a escolha ou não do consumo e plantio de um alimento transgênico, principalmente, diante dos riscos ao meio ambiente e à saúde humana que podem advir de sua produção e consumo.

Uma vez ocorrendo a devida prudência na liberação de organismos transgênicos, deve ser garantido ao consumidor o conhecimento da origem do produto adquirido, de forma a possibilitar a livre escolha. Diante disso, é fundamental a divulgação de informações relativas à composição do alimento que possuem em sua composição a inserção dos organismos geneticamente modificados, permitindo ao ser humano a escolha entre consumir ou não aquele determinado alimento. Nesse contexto, a rotulagem obrigatória apresenta-se como instrumento fundamental de proteção do consumidor, garantindo o pleno conhecimento acerca da composição do alimento com organismos geneticamente modificados.

Contudo, é notório que essa prática não é recorrente pelos produtores e comerciantes de tais produtos, que, geralmente, sequer informam a existência de organismos geneticamente modificados, tampouco a porcentagem existente na composição.

Provavelmente, se houvesse uma atuação estatal mais efetiva, pelos seus órgãos fiscalizadores, a comunidade já estaria mais bem informada pra o fim de escolher o produto com ou sem OGM.

Ora, e isso não é uma faculdade, mas uma exigência contida na Lei de Biossegurança e no decreto que regulamenta a rotulagem de produtos que possuam na sua composição organismos geneticamente modificados.

Então, a atividade fiscalizatória é mister para prevenir causação de danos tanto à saúde humana quanto ao meio ambiente.

Por isso, para o bem-estar das pessoas e para mantença do equilíbrio do meio ambiente, o cumprimento do dever de informar é essencial, uma vez que a segurança alimentar deve ser entendida como fundamental para a vida de todos.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Constituição da República federativa do Brasil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, Df, 5 out. 1988.

BRASIL. Decreto no 4.680, de 24 de abril de 2003. Regulamenta o direito de informação, assegurado pela Lei no 8.078, de 11 de setembro de 1990 quanto aos alimentos e ingredientes alimentares destinados ao consumo humano ou animal que contenham ou sejam produzidos a partir de organismos geneticamente modificados sem prejuízo do cumprimento das demais normas aplicáveis. Disponível em: https://www.planalto.gov.br. Acesso em 22 jul.2014.

BRASIL. Lei No 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível no site: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm Acesso em 23 de julho 2014.

BRASIL. Lei No 11.105, de 24 de março de 2005.Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1o do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a ComissãoTécnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB, revoga a Lei no 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória no 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5o, 6o, 7o, 8o, 9o, 10 e 16 da Lei no 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências.

BORÉM, Aluízio Neuza M. Brunoro Costa, Carla O. Barbosa. **Alimentos Transgênicos: Saúde e Segurança**. Viçosa, 2005, p.9.

DIAS, José Eduardo Figueiredo. **Direito Constitucional e administrative do ambiente**. 2° Ed. Coimbra: Almedina, 2007, p.24

ESTORNINHO, Maria João. **Segurança alimentar e proteção do consumidor de organismos geneticamente modificados**. Coimbra: Almedina, 2008.

FINARDI, F.F. Plantas transgênicas e a segurança alimentar. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 51. 1999, Porto Alegre. Palestra apresentada no Simpósio. **Plantas Transgênicas: da Genética aos Alimentos**, Porto Alegre : SBPC, 1999. 8p.

MAGALHÃES, Vladimir Garcia. **O Princípio da Precaução e os Organismos Transgênicos**. In: Marcelo dias Varella, Ana Flávia Barros-Platiou (org.), Organismos Geneticamente Modificados, editor, Del Rey, Belo Horizonte, 2005, p.67.

NETTO, Dilermano Antunes. **Teoria e Prática Direito Ambiental**, editor: Anhanguera, Editora Jurídica, 2009, p.146.

NODARI, R.O., GUERRA, M.P. **Plantas Transgênicas e seus produtos**: impactos, riscos e segurança alimentar. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO: História,Ciências e Arte, 2000, Forianópolis.

PESSANHA, L.D.R; WILKINSON,J. **Cadernos de ciência e tecnologia**. v. 20, n.2, maio/ago 2003, Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2003, p.263-303.