

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**DEMOGRAFIA DE COMUNIDADES FLORESTAIS  
COM PREDOMÍNIO DA *Dodonaea viscosa* Jacq.**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Leonardo Job Biali**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

**DEMOGRAFIA DE COMUNIDADES FLORESTAIS COM  
PREDOMÍNIO DA *Dodonaea viscosa* Jacq.**

**Leonardo Job Biali**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura,  
da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),  
como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Florestal**

**Orientador: Prof. Solon Jonas Longhi**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

B576d      Biali, Leonardo Job  
                 Demografia de comunidades florestais com predomínio da  
                 *Dodonaea viscosa* Jacq. / Leonardo Job Biali. – 2012.  
                 53 f. : il. ; 30 cm

                 Orientador: Solon Jonas Longhi  
                 Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria,  
                 Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
                 Florestal, RS  
                 2012

                 1. Manejo Florestal – Capoeira 2. Madeira – Poder calorífico 3.  
                 Madeira – Nutrientes I. Longhi, Solon Jonas II. Título.

                 CDU 630\*5

Ficha catalográfica elaborada por  
Alenir Inácio Goularte – CRB 10/990  
Biblioteca Central da UFSM

---

© 2012

Todos os direitos autorais reservados a Leonardo Job Biali. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

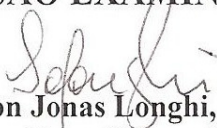
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

DEMOGRAFIA DE COMUNIDADES FLORESTAIS  
COM PREDOMÍNIO DA *Dodonaea viscosa* Jacq.

elaborada por  
**Leonardo Job Biali**

como requisito para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Florestal**

**COMISSÃO EXAMINADORA**



**Solon Jonas Longhi, Dr.**  
(Presidente/Orientador)



**Sandro Vaccaro, Dr.** (CNEC Bento)



**Jorge Antonio de Farias, Dr.** (UFSM)

Santa Maria, 24 de fevereiro de 2012.

À minha mãe *in memoriam*,  
pelo apoio e amor sincero.

DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

A família, base do que sou e dos caminhos que sigo, presente em todos os momentos. Menção honrosa especial ao meu pai Roberto Vicente Kovalski Biali, motosserrista da pesquisa.

A Daniele Bobrowski Rodrigues, que sempre está ao meu lado, fornecendo o apoio emocional necessário para enfrentar os desafios acadêmicos e profissionais.

Ao Professor Dr. Solon Jonas Longhi, exemplo de orientador. Sempre disponível a oferecer assistência aos alunos, agindo com o bom senso a quem incumbe tal responsabilidade.

Aos Professores Dr. Jorge Antonio de Farias e Sandro Vaccaro pelas primorosas sugestões para o aprimoramento da dissertação.

Aos colegas, funcionários e professores do curso, pela oportunidade de crescimento acadêmico, profissional e pessoal ao longo destes dois anos. Em especial aos companheiros do laboratório pelo auxílio ao longo de discussões sobre os mais variados temas de pesquisa, e aos funcionários Cerlene da Silva Machado, secretária do curso, e Jorge Diefenthaler, do Laboratório de Dendrologia.

Aos proprietários da área base da pesquisa, que sempre mantiveram a porteira aberta para realização deste trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de aperfeiçoamento, e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo auxílio financeiro ao longo de todo curso.

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
Universidade Federal de Santa Maria

### **DEMOGRAFIA DE COMUNIDADES FLORESTAIS COM PREDOMÍNIO DA *Dodonaea viscosa* Jacq.**

AUTOR: LEONARDO JOB BIALI

ORIENTADOR: SOLON JONAS LONGHI

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 24 de fevereiro de 2012.

Está ocorrendo um gradual aumento das áreas abandonadas pela agropecuária. Estas são ocupadas por uma vegetação arbórea com forte presença de espécies pioneiras. O estudo foi realizado no município de Encruzilhada do Sul, em áreas abandonadas que apresentem comunidades florestais em estágio inicial a médio de regeneração, com predomínio da *Dodonaea viscosa* Jacq. na vegetação. O objetivo foi caracterizar estas populações naturais, visando fornecer subsídio ao manejo florestal da *Dodonaea viscosa* Jacq. Para isso, foi realizada a análise florística e estrutural do povoamento, assim como, determinados parâmetros como poder calorífico e macronutrientes da madeira. Para análise da estrutura foram instaladas 52 sub-parcelas e para o estudo do poder calorífico, massa específica e constituintes da madeira foram abatidas 13 árvores, das quais foram coletados discos. O fragmento é composto por um pequeno número de espécies, baseados basicamente em espécies de hábito pioneiro, sem indício de a floresta estar convergindo para um estágio sucessional mais avançado. A espécie apresenta uma alta produção energética, com elevado teor de carbono na madeira, o que remete ao uso da floresta no pagamento por serviços ambientais. Os nutrientes presentes na madeira indicam que a exploração da espécie pode ter consequências no médio e longo prazo, devendo ser considerado no planejamento das atividades.

**Palavras-chave:** *Dodonaea viscosa* Jacq. Capoeira. Poder calorífico. Nutriente.

## **ABSTRACT**

Master's Dissertation  
Forest Engineering Post Graduation Program  
Federal University of Santa Maria

### **DEMOGRAPHICS OF FOREST COMMUNITIES WITH PREDOMINANCE OF THE *Dodonaea viscosa* Jacq.**

**AUTHOR: LEONARDO JOB BIALI**

**ADVISOR: SOLON JONAS LONGHI**

**Date and Place of Defense: Santa Maria, february, 24<sup>th</sup>, 2012.**

A gradual increase of the areas abandoned for the farming one is occurring. These areas are occupied for a arboreal vegetation with a strong presence of pioneers species. This study was accomplished in the city of Encruzilhada do Sul, in abandoned areas that present forestry communities in initial to medium training of regeneration, with predominance of *Dodonaea viscosa* Jacq. on vegetation. The purpose was to characterize these natural populations, aiming at to supply subsidies to the forestry management of *Dodonaea viscosa* Jacq. For this, it was accomplished the floristic and structural analysis of the population, as well as, some parameters like heating value and macronutrients of wood. To the structural analysis 52 sub-parcels were installed and to the study of heating value, specific mass and constituents of wood 13 trees were cut down, of which disks were collected. The fragment is composed for a small number of species based basically in species of pioneering habit, without indications of the forest to be converging to a more advanced sucessional training. The species presents a high energetic production, with raised carbon text in the wood, what it leads to the use of the forest in the payment for environmental services. The nutrients present in the wood indicate that the exploration of the species can have consequences in mid-term and long-term, having to be considered in the planning of the activities.

**Keywords:** *Dodonaea viscosa* Jacq. Brushwood. Heating value. Nutrient.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização da área de estudo no estado do Rio Grande do Sul e do fragmento florestal na propriedade. ....	21
Figura 2 – Curva espécie-área utilizada na avaliação da intensidade de amostragem. ....	28
Figura 3 – Distribuição da frequências acumuladas das alturas, com os limites dos estratos..	32
Figura 4 – Número de árvores e área basal da <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq. nas classes diamétricas. ....	33
Figura 5 – Produção energética de algumas espécies arbóreas em função da energia gerada pela madeira de <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq. em porcentagem. ....	36
Figura 6 – Elementos constituintes da madeira de <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.....	38
Figura 7 – Teores de nutrientes presentes na madeira de <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq. ....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características dendrométricas da fitocenose. ....	27
Tabela 2 – Composição florística da área de estudo. Encruzilhada do Sul, RS. ....	29
Tabela 3 – Estrutura horizontal da vegetação estudada. Encruzilhada do Sul, RS. ....	30
Tabela 4 – Resultado do levantamento detalhado por parcela. ....	31
Tabela 5 – Número de árvores e área basal por estrato da floresta. ....	33
Tabela 6 – Potencial energético de algumas espécies nativas do Rio Grande do Sul, RS. ....	35

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>12</b>
1.1.1 Objetivo geral .....	12
1.1.2 Objetivos específicos.....	12
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Capoeiras e o manejo florestal .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 A madeira como fonte energética.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Serviços ambientais da floresta .....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 Exportação de nutrientes e o sítio .....</b>	<b>18</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Caracterização da área de estudo .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Coleta dos dados .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3 Análise estrutural .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4 Uso energético .....</b>	<b>25</b>
<b>3.5 Teor de nutrientes.....</b>	<b>26</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1 Estrutura do fragmento .....</b>	<b>27</b>
<b>4.2 Potencial energético da <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.....</b>	<b>34</b>
<b>4.3 Constituintes da lenha .....</b>	<b>38</b>
<b>4.4 Pagamento por serviços ambientais.....</b>	<b>39</b>
<b>4.5 Exportação de nutrientes .....</b>	<b>41</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>44</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>45</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Era o ano 1978. Um grupo internacional de expertos florestais percorria a área de Curuá-Una, no Estado do Pará, um experimento de plantações florestais estabelecido em fins dos anos 1950s [...] O calor era intenso e as parcelas eram muitas e grandes e, pior, os resultados eram frustrantes. Parcelas plantadas com mogno só mostravam árvores retorcidas e sem valor [...] quando a esperança já era pouca, a equipe ficou pasma: viu uma parcela de árvores gigantes, de troncos retos e sem ramificações, com volumes de madeira excepcionais [...] Uma maravilha! A solução ideal! E qual teria sido o excelente tratamento silvicultural que dera resultados tão espetaculares? Após um breve momento de expectativa veio à resposta contundente: era a parcela testemunho! Ou seja, a parcela onde nada foi feito, onde nada foi plantado e nada foi mexido. Só se deixou que a natureza fizesse o seu trabalho (DOUROJEANNI, 2007).

A *Dodonaea viscosa* Jacq. é uma espécie que possui boa regeneração natural, aparecendo em grande quantidade em áreas de queimadas de campo, crescendo em alta densidade populacional. É uma espécie que se caracteriza por adaptar-se a uma grande variedade de solos, ocupando, inclusive, áreas de solos secos e rochosos.

É comum visualizar áreas de encostas de morros que são abandonadas pela agropecuária, devido ao difícil manejo, serem ocupadas por capoeiras com predomínio absoluto desta espécie que se adapta muito bem a estas condições adversas. Na região de ocorrência natural, esta espécie é comumente encontrada em locais de corte e aterro de beiras de estrada, atestando a capacidade da mesma de se estabelecer em solos altamente antropofizados e degradados.

Trata-se de uma espécie heliófila e seletiva xerófita comum nas capoeiras, sobretudo em solos arenosos, enxutos e ácidos (REITZ, 1980). A espécie ocorre em abundância ao longo de toda Serra do Sudeste e Serra do Mar, que se caracterizam pelo embasamento granítico, e nas áreas sedimentares adjacentes formando povoamentos semelhantes a vassourais.

Conforme Schneider et al. (1999) a espécie é utilizada nas pequenas propriedades rurais para lenha, trama, moirão e carvão. Também é empregada para a recuperação e estabilização de encostas arenosas, desnudas e rochosas, especialmente, após a ocorrência de incêndios.

É considerada popularmente como uma espécie de alto poder calorífico, sendo utilizada como fonte de lenha por pequenos agricultores que possuem povoamentos quase puros da mesma em áreas não aproveitadas. Contudo, este uso ocorre sem critérios de manejo definidos.

Avaliar a espécie quanto ao seu potencial de uso se reveste de importância para balizar as intervenções realizadas nestes povoamentos. Para isto, o conhecimento da estrutura destes fragmentos que possuem a *Dodonaea viscosa* Jacq. como espécie central é de fundamental importância. Só assim poderá se analisar a viabilidade dos mesmos como elementos da cadeia produtiva de madeira nas pequenas propriedades rurais.

Estas florestas, formadas pela regeneração espontânea, podem se tornar recurso florestal importante no meio rural, pois podem vir a auxiliar tanto na recuperação dos solos como no sustento das famílias ao fornecer produtos da floresta (SMITH et al. 2000). Com a crescente procura por produtos florestais, deve-se buscar alternativas para atender esta demanda. E, conforme o exemplo de Curuá-Uma, as florestas provenientes dos processos de sucessão podem apresentar resultados surpreendentes.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo geral

Caracterizar populações naturais de *Dodonaea viscosa* Jacq. como subsídio ao manejo florestal com vistas a suprir a demanda energética de lenha.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- a) realizar análise florística e estrutural do povoamento, contemplando a diversidade e a estrutura horizontal e vertical;
- b) analisar o potencial energético da lenha da *Dodonaea viscosa* Jacq., assim como seus constituintes;
- c) realizar uma discussão acerca do virtual pagamento pelos serviços ambientais decorrentes destes fragmentos e a consequência para os produtores rurais;
- d) quantificar os macronutrientes presentes na madeira e implicação dos mesmos no manejo florestal sustentável da espécie.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Capoeiras e o manejo florestal**

Tem se verificado uma progressiva redução das áreas florestais devido à ação predatória do homem, o que tem culminado na perda de indivíduos reprodutivos, biodiversidade, alterações no habitat e nas relações ecológicas entre as espécies. Estas áreas desmatadas, muitas vezes acabam por serem abandonadas, e o que se verifica é a formação de uma nova paisagem gerada a partir da regeneração natural, onde predominam florestas com espécies pioneiras. Mantovani et al. (2005) cita este processo como um “mecanismo de auto-renovação das florestas tropicais por meio da cicatrização de locais perturbados”.

Com a remoção da vegetação e consequente redução da fertilidade do sítio devido ao uso indiscriminado do solo, estas áreas acabam tornando-se impróprias para agricultura. A recolonização destes locais geralmente começa com espécies pioneiras adaptadas as condições impostas pelo ambiente. Estas, então, vêm a ser substituídas por outras espécies e assim se forma um continuado processo de sucessão florestal (AMARAL et al., 1996). Como este processo não ocorre de forma homogênea, o que se enxerga na paisagem é um mosaico de vegetações em diferentes estágios de sucessão (QUEIROZ, 1994).

Além de oferecer uma grande proteção ao solo, recuperando sua fertilidade, estas florestas de sucessão se caracterizam pela presença de espécies de valor comercial, seja para madeira, lenha ou outros usos. As florestas pioneiras ainda desempenham papel fundamental na regularização do regime hidrológico e na promoção da diversidade, seja animal ou vegetal (BROWN; LUGO, 1990).

Alguns estudos que visam caracterizar estas florestas em estágio de regeneração vêm sendo conduzidos (SILVA, 1997). Entretanto, pouco se sabe sobre a florística de fisionomias florestais em estágios iniciais de sucessão. Costa et al. (2005) destaca que a compreensão dos processos relacionados à sucessão é essencial para que se possa manejar e recuperar áreas degradadas contribuindo para a restauração florestal.

Ao intervir nos processos naturais das florestas nativas é fundamental que o planejamento seja baseado em informações confiáveis, estimadas através de inventários florestais minuciosos. É importante o conhecimento de vários parâmetros, sobretudo, a

diversidade, frequência, densidade, dominância e as distribuições diamétrica e espacial das espécies, bem como os valores ecológicos, econômicos e sociais das espécies (SOUZA et al., 2006).

Souza (2003) cita que os estudos nas florestas nativas com ênfase na análise estrutural devem abordar uma série de fatores, entre os quais destacam-se a composição florística, as estruturas horizontal, vertical, interna e paramétrica, além de contemplar as estimativas de distribuição de diâmetro e área basal.

Para a conservação da riqueza de espécies nestas florestas de regeneração, é fundamental o conhecimento dos processos que levam a esta sucessão florestal, principalmente no que concerne aos processos que ocorrem em capoeiras. Estas pesquisas são necessárias, sobretudo, nos ecossistemas direcionados ao manejo florestal sustentável, uma vez que permitem orientar técnica e cientificamente as ações exploratórias e conservacionistas (OLIVEIRA et al., 2006).

Com as informações relativas à estrutura e composição dos fragmentos florestais, é possível elaborar planos de manejo que levem a uma estrutura balanceada da floresta. Isto associado ao emprego de práticas silviculturais adequadas, as quais são subsidiadas por estas mesmas informações (SOUZA et al., 2006).

Através do conhecimento dos processos existentes nas sucessões florestais, consegue-se entender como se decorre as mudanças na composição florística. Estes dados são os elementos básicos para aumentar o número e a qualidade das árvores desejáveis, assim como, permitem ao silvicultor o planejamento do manejo visando o uso perpétuo dos recursos florestais, promovendo assim o uso racional das florestas (OLIVEIRA, 1995).

O uso econômico destas florestas é uma excelente alternativa para reduzir a pressão de desmatamento sobre as florestas primárias remanescentes, principalmente se considerar que elas se caracterizam por serem mais produtivas, quando comparadas com as florestas maduras que já se encontram com crescimento estagnado. Também vem a ser uma alternativa ao uso madeireiro de espécies exóticas que vem enfrentando dificuldade para sua expansão devido às restrições impostas por legislações específicas.

A consolidação do manejo de capoeiras também passa pelo engajamento dos produtores ao processo. É importante a mudança de mentalidade entre os produtores rurais de que as florestas são impeditivas ao seu desenvolvimento e direcioná-los para visão da floresta como uma fonte adicional de renda dentre as atividades da propriedade. Conforme Shanley et al. (2002) muitas vezes a floresta funciona como fonte de produtos para os agricultores, porém, o consumo se dá de forma interna sem a comercialização e as florestas acabam não

sendo devidamente valorizadas. Para Zarin (2005) a conservação das florestas passa pelo equilíbrio entre as ações de desenvolvimento econômico e preservação ambiental, e só será obtida com a participação de todos os atores envolvidos.

## **2.2 A madeira como fonte energética**

Vive-se uma grave situação no que tange a oferta de fontes de energia sustentáveis no planeta. A dependência de fontes energéticas em vias de esgotamento, sobretudo de combustíveis fósseis, sugere um colapso energético no mundo. Esta dificuldade está ancorada nas reduzidas opções de alternativas. Couto et al. (2004) sugere que é necessário inverter esta situação, construindo uma estrutura baseada numa gama maior de alternativas, sendo a biomassa a mais promissora para atender esta situação de defasagem energética que só tende a se agravar, principalmente para os países em desenvolvimento.

No mundo, a biomassa é responsável por 14 % da demanda energética (HALL, 1991), sendo a quarta fonte energética em nível global. Ao analisar-se sua importância regionalizada, ela assume ainda mais papel de destaque. Constitui-se no principal combustível para 75 % da população mundial, com a participação mais expressiva, sobretudo, nas matrizes energéticas dos países subdesenvolvidos, onde responde por até 90 % da oferta (VALE et al., 2003).

Para os mesmos autores, os argumentos que justificam o uso das florestas para energia são muitos, assim como o desenvolvimento de tecnologias para melhor aproveitamento das mesmas. Contudo, é dada atenção especial para três fatores:

- a) Ecológico - a madeira, por ser um recurso renovável, possibilita a redução significativa das fontes de energia de origem fóssil e a utilização racional desses recursos, além de também limitar as emissões de gases causadores do efeito estufa. O impacto ecológico favorável se manifesta igualmente sobre o plano mais localizado, uma vez que a utilização dos subprodutos da colheita florestal para a mesma finalidade permite a exploração e a valorização mais racionais e otimizadas dos recursos florestais;
- b) Econômica - considerando a possibilidade de aproveitamento de todos os subprodutos oriundos da cadeia produtiva da matéria-prima florestal e comparativamente à produção energética equivalente, a biomassa florestal oferece empregos em uma escala quatro vezes maior que outras fontes energéticas; e
- c) Social - uma vez que a madeira como suprimento energético contribui com um impacto positivo sobre o desenvolvimento rural, permitindo aos agricultores diversificar suas atividades através do reflorestamento de áreas inadequadas para a agricultura tradicional.



A lenha é a principal fonte energética dos agricultores. Sendo empregada desde atividades domésticas como o cozimento dos alimentos (GOLDEMBERG, 1998) e aquecimento, até como insumo agrícola, sendo empregada amplamente na secagem dos grãos. Também é utilizada para fins industriais, sendo que no Brasil constitui-se como a base da indústria siderúrgica, que a emprega sob a forma de carvão vegetal. Na região sul, é indispensável nos processos industriais das agroindústrias que a utilizam para produção de vapor (GATTO et al., 2003).

Uma forma de aperfeiçoar a oferta de energia seria o uso das florestas nativas em bases sustentadas (OLIVEIRA et al., 1998), assim haveria um direcionamento na produção de biomassa florestal para atender comunidades específicas sem comprometer a sustentabilidade do ecossistema. Estudos que permitam um maior controle da produção mediante o manejo dos estoques remanescentes, direcionados a produção de matéria-prima energética para as comunidades, atenuariam a crise de lenha no meio rural, agregando renda ao homem do campo (MATA; SOUZA, 2000).

O manejo florestal sustentável aliado ao uso racional da madeira pode tornar-se a base para uma matriz energética renovável e com reconhecido atributo ambiental (GATTO et al., 2003). Diferente dos combustíveis fósseis, as florestas podem, em novo ciclo, capturar o carbono eliminado por ocasião da queima, immobilizando-o por anos e até séculos. Além disso, a madeira possui um baixo teor de enxofre, sendo menos nociva ao meio ambiente.

A energia formada a partir da madeira vem a ter um baixo custo quando comparado com as demais fontes energéticas. E o fato da biomassa florestal ser descentralizada, estando disponível em quase todos os locais, a torna ainda mais competitiva por dispensar os altos custos de distribuição. Dentro do panorama técnico, econômico e político, vem a ser a recurso mais racional para cobrir a demanda energética rural nos locais mais isolados (BRASIL, 1986).

### **2.3 Serviços ambientais da floresta**

Nas árvores há um processo natural de retenção de CO<sub>2</sub> via fotossíntese. Desta forma, as árvores são responsáveis pela retenção de aproximadamente um trilhão de toneladas de carbono, valor equivalente a dois terços do carbono terrestre. As florestas representam o mais

longo ciclo de estocagem de carbono entre as plantas, imobilizando-o seja na forma de madeira ou pelo acúmulo no solo (TOTTEN, 2000).

As florestas são os chamados “carbon sinks” ou poços de carbono, por sua alta capacidade de absorver este elemento. O mesmo pode ficar estocado por centenas de anos antes de voltar à atmosfera, seja pela respiração, decomposição, erosão ou queima (TOTTEN, 2000).

Chang (2002) simplifica em três tipos as formas de se maximizar o sequestro de carbono florestal:

- a) preservação do estoque de carbono nas florestas já existentes através de ação protetora;
- b) aumento do estoque de carbono florestal por meio de uma ação combinada de práticas de manejo florestal sustentável, regeneração florestal e reflorestamento em áreas degradadas, ou introdução de atividades agroflorestais em áreas de agricultura;
- c) substituição de combustíveis fósseis por produtos de biomassa vegetal sustentáveis.

Além das formas descritas pelo autor soma-se ainda o processo de imobilização pelo incentivo ao uso de bens madeireiros duráveis, como é o caso de móveis, pisos e residências de madeira. Estes vêm a ser mais eficiente que a substituição dos combustíveis fósseis pela biomassa, que traz a neutralização das emissões, porém não é efetivo no sequestro do carbono da atmosfera.

A principal justificativa para utilizar o sequestro de carbono florestal é sua alta eficiência econômica, aliada a benefícios ecológicos secundários. Este é o instrumento mais barato entre os mecanismos previstos, apresentando um baixo custo por tonelada de carbono imobilizado, em contraponto as tecnologias de eficiência energética, de alto custo de implantação. Ao considerar a visão empresarial de contínua busca pela redução dos custos, o sequestro de carbono florestal aparece como principal alternativa para o reconhecimento pelo serviço prestado ao meio ambiente.

Este mecanismo vem sendo muito defendido no Brasil pelos conservacionistas, que vêem nele a oportunidade de se obter benefícios ambientais. Da mesma forma se torna conveniente para o setor florestal, pois maximiza os recursos disponíveis para investimento no setor, respaldado principalmente nas grandes corporações transnacionais que vem se direcionando para esta fonte devido ao baixo custo (CHANG, 2002).

Estes investimentos se bem planejados podem gerar benefícios para o país. Além das premissas básicas de redução do aquecimento global e melhoria do meio ambiente, os investimentos no setor florestal poderiam ser direcionados visando à melhoria das populações locais, gerando emprego e renda.

O setor empresarial cada vez mais vem adotando regimes de parceria em seus projetos. A inclusão de uma gama de setores da sociedade se reflete no sucesso dos empreendimentos. Para May et al. (2005) os projetos de carbono florestal caracterizam-se por incluir uma grande variedade de atores, entre os quais gestores de projetos, cientistas, negociadores, planejadores e grupos representativos de interesses locais, tais como o governo municipal, a força de trabalho e as comunidades locais, deixando de ser uma parceria público privada e abrangendo uma diversidade de agentes que apostam no êxito do projeto.

Quando os setores locais da sociedade estão inseridos nos projetos, eles se tornam indicadores do cumprimento dos objetivos. Sendo eles os principais beneficiários dos processos, tornam-se a melhor forma para quantificar a eficiência dos projetos de carbono florestal.

A inclusão dos pequenos e médios produtores nos projetos pode ter impacto direto na redução da concentração de terras, principalmente no que concerne aos projetos de créditos de carbono florestal, que tem se sido muito criticados por promoverem uma concentração fundiária em demasia. Os pagamentos por serviços ambientais seriam um excelente oportunidade, já que nestes casos os produtores assumem papel principal do processo e os projetos são mais direcionados ao desenvolvimento local (MAY et al., 2005).

Ainda, cabe ressaltar que os incentivos para o uso sustentável das terras e florestas deve estar amparado em critérios claros. A questão relativa à degradação dos solos e das florestas já se mostrava precária muito antes de qualquer convenção mundial para discussão de seqüestros de carbono. A resolução destes problemas vem enfrentando obstáculos enormes por falta de prioridade política, recursos financeiros e humanos e preparo institucional (CHANG, 2002). Qualquer projeto direcionado a minimizar o aquecimento global não deve deixar de considerar todas as condicionantes de sustentabilidade.

#### **2.4 Exportação de nutrientes e o sítio**

A apreensão gerada pela exportação dos nutrientes nas florestas tem registro desde o século XIX. Na época já havia a recomendação na Alemanha de repor os nutrientes perdidos por ocasião da colheita da floresta. Havia o consenso de que a reposição deveria ser no mínimo igual às retiradas, caso contrário, corria-se o risco de exaustão dos solos florestais. (FERREIRA et al., 2001).

Com a exploração da floresta, alteram-se as condições do ambiente devido à remoção dos nutrientes. Isto tem consequências diretas na produtividade futura da área, uma vez que vai havendo um gradativo processo de exaustão dos solos, sobretudo nas regiões tropicais e subtropicais, que dependem quase que exclusivamente da ciclagem de nutrientes (SCHUMACHER; HOPPE, 1997).

Muitas vezes há um grande número de rotações em um mesmo terreno, até oito cortes como registrado no sistema de cultivo da bracatinga (LAURENT; MENDONÇA, 1989), não havendo uma adubação de reposição para suprir estas perdas, o que acaba acarretando perdas na produção. Dai a importância do conhecimento do balanço energético nestes ecossistemas e das necessidades nutricionais das espécies (BAGGIO; CARPANEZZI, 1997). Só assim poderá se orientar corretamente a reposição dos nutrientes perdidos nos diversos sítios florestais.

A não compensação destes nutrientes exportados pela colheita das árvores associado a perdas naturais decorrentes de processos de erosão e lixiviação dos solos, provoca uma aceleração no extenuamento dos níveis de fertilidade química dos solos, o que traz consequências diretas na produtividade das áreas utilizadas pelo manejo florestal (MORO et al., 2008). Isso é mais evidenciado nas áreas em que já há naturalmente um suprimento reduzido dos elementos essenciais necessários ao desenvolvimento das plantas.

Kimmins (1977) cita o conceito de rotação ecológica visando manter a produtividade dos sítios florestais. Neste caso, o autor refere-se ao período em que o sítio necessita para restabelecer as condições existentes antes da exploração. Entretanto, na maioria das vezes não se dispõe deste tempo. Baggio e Carpanezi (1997) afirmam que nestes casos pode-se fazer uso de um adequado plano de fertilização na área.

O conhecimento da relação existente entre a disponibilidade de nutrientes no sítio e a quantidade de nutrientes exportadas é fundamental quando se pensa em orientar as técnicas de manejo florestal visando o cultivo por várias rotações. A adoção de estratégias de longo prazo é fundamental em sistemas que busquem um manejo florestal sustentável (SANTANA et al., 2008).

Ferreira et al. (2001) aponta as explorações intensivas em rotações curtas como as grandes responsáveis pelo esgotamento dos solos, uma vez que estas não proporcionam o tempo necessário para reposição dos nutrientes. Além disso, os autores atestam para o fato da inconveniência do uso total das árvores e a importância da conservação dos resíduos da floresta na área.

Quando se estuda a nutrição das árvores, assim como a reciclagem e exportação dos nutrientes nas florestas, é de suma importância o conhecimento da distribuição dos elementos na planta (MADGWICK, 1971).

O volume de nutrientes removido do ecossistema devido à exploração florestal é função da intensidade da exploração e da proporção dos componentes que venham a ser retirados da área (BAGGIO; CARPANEZZI, 1997). Em relação ao peso total, a massa lenhosa extraída por ocasião da colheita representa de 75 a 80 % em reflorestamentos de espécies florestais (RUSSO, 1983).

Os sistemas em que ocorre somente a colheita da madeira, com a manutenção dos demais componentes das árvores na área, são em termos ecológicos e silviculturais, os processos que menos exportam nutrientes (BARICHELLO, 2003). Os demais componentes devem ser mantidos no campo, preferencialmente distribuídos de forma homogênea, que promovem uma maior proteção ao solo e liberação gradativa dos nutrientes (VOGEL, 2005).

Após a exploração é importante que o solo não fique exposto e que não seja efetuada a queima dos resíduos, prática que promove grande perda dos nutrientes, sejam volatizados, lixiviados ou erodidos (SCHUMACHER, 2000).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de Encruzilhada do Sul (Figura 1), o qual se situa no nordeste do Planalto Sul-Riograndense. O relevo é caracterizado por serras rochosas com coxilhas e poucas planícies, constituído por um embasamento de rochas graníticas denominado Escudo Cristalino Sul-Riograndense (CUNHA et al., 2005). Os solos no município são na maior parte Argissolos, sendo, sobretudo distróficos (FLORIANO, 2008).

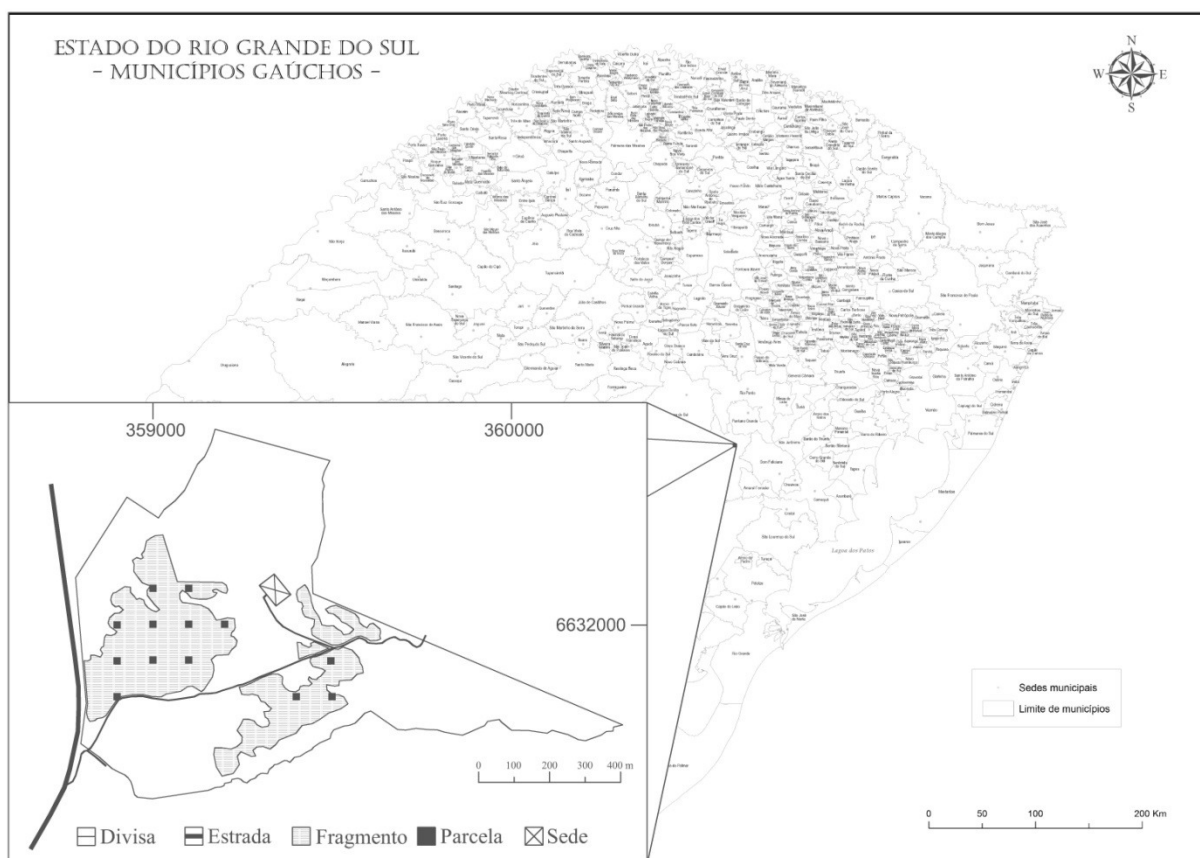


Figura 1 – Localização da área de estudo no estado do Rio Grande do Sul e do fragmento florestal na propriedade.

O clima local é temperado, classificado como Cfb, pelo sistema de Köppen. A temperatura média é de 16,5 °C, e a chuva é distribuída regularmente com um maior volume nos meses de setembro e outubro (CUNHA et al., 2005), época de plantio das culturas de verão. O balanço hídrico apresenta uma deficiência de 85 mm distribuídos nos meses de novembro a março (IBGE, 1986).

A vegetação do município é classificada como uma Savana Parque (IBGE, 1986), porém, já está bastante modificada. A vegetação outrora era constituída por uma vegetação rala, alternada por capões esparsos entre gramíneas e com matas de galerias nos arroios.

Onde os processos agropecuários estão ativos, visualiza-se a presença de campos limpos e culturas que favorecem a manutenção desta paisagem de Savana. Mas com o gradual aumento das áreas abandonadas, principalmente as menos aptas a agropecuária, a paisagem está gradualmente sendo modificada para uma vegetação com a forte presença de espécies pioneiras arbustivas.

É nestas áreas anteriormente ocupadas por cultivos anuais, e agora relegadas ao abandono agrícola, que foi realizado o presente estudo. A área de estudo é composta por uma comunidade florestal em estágio inicial a médio de regeneração, em que ocorre o predomínio da espécie *Dodonaea viscosa* Jacq.

A área caracteriza-se por possuir Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos pouco profundos e com aspecto cascalhento associados à forte presença de afloramentos rochosos. Quanto ao uso agrícola, a terra vinha sendo utilizada com lavouras até a década de 1980, quando foi introduzida a pecuária extensiva. O declive da área é na maior parte baixo (< 25 %), porém, a rochividade é alta, o que dificulta seu uso para cultivos anuais.

### 3.2 Coleta dos dados

Para análise da vegetação foram instaladas 13 unidades amostrais de 20 por 20 m (400 m<sup>2</sup>). Estas unidades foram subdivididas em quatro sub-parcelas de 10 por 10 m (100 m<sup>2</sup>). As parcelas foram distribuídas de forma sistemática na área a cada 100 m (Figura 1). Para certificar-se que o número de parcelas estava adequado para análise da vegetação foi utilizado o método da curva espécie-área.

Nas parcelas avaliou-se todos os indivíduos com circunferência ao nível do solo (CNS) superior a 10 cm. A CNS das árvores foi medida com uso de fita métrica que fornece a

circunferência com precisão de milímetros. Já a altura total (h) dos indivíduos foi medida com uso de vara, a qual foi graduada a cada 10 cm.

Na área, ainda foram abatidas 13 árvores de *Dodonaea viscosa* Jacq. que apresentaram boa forma e grande dimensão com a finalidade de realizar o estudo acerca da massa específica, poder calorífico e constituintes da madeira.

### 3.3 Análise estrutural

Na análise da composição florística as espécies amostradas foram relacionadas com seus respectivos nomes vulgares, científicos e famílias. Foi realizada uma análise crítica visando descrever o estágio sucessional e analisar quais gêneros ou famílias são as mais importantes do ponto de vista florístico.

Para análise da estrutura horizontal foi caracterizado a densidade, dominância, frequência e valor de importância relativo das espécies. A estrutura horizontal visa indicar o grau de participação das espécies na área, assim como, a forma com que estão distribuídas.

A densidade foi expressa nas formas de densidade absoluta (DA) que corresponde ao número de indivíduos de cada espécie por unidade de área, e densidade relativa (DR) que é a relação do número de indivíduos de uma espécie pelo número total de indivíduos em porcentagem.

A dominância refere-se à projeção de copa dos indivíduos sobre o solo. Como a projeção de copa tem uma alta relação com a área basal, ela foi obtida pela soma das áreas basais das espécies por hectare no caso da dominância absoluta (DoA) e pela porcentagem da área basal de cada espécie pela área basal de todas as espécies no caso da dominância relativa (DoR).

A frequência avalia a distribuição das espécies na área sendo expressa por frequência absoluta (FA), que é a porcentagem de parcelas em que cada espécie ocorre, e frequência relativa (FR), que é a relação entre a frequência absoluta de cada espécie e a soma das frequências absolutas de todas as espécies.

Espécies com um elevado número de indivíduos podem apresentar baixos valores de frequência em função de seus indivíduos estarem agrupados em manchas. Ao passo que outras espécies podem apresentar 100% de frequência, pois seus indivíduos encontram-se distribuídos em todas as parcelas amostradas (FELFILI; REZENDE, 2003).



O valor de importância (VI) visa caracterizar a importância de cada espécie no povoamento, permitindo analisar-se a posição da espécie na comunidade. Ele é obtido com a soma dos valores relativos de densidade, dominância e frequência. As espécies mais importantes em termo de VI são aquelas que apresentam o maior sucesso em explorar os recursos de seu habitat. A partir de cada um de seus parâmetros pode-se compreender se a espécie é abundante ou não, como se comporta sua distribuição e se possui grande área basal (FELFILI; REZENDE, 2003).

Para o estudo da estrutura vertical a posição sociológica dos indivíduos foi dividida em três estratos: superior, médio e inferior. Os limites dos estratos foram determinados com base na curva de frequência acumulada do número de indivíduos por classe de altura fitossociológica, sendo os limites de 33,33 % e 66,67 %, conforme descrito por Longhi (1980). A estrutura vertical é o índice do estágio sucessional que se encontra a floresta e serve de parâmetro para se determinar quais espécies poderão compor o povoamento futuro.

A análise se deu pela avaliação do número de indivíduos e suas respectivas áreas basais por estrato e por espécie. Com isso, pode-se conhecer a composição florística dos distintos estratos da floresta no sentido vertical. A presença da espécie nos três estratos é índice de sua participação em toda estrutura da floresta. As que aparecem apenas no estrato inferior podem ser espécies que se desenvolvem na sombra e as espécies que aparecem somente no superior, espécies heliófilas ou que estão impossibilitadas de se reproduzirem por algum fator do meio, o que pode acarretar sua extinção da comunidade no futuro.

Para análise da distribuição diamétrica da *Dodonaea viscosa* Jacq. o número de classes, assim como o intervalo entre elas, foi determinado com base na fórmula de Sturges. Foi realizada a análise gráfica relacionando o número de árvores e a área basal nas classes.

Na determinação da diversidade florística da população em estudo foi utilizado o Índice de Diversidade de Shannon, que é um índice não-paramétrico baseado na abundância proporcional das espécies. Também, foi feita análise da equabilidade, através do Índice de Pielou, que corresponde à relação entre a diversidade observada e a máxima diversidade esperada. O seu valor pode variar de 0 até 1, que é quando as espécies se encontram igualmente distribuídas (MORENO, 2001).

A distribuição espacial das principais espécies que compõe a floresta foi feito através do grau de dispersão pelo Índice de Morisita (IM). Conforme Schneider (2009) a dispersão dos indivíduos pode ser agregada, aleatória ou uniforme, dependendo dos valores obtidos (IM > 1: distribuição agregada; IM < 1: distribuição regular; IM = 0: distribuição ao acaso).

### 3.4 Uso energético

Para determinar a massa específica básica da madeira, foram utilizados os discos retirados das árvores abatidas. Após sua confecção, os discos foram identificados e deles retirados cunhas. As cunhas foram submersas em água até a saturação, quando, foi determinado o volume pelo método de imersão em água sobre balança hidrostática. Após, elas foram submetidas à secagem até massa constante em estufa a 103 °C, calculando-se então, a massa específica básica das cunhas pela relação entre peso seco e volume saturado.

Conforme Vale (2000) o uso da massa específica básica é o artifício de maior eficiência na quantificação da madeira por unidade de volume, sendo um dos principais índices de qualidade de madeira.

O restante do material dos discos, não empregados nas cunhas, foi utilizado na determinação do poder calorífico da madeira. Primeiramente ele foi moído, homogeneizado e então encaminhado ao Laboratório de Ensaio em Combustíveis da Fundação de Ciência e Tecnologia (CIENTEC). O poder calorífico pode ser definido como a quantidade de energia na forma de calor liberada pela combustão de uma unidade de massa da madeira (JARA, 1989).

A análise foi realizada com base na metodologia da norma ASTM D-5865/11. A amostra foi seca em estufa de lâmpadas e circulação de ar a temperatura de 50 °C, até massa constante. Após a secagem a amostra foi preparada por moagem a 0,25 mm em moinho de disco oscilante. O poder calorífico superior e o cálculo do inferior foram determinados por bomba calorimétrica isoperibol.

O teor de cinzas foi determinado por termogravimetria, conforme a norma ASTM D-7582/10. Na análise dos constituintes da madeira, a determinação dos elementos carbono (C), hidrogênio (H) e nitrogênio (N), foi feita conforme a norma ASTM D-5373/08, por combustão da amostra com detecção por infravermelho e condutividade térmica. O enxofre (S) total foi determinado por combustão da amostra com detecção por infravermelho, segundo a norma ASTM D-4239/11, e o oxigênio (O) mediante os procedimentos da norma ASTM D-3176/09.

Brito e Barrichelo (1978) consideram importante para o uso da madeira como combustível, a determinação do poder calorífico, massa específica e análise imediata da madeira. A análise imediata refere-se à determinação dos teores de carbono, cinzas e materiais voláteis.

### 3.5 Teor de nutrientes

Para análise da exportação dos macronutrientes por ocasião da exploração da *Dodonaea viscosa* Jacq. foi considerado apenas os nutrientes presentes na madeira. O material utilizado foi o mesmo da análise do poder calorífico, sendo composto pelo material moído dos discos não utilizados nas cunhas da análise de massa específica básica.

As determinações dos teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) foram realizadas no Laboratório de Análises Químicas Industriais e Ambientais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Para os teores de N, utilizou-se os dados provenientes da análise da CIENTEC.

As amostras foram submetidas a um procedimento de digestão ácida assistida por radiação micro-ondas em plataforma modular Multiwave 3000. Cerca de 300 mg de amostra foram transferidos para tubos de quartzo, onde foram adicionados, 6 mL de  $\text{HNO}_3$  14 mol.L<sup>-1</sup>. O programa de decomposição das amostras consistiu de um período inicial de 10 minutos até atingir a potência de 1400 W, seguido por 30 minutos a potência de 1400 W e, por fim, um período de resfriamento de 20 minutos.

Após a etapa de digestão, as amostras foram avolumadas a 30 mL em frascos de polipropileno e posteriormente diluídas, quando necessário. As amostras foram analisadas por espectrômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP OES) marca Spectro Ciros modelo CCD (potência gerador RF = 1400 W; vazão de ar principal = 20 L min.<sup>-1</sup>; vazão de ar auxiliar = 1 L min.<sup>-1</sup>; vazão de ar do nebulizador = 0,9 L min.<sup>-1</sup>). O plasma foi gerado a partir de argônio.

Os comprimentos de onda utilizados para cada elemento foram os seguintes: P = 177,495 nm; K = 766,491 nm; Ca = 317,933 nm; Mg = 279,553 nm; S = 180,731 nm.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Estrutura do fragmento

Foi inventariado um total de 13 parcelas de 20 x 20 m na área objeto de estudo, subdivididas em quatro sub-parcelas de 10 x 10 m cada (52 subparcelas de 10 x 10 m). Destas, três sub-parcelas foram descartadas por terem sofrido alterações antrópicas entre a instalação e coleta dos dados. A tabela 1 ressalta algumas informações dendrométricas básicas do fragmento.

Tabela 1 – Características dendrométricas da fitocenose.

Variável	Valor
Área amostrada (m <sup>2</sup> )	4.900,0
Nº de indivíduos amostrados (n)	1.744,0
Nº de indivíduos do fragmento (n/ha)	3.559,2
Nº de indivíduos de <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq. (n/ha)	3.165,3
Área basal do fragmento (m <sup>2</sup> /ha)	14,2
Área basal de <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq. (m <sup>2</sup> /ha)	12,9
Dns máximo do fragmento (cm)	43,9
Dns mínimo do fragmento (cm)	3,1
Dns médio do fragmento (cm)	6,3
Dns máximo de <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq. (cm)	27,6
Dns mínimo de <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq. (cm)	3,1
Dns médio de <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq. (cm)	6,4
Altura máxima do fragmento (m)	7,8
Altura mínima do fragmento (m)	0,4
Altura média do fragmento (m)	4,2
Altura máxima de <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq. (m)	7,8
Altura mínima de <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq. (m)	1,8
Altura média de <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq. (m)	4,4

De acordo com a curva espécie-área (Figura 2), nota-se que 11 sub-parcelas, ou 1.100 m<sup>2</sup> de área amostral, já seriam suficiente para representar o fragmento quanto à composição florística, pois nenhuma espécie nova foi encontrada a partir desta intensidade de amostragem.

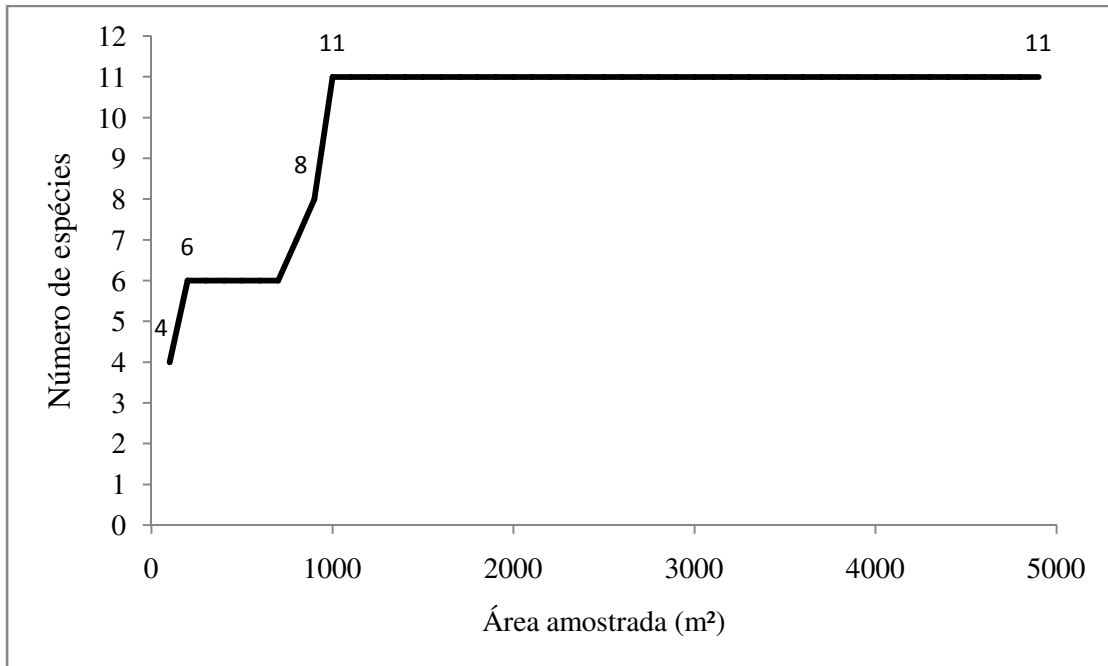


Figura 2 – Curva espécie-área utilizada na avaliação da intensidade de amostragem.

O pequeno número de espécies encontradas pode ser explicado pelas características do local. O fragmento é composto por uma sucessão vegetal relativamente jovem, onde predomina vegetação pioneira, composta por uma população típica do local, constituída de espécies com a capacidade de desenvolver-se nestes ambientes inóspitos, de solos rasos e pedregosos.

Ao analisar-se a composição florística (Tabela 2) percebe-se que o fragmento, além de ser composto por um pequeno número de espécies, não apresenta nenhuma família predominando com maior riqueza de espécies, tendo somente a família Myrtaceae com duas espécies.

O fragmento é composto basicamente por espécies pioneiras e secundárias iniciais, com a presença de algumas espécies com características de estágios sucessionais mais avançados como *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg e *Chrysophyllum marginatum* (Hook. & Arn.) Radlk.

Vaccaro (1997) estudando um fragmento de capoeira obteve, na região de Santa Tereza (RS), o mesmo padrão no que refere-se ao estágio sucessional da floresta, predominando as espécies pioneiras.

Tabela 2 – Composição florística da área de estudo. Encruzilhada do Sul, RS.

Nome científico	Nome vulgar	Família
<i>Bacharis</i> sp.	Vassoura-branca	Asteraceae
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	Murta	Myrtaceae
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Carvalinho	Salicaceae
<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schultdl.	Viuvinha	Rubiaceae
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Aguai-leiteiro	Sapotaceae
<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	Embira	Thymelaeaceae
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	Vassoura-vermelha	Sapindaceae
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	Aroeira-bugre	Anacardiaceae
<i>Myrcia palustris</i> DC.	Pitangueira-do-mato	Myrtaceae
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fumo-bravo	Solanaceae
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-cadela	Rutaceae

Nos estudos de sucessão florestal é comum que nas primeiras fases de desenvolvimento ocorra um número reduzido de espécies. Tabarelli e Mantovani (1999) encontraram em áreas florestais que sofreram perturbações, quatro espécies arbóreas após 10 anos do sinistro. Número este que foi crescente com a evolução da cronossequência.

As espécies pioneiras caracterizam-se por apresentar um ciclo de vida relativamente curto, ocupando uma posição no processo de sucessão onde são substituídas por outras espécies. Espera-se que esta população funcione como preparação de um novo ambiente, onde permitirá o estabelecimento de outras espécies vegetais de menor amplitude ecológica, tornando a população cada vez mais complexa, aumentando, assim, a diversidade de espécies.

Neste aspecto surge com grande destaque para a região a espécie *Dodonaea viscosa* Jacq. A mesma aparece no estudo com representativo valor de 3165,31 indivíduos por hectare, representando 88,9% das árvores no local (Tabela 3).

Este grande número de árvores pode ser explicado em parte pelo baixo valor de inclusão utilizado na amostragem (circunferência ao nível do solo de 10 cm). Contudo, considerando-se os valores percentuais, percebe-se que a *Dodonaea viscosa* Jacq. é a principal espécie colonizadora destes ambientes degradados. Se for considerado apenas as plantas vivas na área esta relação aumenta para 92,5% das árvores.

Este resultado indica o potencial da espécie na recuperação de áreas degradadas, principalmente na região de ocorrência natural da espécie, onde já está adaptada às condições de clima e solo predominantes. Na tabela da estrutura horizontal (Tabela 3) nota-se que é a única espécie que ocorre em todas as parcelas, logo, ocorrendo em todas as condições ecológicas presentes na área.

No que concerne ao valor de importância relativo, a espécie *Dodonaea viscosa* Jacq. corresponde a 74,23%, seguida pelas árvores mortas com 6,51%. Conforme pode ser visualizado em campo, durante a coleta dos dados, estas árvores mortas são provenientes basicamente de indivíduos dessa espécie principal, o que corrobora ainda mais na importância da *Dodonaea viscosa* Jacq. no processo de sucessão destas áreas abandonadas.

A área basal no povoamento ficou em 14,25 m<sup>2</sup>/ha abaixo dos valores comumente encontrados nas florestas maduras do Rio Grande do Sul, que geralmente se situa na faixa dos 30 m<sup>2</sup>/ha.

Porém, foi condizente com o valor de 14,14 m<sup>2</sup>/ha encontrado no Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul para florestas em estágio sucessional inicial para regiões de Savana (RIO GRANDE DO SUL, 2002). Cabe ressaltar que este valor foi obtido considerando a seção transversal das árvores a 1,3 m de altura, enquanto o presente estudo considerou ao nível do solo.

Tabela 3 – Estrutura horizontal da vegetação estudada. Encruzilhada do Sul, RS.

<b>Espécie</b>	<b>DA</b>	<b>DR</b>	<b>DoA</b>	<b>DoR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>VI%</b>
<i>Bacharis</i> sp.	36,73	1,03	0,04	0,31	22,45	9,73	3,69
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	51,02	1,43	0,19	1,36	18,37	7,96	3,59
<i>Casearia sylvestris</i>	40,82	1,15	0,13	0,90	2,04	0,88	0,98
<i>Chomelia obtusa</i>	14,29	0,40	0,02	0,15	4,08	1,77	0,77
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	4,08	0,11	0,02	0,17	2,04	0,88	0,39
<i>Solanum mauritianum</i>	4,08	0,11	0,01	0,05	4,08	1,77	0,64
<i>Daphnopsis racemosa</i>	6,12	0,17	0,03	0,18	6,12	2,65	1,00
<i>Dodonaea viscosa</i>	3.165,31	88,93	12,88	90,41	100,00	43,36	74,23
<i>Lithraea brasiliensis</i>	34,69	0,97	0,41	2,91	12,24	5,31	3,06
Morta	136,73	3,84	0,34	2,40	30,61	13,27	6,51
<i>Myrcia palustris</i>	63,27	1,78	0,16	1,14	26,53	11,50	4,81
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	2,04	0,06	0,00	0,02	2,04	0,88	0,32
<b>Total</b>	<b>3.559,18</b>	<b>100,00</b>	<b>14,25</b>	<b>100,00</b>	<b>230,61</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

DA: densidade absoluta; DR: densidade relativa; DoA: dominância absoluta; DoR: dominância relativa; FA: frequência absoluta; FR: frequência relativa; VI%: Valor de importância relativo.

Ao analisar os resultados por parcela, observa-se uma amplitude das áreas basais, que vão de 3,5 a 29,2 m<sup>3</sup>/ha (Tabela 4). Com isso, nota-se que as espécies presentes na área e,

principalmente, a *Dodonaea viscosa* Jacq., que corresponde a 90,41 % da área basal do fragmento, respondem positivamente as variações do sítio.

Tabela 4 – Resultado do levantamento detalhado por parcela.

Parc.	G (m <sup>2</sup> /ha)	dns (cm)	h (m)	Parc.	G (m <sup>2</sup> /ha)	dns (cm)	h (m)	Parc.	G (m <sup>2</sup> /ha)	dns (cm)	h (m)
1.1	6,3	4,6	3,1	5.2	3,7	7,0	3,5	10.2	28,7	6,3	5,1
1.2	10,9	5,4	3,7	5.3	8,6	5,5	4,2	10.3	23,2	7,2	4,5
1.3	5,1	4,5	2,9	5.4	6,2	6,2	3,8	10.4	20,1	6,8	4,7
1.4	8,7	5,8	3,4	6.1	19,4	7,9	4,4	11.1	19,2	7,8	4,0
2.1	5,5	5,2	3,6	6.2	20,6	7,8	4,1	11.2	18,1	7,1	4,4
2.2	13,3	5,5	3,6	7.1	16,5	5,6	3,7	11.3	16,4	8,2	4,5
2.3	3,8	4,8	3,2	7.2	15,0	5,7	3,7	11.4	13,0	7,3	4,5
2.4	29,2	8,4	3,8	7.3	19,1	5,0	4,2	12.1	19,0	6,5	4,8
3.1	15,4	5,8	4,7	7.4	20,8	6,1	4,4	12.2	11,2	6,7	4,2
3.2	15,3	6,3	3,7	8.1	10,2	5,2	4,2	12.3	11,6	6,8	3,8
3.3	11,3	6,5	5,1	8.2	4,5	4,5	3,6	12.4	15,1	6,8	3,6
3.4	22,9	8,0	5,5	8.3	16,4	7,8	4,3	13.1	21,6	10,0	5,0
4.1	17,7	7,5	4,3	8.4	5,2	5,8	3,4	13.2	9,1	7,6	4,3
4.2	9,6	7,7	3,4	9.1	4,9	4,2	3,7	13.3	19,0	10,7	5,4
4.3	27,4	6,3	5,4	9.2	11,8	4,9	4,2	13.4	20,6	11,0	5,5
4.4	28,4	7,1	4,6	9.3	4,1	4,1	3,7	Méd.	14,2	6,4	4,2
5.1	3,5	4,9	3,6	9.4	11,0	5,9	4,4				

Na estrutura vertical, os limites dos estratos, conforme a curva de frequência acumulada das alturas foram, respectivamente, 3,7 m de altura entre o estrato inferior e o médio e, 4,7 m entre o médio e o superior (Figura 3).

Das 11 espécies, 5 estão representadas nos três estratos da floresta. E, além destas, na área há a ocorrência das espécies *Bacharis* sp. e *Daphnopsis racemosa* Griseb., que, por serem espécies arbustivas, dificilmente atingirão o estrato superior. Desta forma, pode-se dizer que a vegetação estudada encontra-se com uma distribuição regular em sua estrutura vertical, uma vez que as espécies estão representadas em todos os estratos (Tabela 5).



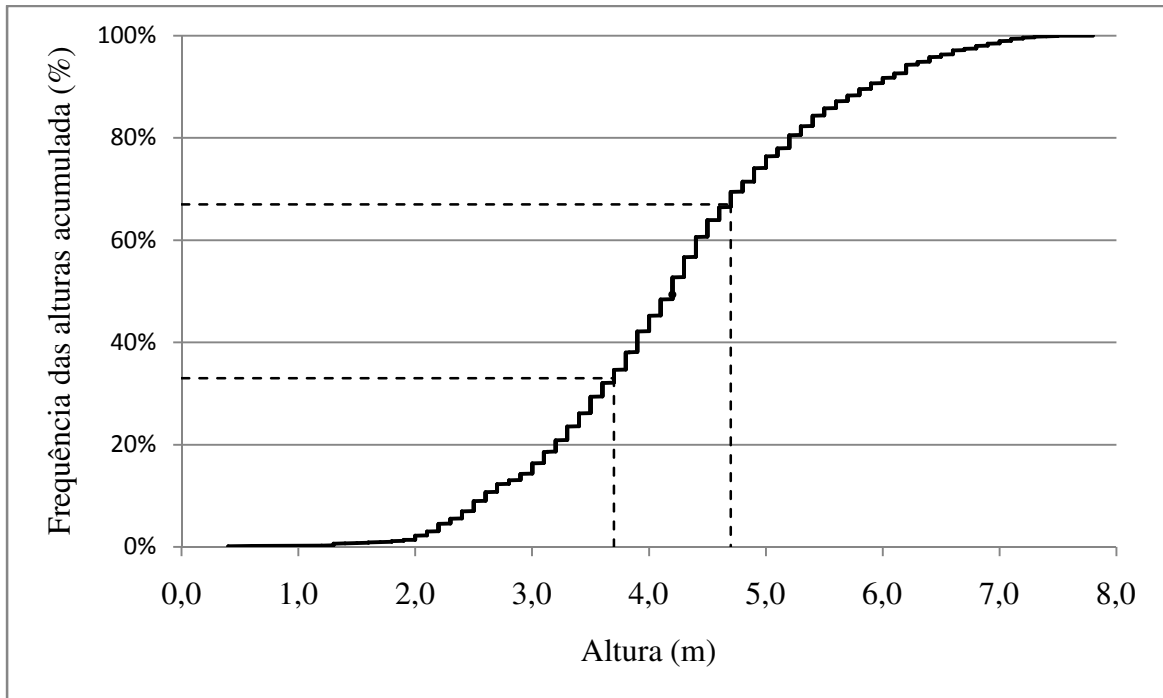


Figura 3 – Distribuição da frequências acumuladas das alturas, com os limites dos estratos.

Ao observar as classes sucessionais das espécies nos diferentes estratos, percebe-se que ainda não há indícios da floresta estar transpondo para um estágio mais avançado de regeneração. O estrato inferior ainda é dominado basicamente por espécies pioneiras, o que leva a crer que ainda não se formou as condições de sítio para o estabelecimento das espécies pertencentes às classes sucessionais mais avançadas. Mais que isso, em contraponto tem-se a espécie *Chrysophyllum marginatum* (Hook. & Arn.) Radlk., uma secundária tardia, ocorrendo nos estratos médios e superiores, não sendo encontrada no estrato inferior.

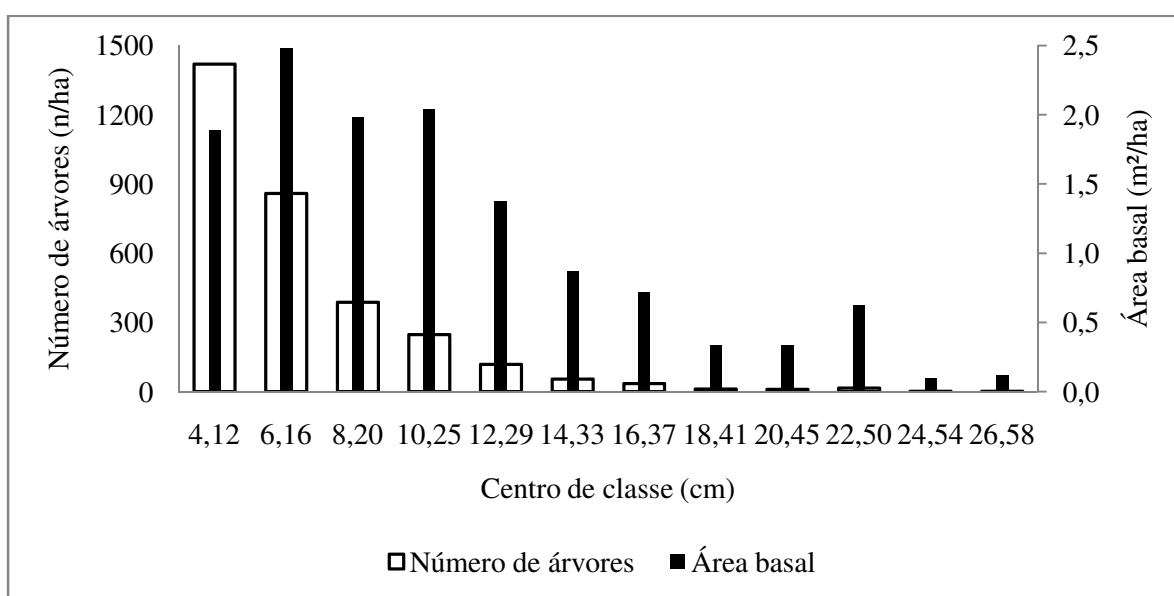
Analisando-se especificamente a espécie *Dodonaea viscosa* Jacq. nota-se que a mesma esta bem representada em todos os estratos. A amplitude de variação da altura foi de 0,4 a 7,2 m em relação à altura fitossociológica, e de 1,8 a 7,8 m em relação à altura total (Tabela 1).

Este resultado evidencia que a *Dodonaea viscosa* Jacq., pelo menos em solos rasos e degradados, se constitui numa espécie que não atinge grandes dimensões no que concerne a altura. Porém, cabe ressaltar que entre as árvores abatidas para as análises de poder calorífico e dos elementos da madeira, tinha indivíduos de até 10,7 m. Isto leva a crer que a espécie pode atingir alturas maiores até mesmo em sítios adversos, como é o caso.

Tabela 5 – Número de árvores e área basal por estrato da floresta.

Espécie	Número de árvores (N/ha)				Área basal (m <sup>2</sup> /ha)			
	Est. 1	Est. 2	Est. 3	Total	Est. 1	Est. 2	Est. 3	Total
<i>Bacharis</i> sp.	32,7	4,1	0,0	36,7	0,038	0,006	0,000	0,044
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	26,5	12,2	12,2	51,0	0,047	0,049	0,098	0,194
<i>Casearia sylvestris</i>	32,7	6,1	2,0	40,8	0,075	0,036	0,016	0,128
<i>Chomelia obtusa</i>	12,2	2,0	0,0	14,3	0,016	0,006	0,000	0,022
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	0,0	2,0	2,0	4,1	0,000	0,010	0,015	0,024
<i>Solanum mauritianum</i>	4,1	0,0	0,0	4,1	0,007	0,000	0,000	0,007
<i>Daphnopsis racemosa</i>	6,1	0,0	0,0	6,1	0,025	0,000	0,000	0,025
<i>Dodonaea viscosa</i>	1.271,4	1.051,0	842,9	3.165,3	3,081	3,672	6,128	12,880
<i>Lithraea brasiliensis</i>	22,4	6,1	6,1	34,7	0,054	0,023	0,337	0,414
Morta	116,3	18,4	2,0	136,7	0,286	0,054	0,002	0,342
<i>Myrcia palustris</i>	55,1	6,1	2,0	63,3	0,107	0,044	0,011	0,162
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	2,0	0,0	0,0	2,0	0,003	0,000	0,000	0,003
Total	1.581,6	1.108,2	869,4	3.559,2	3,7	3,9	6,6	14,2

A Figura 4 traz a representação gráfica da distribuição diamétrica da *Dodonaea viscosa* Jacq. no fragmento. Conforme a fórmula de Sturges foram necessárias 12 classes de diâmetros. Com base no diâmetro ao nível do solo mínimo e máximo, o intervalo das classes foi de 2,4 cm.

Figura 4 – Número de árvores e área basal da *Dodonaea viscosa* Jacq. nas classes diamétricas.

O índice de Shannon ficou em 0,242 representando uma diversidade muito baixa, o que pode ser esperado para uma floresta de baixa diversidade florística com tamanho predomínio de uma única espécie. O índice de Shannon assume valor de zero quando há apenas uma espécie, e a diversidade máxima, quando todas as espécies estão representadas pelo mesmo número de indivíduos. Portanto, maior o seu valor, quanto mais espécies houver e menor for a variação do número de indivíduos por espécie amostrada.

O índice de equabilidade de Pielou obteve o valor 0,098, demonstrando que mesmo para uma população de apenas 11 espécies a diversidade observada foi muito baixa em relação à máxima esperada. Isto decorre basicamente da grande proporção de indivíduos de *Dodonaea viscosa* Jacq. em relação ao total, indicando que na vegetação estudada há predomínio de uma única espécie.

Resultados semelhantes foram obtidos por Redin et al. (2011) na regeneração do Parque do Espinilho em Barra do Quaraí, RS. De forma semelhante ao presente estudo os autores atribuíram o baixo valor de diversidade e equabilidade ao pequeno número de espécies adaptadas ao ambiente e a dominância mais pronunciada de uma única espécie.

O índice de dispersão de Morisita para *Dodonaea viscosa* Jacq. foi 1,23, denotando padrão de distribuição agregada. Esse padrão demonstra que a espécie ocorre distribuída em grupos, o que torna o planejamento e execução das atividades de manejo menos onerosas e mais simples (ARRUDA; DANIEL, 2007).

#### **4.2 Potencial energético da *Dodonaea viscosa* Jacq.**

A massa específica básica da madeira de *Dodonaea viscosa* Jacq. foi de 0,74 g/cm<sup>3</sup>, sendo classificada como pesada (> 0,72 g/cm<sup>3</sup>). O valor foi muito semelhante a algumas das principais espécies de madeiras nobres ocorrentes no Rio Grande do Sul, como *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. com 0,75 g/cm<sup>3</sup> e *Myrocarpus frondosus* Allemão com 0,78 g/cm<sup>3</sup> (BRASIL, 2012).

A massa específica elevada pode indicar o potencial da espécie para usos que requerem madeiras duras com peças de pequenas dimensões, como é o caso de alguns tipos de assoalhos como lamparquet, parquet e tacos.

Não há uma correlação direta entre a massa específica e o poder calorífico da madeira. Porém, a massa específica se relaciona de forma positiva com o peso de madeira a ser

queimada para um mesmo volume. Portanto, há um interesse maior em utilizar madeiras pesadas para fins energéticos, devido ao maior conteúdo calórico.

O poder calorífico superior da madeira de *Dodonaea viscosa* Jacq. foi de 4.750 kcal/kg e o poder calorífico inferior de 4.430 kcal/kg. O poder calorífico superior é aquele em que a combustão se efetua a volume constante e no qual a água formada por oxidação durante a combustão, presente nos gases de descarga, é resfriada de modo que o vapor seja condensado. O poder calorífico inferior é a energia efetivamente disponível por unidade de madeira após deduzir as perdas com a evaporação da água (QUIRINO et al., 2005), deve ser considerado quando os gases da descarga são refrigerados até o ponto de ebulição, evitando que a água contida na combustão seja condensada (ABREU et al., 2010).

Como comparação da relação entre o poder calorífico e massa específica básica, tem-se na tabela 6 algumas espécies nativas com reconhecida aceitação para energia.

Tabela 6 – Potencial energético de algumas espécies nativas do Rio Grande do Sul, RS.

Espécie	PCS (Kcal/kg)	Db (Kg/m <sup>3</sup> )	PE (Kcal/m <sup>3</sup> )
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	4.750	740	3.515.000
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	5.324 <sup>1</sup>	620 <sup>5</sup>	3.300.880
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J.E.Mill.	4536 <sup>2</sup>	640 <sup>6</sup>	2.903.040
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	4.755 <sup>3</sup>	600 <sup>3</sup>	2.853.000
<i>Ocotea porosa</i> (Nees) Barroso	4.784 <sup>2</sup>	540 <sup>5</sup>	2.583.360
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	4.589 <sup>4</sup>	560 <sup>5</sup>	2.569.840
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	4.767 <sup>2</sup>	480 <sup>5</sup>	2.288.160
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	4.562 <sup>2</sup>	440 <sup>6</sup>	2.007.280

PCS: poder calorífico superior; Db: densidade básica; PE: produção energética.

<sup>1</sup> Mendes et al. (1982); <sup>2</sup> Jankowsky et al. (1990); <sup>3</sup> Silva et al. (1983); <sup>4</sup> Sturion e Silva (1989); <sup>5</sup> Jara (1989); <sup>6</sup> IPT (1937).

A espécie *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. possui um poder calorífico superior muito próximo a da madeira de *Dodonaea viscosa* Jacq. Porém, tem uma massa específica básica de 0,60 g/cm<sup>3</sup>, apresentando menor produção energética para o mesmo volume de madeira. Outra espécie é a *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, com poder calorífico maior que a *Dodonaea viscosa* Jacq., contudo, por possuir uma massa específica básica de 0,62 g/cm<sup>3</sup>, produz quase 215000 kcal por m<sup>3</sup> de madeira a menos.

Na figura 5 nota-se, por exemplo, que a *Mimosa scabrella* Benth., espécie largamente utilizada como fonte de lenha, principalmente nos estados de Santa Catarina e Paraná, produz 26,9 % a menos de energia que a *Dodonaea viscosa* Jacq. por m<sup>3</sup> de madeira.

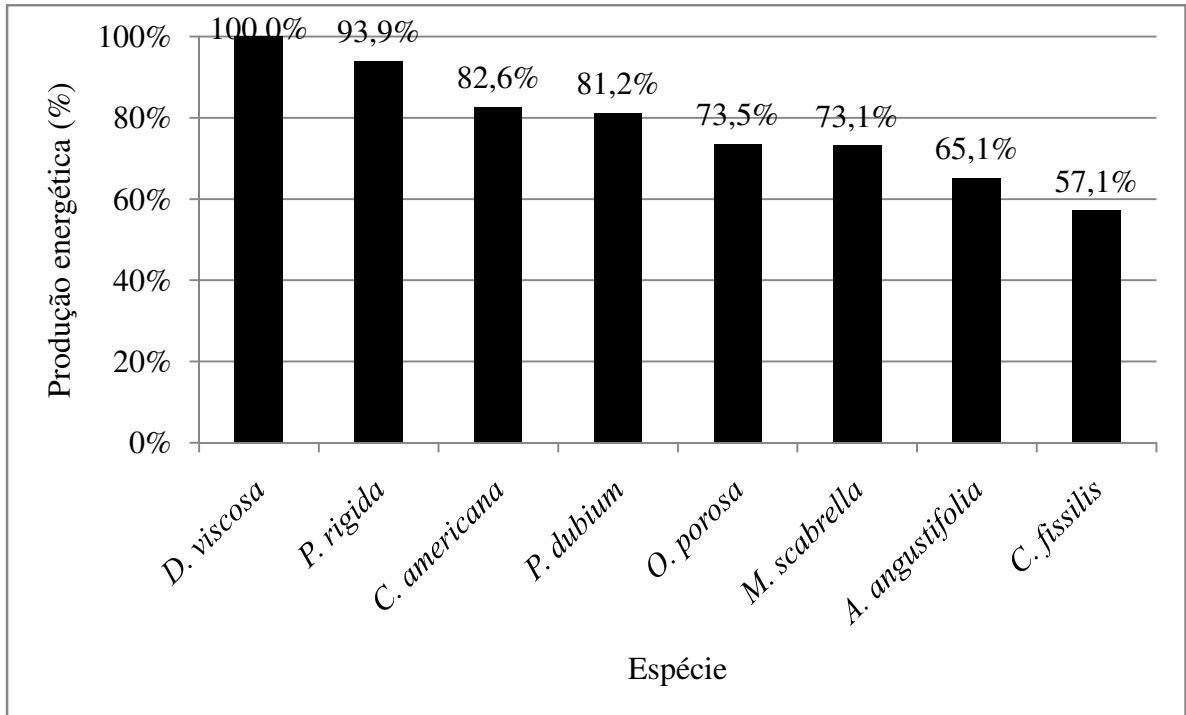


Figura 5 – Produção energética de algumas espécies arbóreas em função da energia gerada pela madeira de *Dodonaea viscosa* Jacq. em porcentagem.

Comparando com estas espécies, algumas com notório potencial para uso energético, percebe-se a potencialidade da *Dodonaea viscosa* Jacq. para uso como energia. Trata-se de uma espécie que possui a madeira com reconhecida aceitação, sendo muito apreciada pelos pequenos produtores que vêem nela uma alternativa para o atendimento de sua demanda de lenha.

O perfil das propriedades rurais onde ocorrem capoeiras com predomínio da *Dodonaea viscosa* Jacq., consiste basicamente de pequenos sítios onde é empregada uma agricultura familiar e rudimentar em meio a um relevo geralmente íngreme. O uso econômico desta espécie pode ser uma ótima oportunidade para geração de emprego e renda nestas comunidades.

Se manejadas adequadamente, estas florestas podem se constituir numa importante fonte para atender as reduzidas possibilidades dos agricultores. A exploração pode ser executada de forma que possa beneficiar o ressurgimento da espécie, promovendo um novo ciclo de produção de madeira.

Como pode ser visto no resultado da estrutura do fragmento estudado (Tabela 3) e, visualmente, na maior parte dos remanescentes da região, os mesmos encontram-se altamente adensados e, provavelmente, com crescimento estagnado. Isto pode favorecer prontamente um grande número de produtores, uma vez que há um volume considerável de lenha em idade de corte.

Deve-se se considerar, ainda, que a receita gerada pelo uso comercial da madeira de *Dodonaea viscosa* Jacq. em sistemas de manejo balanceado, será baseada em áreas que no momento estão ociosas, e que manterão suas características e funções de proteção do solo, biodiversidade, etc. Mesmo que este manejo se de na forma de corte raso em ciclos de corte definidos, será mantido a ocupação do solo pelos fragmentos florestais, formando um mosaico de florestas em diferentes idades de regeneração.

No momento que a lenha apresenta uma boa aceitação pelos agricultores, e tem potencial para atingir um bom preço no mercado devido ao maior poder calorífico em relação às demais espécies, fica evidente o potencial dessas florestas para a produção sustentável de lenha.

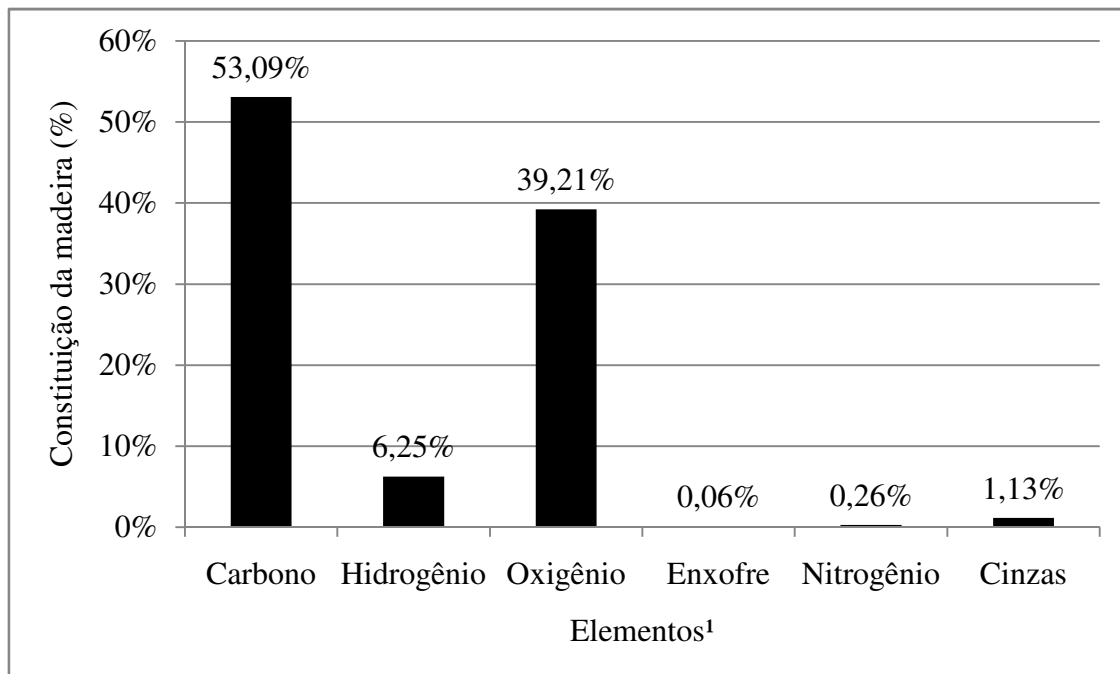
Estas informações são relevantes no sentido de que a atividade florestal, independente do porte dos povoamentos, deve ser uma opção viável de renda, geração de empregos e de melhores condições de vida para estas populações, formadas basicamente por pequenos agricultores.

Com a consolidação da espécie como fonte de matéria-prima para energia, espera-se que o uso sustentável de capoeiras possa passar a ser visto como uma fonte de renda para a agricultura familiar. Estas florestas que pouco foram abordadas pela pesquisa no Estado, podem vir a tomar uma posição regional de destaque dentro do contexto da matriz energética, principalmente nas pequenas propriedades rurais.

Não se espera que a renda gerada possa significar um novo direcionamento na relação entre os agricultores e as atividades já executadas nas propriedades. O manejo florestal funcionará mais como um complemento, já que não estaria competindo com as atividades tradicionais, e sim agregando uma nova atividade na rotina dos agricultores. Ele pode ser executado de forma sazonal, aproveitando épocas onde há uma redução natural na necessidade de mão-de-obra da propriedade.

### 4.3 Constituintes da lenha

Na figura 6 é apresentada a constituição química da madeira de *Dodonaea viscosa* Jacq. Para Cunha et al. (1989), a composição química é de suma importância em relação ao valor energético das madeiras, sendo a estrutura física, parâmetro de menor importância. Ainda relata que conforme a composição química há uma diferenciação nas características energéticas de várias madeiras.



<sup>1</sup> Base seca

Figura 6 – Elementos constituintes da madeira de *Dodonaea viscosa* Jacq.

O carbono e o hidrogênio são os elementos que mais contribuem no poder calorífico da madeira. Na madeira de *Dodonaea viscosa* Jacq. eles aparecem com quase 60% do total. Comumente assume-se como valores médios na lenha seca, 50% de carbono e 6% de hidrogênio (BIZZO, 2003; MARTINS, 1980).

Já o oxigênio diminui o poder calorífico da lenha, e situa-se, na maioria das vezes, na faixa de 44% do volume da madeira (BIZZO, 2003; MARTINS, 1980). Na madeira de

*Dodonaea viscosa* Jacq. aparece com 39,21%. Estes valores podem ser a explicação para o elevado poder calorífico da madeira da espécie, tendo um alto teor de carbono, aliado a um teor reduzido de oxigênio.

O enxofre, embora seja também combustível, tem o poder calorífico menor que o carbono e hidrogênio. Além disso, traz conseqüências prejudiciais ao meio ambiente, o  $H_2SO_4$  é o principal causador da chuva ácida (BIZZO, 2003). Conforme Cunha et al. (1989) o uso da madeira para produção de energia apresenta menores problemas de poluição quando comparada aos combustíveis fósseis, tendo em vista que esta possui um baixo teor de enxofre.

Na madeira de *Dodonaea viscosa* Jacq. o enxofre aparece com teor de 0,06%, abaixo dos valores encontrados nos combustíveis derivados de petróleo que chegam atingir até 8% (BIZZO, 2003), embora os limites máximos delimitados por lei se situem entre 1 e 5%. Tradicionalmente, enxofre e cinzas são considerados as principais impurezas dos combustíveis (QUIRINO et al., 2005). O teor de cinza na madeira de *Dodonaea viscosa* Jacq. foi de 1,13%. Ela é formada pelos minerais incombustíveis e é composta basicamente de óxidos.

O nitrogênio é responsável pela formação de diversos óxidos, que são compostos de alta irritabilidade para as mucosas, além de reagirem com o ozônio da atmosfera (BIZZO, 2003). Na madeira geralmente ele ocorre em pequenas quantidades, sendo que na espécie em estudo foi de 0,26%.

#### **4.4 Pagamento por serviços ambientais**

O uso da lenha como fonte de energia tem o aspecto ambiental, de que a emissão de  $CO_2$  da queima da biomassa na atmosfera geralmente é compensada pela absorção no desenvolvimento da nova biomassa (INGHAM, 1999). Os ecologistas questionam que a lenha não imobiliza o carbono, uma vez que, a queima da madeira libera o carbono que a floresta havia imobilizado.

Porém, também deve ser visto que forma-se um ciclo, onde a floresta sequestra o carbono, que é liberado pela queima, seguido por uma nova absorção pela floresta. Isto acaba formando um ciclo infinito, com evidente vantagem em relação às outras opções, que seria utilizar combustíveis fósseis, que só agravariam os gases do efeito estufa.

Com a conservação dos fragmentos florestais onde predomina a *Dodonaea viscosa* Jacq., decorrente do manejo para lenha, será evitado à conversão das áreas para outros usos da



terra. Por mais forte que sejam as intervenções, manter-se-á o princípio da ocupação das áreas através de matas naturais, evitando-se assim o desmatamento. Isto poderá ser uma excelente opção de geração de renda para os pequenos produtores através do pagamento por serviços ambientais.

Devido a uma falta de políticas públicas e extensão florestal voltadas ao uso econômico das florestas nativas e principalmente pelas imposições da legislação, acaba surgindo opiniões errôneas sobre o real potencial destes fragmentos. Muitas vezes estas áreas são convertidas em outros usos, como a silvicultura, que se adapta as estas condições de sítio. Apesar dos importantes benefícios ambientais que o manejo florestal pode trazer, o mesmo é discriminado pelas políticas públicas que parecem seguir o caminho oposto aos interesses referentes ao manejo sustentável das florestas.

Conforme pode ser visto na Figura 6, a madeira de *Dodonaea viscosa* Jacq. é composta em 53,09% de carbono. O uso florestal destes fragmentos sob a ótica do manejo florestal sustentável seria uma fonte de renda aos pequenos produtores tanto para a lenha, como pelo pagamento dos serviços da floresta. Para Schoene e Netto (2005), florestas adequadamente manejadas podem armazenar mais carbono do que as florestas naturais não manejadas.

Há um interesse crescente em promover o pagamento por serviços ambientais para áreas manejadas em detrimento a pagamento por desmatamento evitado. A crítica a este modelo esta ancorada principalmente no fato deste promover apenas uma transferência do desmatamento para outros locais que não estão sob efeito de pagamentos pelo serviço ambiental prestado, e também por não permitir um maior desenvolvimento do provedor do serviço, consolidando a atual estágio em que o mesmo se encontra. Isto pode trazer consequências para o crescimento da economia local, uma vez que desatrela a conservação do desenvolvimento (WUNDER et al., 2009).

Mesmo não sendo virtualmente tão lucrativo, o manejo florestal em áreas de solos degradados pode oferecer uma série de vantagens socioambientais. Podendo concorrer com a pecuária extensiva com uma adequada compensação pelo serviço ambiental prestado. Conforme Wunder et al. (2009) o pagamento por serviços ambientais são mais interessantes em locais que apresentam um baixo custo de oportunidade, como é o caso de áreas degradadas, pois representam um aumento mais efetivo na renda do provedor.

O mercado de créditos de carbono está crescendo anualmente. Daí o interesse em quantificar o carbono armazenado nestes fragmentos, devido à possibilidade de valoração deste benefício que não vem sendo aproveitado.

Cada vez mais empresas estão investindo na neutralização das suas emissões e a procura por créditos de carbono também tem crescido em escala regional. As empresas estão buscando parcerias investindo em projetos de conservação, não só pela manutenção da floresta, como pela exploração sustentável da madeira (ABREU, 2011). Há um crescente interesse por parte do setor privado em associar-se à sociedade civil em projetos que tenham por objetivo mitigar emissões de carbono (MAY et al., 2005).

Pelas peculiaridades destes fragmentos poderia ser aplicado o conceito do carbono social. Carbono social é aplicado atualmente em alguns projetos de MDL e de mercado voluntário de carbono. Consiste em uma metodologia que compreende a avaliação de todos os recursos de sustentabilidade: social, natural, humano, biodiversidade, financeiro e carbono, promovendo a interação entre o projeto e as comunidades (AROEIRA, 2007).

Este conceito garante um valor justo pelos serviços ambientais fornecidos pela comunidade, incorporando uma metodologia clara para apresentar os benefícios aos agentes envolvidos no projeto, o que torna os projetos mais seguros para quem os financia.

#### **4.5 Exportação de nutrientes**

Os ecossistemas florestais estão sujeitos a constantes entradas e saídas de nutrientes, entre as principais perdas, está à colheita dos produtos da floresta. A biomassa seca do tronco é a parte mais representativa das árvores (BAGGIO; CARPANEZZI, 1997; SCHUMACHER, 1992). Nos casos em que os resíduos permanecem no campo, a biomassa do tronco vem a ser a única forma de exportação pela exploração florestal.

A remoção dos nutrientes pelo fuste é função da quantidade de madeira removida e dos teores de nutrientes presentes na madeira. Com base nestes teores e na matéria seca de madeira removida, que é uma função da densidade básica da madeira, pode-se estimar a exportação dos nutrientes pela colheita das árvores.

Na figura 7 têm-se os teores de macronutrientes presentes na madeira de *Dodonaea viscosa* Jacq. Considerando um volume colhido de 50 m<sup>3</sup>/ha e a densidade básica da madeira de 740 kg/m<sup>3</sup>, isto resulta em 37 t/ha de matéria seca removida. Este exemplo resultaria numa exportação de 96,2 Kg de N, 3,9 Kg de P, 96,4 Kg de K, 70,6 Kg de Ca, 38,2 Kg de Mg e 5,3 Kg de S.

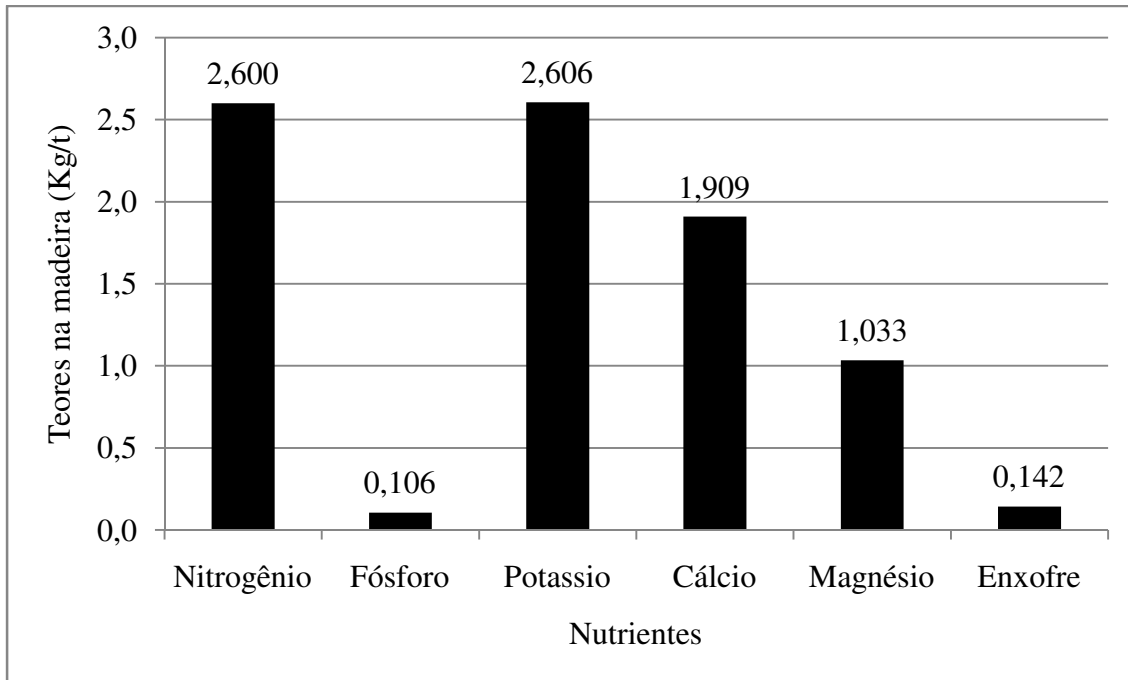


Figura 7 – Teores de nutrientes presentes na madeira de *Dodonaea viscosa* Jacq.

Ainda, pode haver a exportação pela remoção da casca e da copa. Porém, as mesmas são riquíssimas em nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. Sua permanência na área fornece estes nutrientes ao solo e aos microorganismos, sendo de vital importância para o ecossistema. Além do que, a manutenção dos resíduos no campo fornece a proteção ao solo, tanto à erosão quanto à perda de umidade.

Quando se fala na exportação de nutrientes via exploração de espécies nativas, na maioria das vezes não se dá tamanha importância devido ao reduzido ritmo de crescimento e, conseqüentemente, diminuto volume de biomassa colhida. Contudo, se não for feita uma gestão adequada do processo, a sustentabilidade da área pode ser afetada. Daí a importância destes dados, visando o controle das ações direcionadas a uma colheita racional na área.

Conhecendo-se a quantidade de nutriente exportado em cada ocasião de colheita e o teor dos mesmos disponíveis no solo, pode-se fazer prognose do número de colheitas a ser realizada na área sem comprometer a sustentabilidade da produção florestal. Muitas vezes o teor de nutrientes disponível é tão crítico, que a própria rotação pode estar carente de algum elemento.

A manutenção da capacidade de produção dos sítios florestais, no médio e longo prazo, depende de uma adequada reposição dos nutrientes contidos na madeira, exportados no processo de exploração florestal (FERREIRA et al., 2001).

Apesar do uso destes fragmentos não permitir uma alta produtividade em rotações curtas, não exige o uso de adubação mineral na área. Através da mesma poderá se garantir a capacidade de produção do sítio, principalmente ao considerar-se que estes fragmentos estão localizados em terrenos pobres.

No geral são áreas que foram degradadas por cultivos intensivos, tendo uma baixa fertilidade. Para Valeri (1988) a reposição dos nutrientes é tão importante quanto mais limitado for o solo nutricionalmente.

Com o resultado do presente estudo, percebe-se que a condição inóspita destes locais não chega a ser limitante para o estabelecimento da espécie. Por outro lado, ao analisar-se a variação nos valores da área basal nas diferentes sub-parcelas, também fica notório que a *Dodonaea viscosa* Jacq. responde diretamente as condições do sítio, variando em mais de 800% entre as situações extremas (Tabela 4).

É bem verdade que várias outras variáveis interferem nesta diferenciação entre os sítios, principalmente as características físicas do solo. Contudo, os nutrientes são essenciais para o desenvolvimento das árvores, sem eles, elas crescem até o momento em que ocorre a escassez de um ou mais destes constituintes, interrompendo seu crescimento.

Cabe ressaltar que a adubação é uma atividade onerosa e só deve ser utilizada se houver um retorno, econômico ou ecológico. Por isso, é importante o conhecimento dos ciclos dos nutrientes nestes fragmentos.

Baggio e Carpanezzi (1997) concluíram pela inviabilidade econômica da reposição por fertilizantes nos povoamentos de bracatinga manejados para lenha. Como pode ser visto no exemplo, às vezes será necessário fazer uso de outras formas para se buscar o equilíbrio no balanço de nutrientes, isto poderá ser alcançado mediante mudanças nas práticas de manejo adotadas na área.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados encontrados no presente estudo, para o povoamento proveniente de regeneração natural como predomínio da espécie *Dodonaea viscosa* Jacq., permitiram concluir que:

- a) os fragmentos são compostos por um pequeno número de espécies, baseados basicamente em espécies de hábito pioneiro, com predomínio absoluto da *Dodonaea viscosa* Jacq. A baixa diversidade florística deve-se principalmente as condições inóspitas do ambiente;
- b) as variações no sítio têm uma resposta direta na produtividade da espécie, traduzido nas variações nos valores de área basal. Não houve influência na presença ou ausência da espécie;
- c) não há indícios de a floresta estar se convertendo para um estágio sucessional mais avançado, apesar do tempo considerável que a área está abandonada;
- d) a lenha da espécie possui uma alta produção energética, o que fica mais evidente quando comparado com outras espécies nativas utilizadas como fonte de energia. A lenha ainda tem um baixo teor de impurezas em relação a combustíveis alternativos como carvão mineral e petróleo;
- e) o alto teor de carbono na madeira da *Dodonaea viscosa* Jacq., aliado ao manejo florestal sustentável da espécie pode se tornar uma excelente fonte de renda para os produtores rurais, tanto pelo uso da madeira como pelo pagamento por serviços ambientais;
- f) a exportação de nutrientes ocasionada pela exploração da espécie pode trazer consequências na sustentabilidade das florestas manejadas no médio e longo prazo, devendo ser considerada no planejamento das ações a serem adotadas nestas áreas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Y. V.; OLIVEIRA, M. A. G.; GUERRA, S. M. G. **Energia, economia, rotas tecnológicas**: textos selecionados. Málaga: Eumed.net, Universidad de Málaga, 2010. 330 p., il.

ABREU, L. F. Oxigênio. Ganhe dinheiro com a floresta nativa. **Jornal O2**, [s.l.]. 17 mar. 2011. Disponível em: < <http://www.jornalo2.com.br/>>. Acesso em: 17 jan. 2012.

AMARAL, S.; SOARES, J. V.; ALVES, D. S.; MELLO, A. M. K.; ALMEIDA, S. A. S.; SILVA, O. F.; SILVEIRA, A. M. Relações entre Índice de Área Foliar (LAI), Área Basal e Índice de Vegetação (NDVI) em relação a diferentes estágios de crescimento secundário na Floresta Amazônica em Rondônia In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: INPE, 1996. p. 485-489

AROEIRA, L. Créditos de carbono no Brasil In: Planeta orgânico. [s.l.]: Planeta orgânico, 2007. Disponível em: < [www.planetaorganico.com.br](http://www.planetaorganico.com.br)> Acesso em: 16 jan. 2012.

ARRUDA L.; DANIEL O. Florística e diversidade em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial em Dourados, MS. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 189-199, 2007.

BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A. Exportação de nutrientes na exploração de bracingais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 34, p. 3-15, jan./jun. 1997.

BARICHELLO, L. R. **Quantificação da biomassa e dos nutrientes em floresta de *Acacia mearnsii* De Wild. na região sul do Brasil**. 2003. 58 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria 2003.

BIZZO, W. A. **Geração, distribuição e utilização de vapor**. Campinas: UNICAMP, 2003. 136 p. (Apostila de curso).

BRASIL, Ministério da Indústria e do Comércio. Secretaria de Tecnologia Industrial. **Energia da biomassa**: alavanca de uma nova política industrial. Brasília: MIC, 1986. 52 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Serviço Florestal Brasileiro. In: BANCO de dados de espécies de madeiras brasileiras. Brasília: LPF, 2012. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira/>>. Acesso em: 15 jan. 2012.

BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G. Características do eucalipto como combustível: análise química imediata da madeira e da casca. **IPEF**, Piracicaba, v. 16, p. 63-78, 1978.

BROWN, S.; LUGO, A. E. Tropical secondary forests. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 6, p. 1-23, 1990.

CHANG, M. Seqüestro de carbono florestal: oportunidades e riscos para o Brasil. **R. Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n. 102, p. 85-101, jan./jun. 2002

COSTA, P.; XAUD, H.; MOURÃO, M. **Florística de uma capoeira em área de transição, no município de Mucajaí, Estado de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2005.

COUTO, L. C.; COUTO, L.; WATZLAWICK, L. F.; CÂMARA, D. Vias de valorização energética da biomassa. **Biomassa e Energia**, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 71-92, 2004.

CUNHA, M. P. S. C.; PONTES, C. L. F.; CRUZ, I. A.; CABRAL, M. T. F. D.; CUNHA NETO, Z. B.; BARBOSA, A. P. R. Estudo químico de 55 espécies lenhosas para geração de energia em caldeiras. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 3., 1989, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Universidade de São Carlos, 1989. v. 2, p. 93-121.

CUNHA, N. G.; SILVEIRA, R. J. C.; SEVERO, C. R. S. ; PINTO, L. F. S. ; MENDES, R. G.; SILVA, J. B.; DUARTE, L. R. ; SCHUMACHER, R. L. . **Estudo de solos do município de Encruzilhada do Sul - RS**. Pelotas: Embrapa, 2005. (Circular Técnica 45).

DOUROJEANI, M. O potencial subutilizado da floresta secundária. **Jornal O Eco**, [s.l.], 03 abr. 2007. Disponível em: < [http://www.oeco.com.br/marc-dourojeanni/16413-oeco\\_21452](http://www.oeco.com.br/marc-dourojeanni/16413-oeco_21452)>. Acesso em: 19 jan. 2012.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2003. 68 p.

FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. da; REISSMANN, C. B.; BELLOTE, A. F. J.; MARQUES, R. **Nutrição de pinus no Sul do Brasil: diagnóstico e prioridades de pesquisa**. Colombo: Embrapa Floresta. 2001. 23 p. (Documentos, 60).

FLORIANO, E. P. **Subsídios para o planejamento da produção de *Pinus elliottii* Engelm. na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul**. 2008. 173 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

GATTO, D. A.; SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R.; DURLO, M. A. Características da lenha produzida na região da Quarta Colônia de Imigração Italiana do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 7-16, 2003.

GOLDEMBERG, J. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Editora da USP, 1998. 125 p.

HALL, D. O. Biomass energy. **Energy Policy**, v. 19, n. 8, p. 711-737, out. 1991.

INGHAM, J. M. Biomassa no mundo e no Brasil. In: MONTENEGRO, A. A. (Org.) **Fontes não-convencionais de energia: as tecnologias solar, eólica e de biomassa**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999. 160 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Lagoa Mirim**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1986. 796 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 33).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **A madeira como combustível**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1937. p. 165-171. (Boletim, 17).

JANKOWSKY, I. P.; CHIMELO, J. P.; CAVALCANTE, A. A.; GALINA, I. C. M.; NAGAMURA, J. C. S. **Madeiras brasileiras**. Caxias do Sul: Spectrum, 1990. 171 p.

JARA, E. R. P. **O poder calorífico de algumas madeiras que ocorrem no Brasil**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 1989. (Comunicação Técnica, 1797).

KIMMINS, J.P. Evaluation of the consequence for the future tree productivity of the loss of nutrients in whole-tree harvesting. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 2, n. 12, p. 169-183, 1977.

LAURENT, J. M. E; MENDONÇA, W. R. **Abastecimento de lenha às indústrias da Região Metropolitana de Curitiba - Norte**. Curitiba: EMATER-PR, 1989. 40p. (PROJETO FAO - GCP/BRA/025/FRA; Série Estudos Florestais, 2).

LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no Sul do Brasil**. 1980. 220 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.



MADGWICK, H. A. L. The accuracy and precision of estimates of the dry matter in stems, branches and foliage in an old-field *Pinus virginiana* Stand. In: IUFRO CONGRESS, 15., 1971, Gainesville. **Forest biomass studies...** Maine: University of Maine, 1971. p. 105-112p.

MANTOVANI, M.; RUSCHEL, A. R.; PUCHALSKI, A.; SILVA, J. Z.; REIS, M. S.; NODARI, R. O. Diversidade de espécies e estrutura sucessional de uma formação secundária da floresta ombrófila densa. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 67, p. 14-26, abr. 2005.

MARTINS, H. Madeira como fonte de energia. In: FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DA MINAS GERAIS. **Uso da madeira para fins energéticos**. Compilado por Waldir Resende Penedo. Belo Horizonte: CETEC 1980, 158p. p. 9-26. (Série de Publicações Técnicas, 1).

MATA, H. T. C.; SOUZA, A. L. Estimativa do consumo residencial de lenha num distrito do Estado de Minas Gerais, Brasil. **Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 63-71, 2000.

MAY, P.; BOYD, E.; CHANG, M.; VEIGA, F. C. Incorporando o desenvolvimento sustentável aos projetos de carbono florestal no Brasil e na Bolívia. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 5-50, 2005.

MENDES, M. G.; GOMES, P. A.; ALMEIDA, M. R. Propriedades do carvão vegetal. In: FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DA MINAS GERAIS. **Produção e Utilização de Carvão Vegetal**. Belo Horizonte: CETEC. p.75-89, 1982.

MORENO, C. E. **Métodos para medir la biodiversidad**. Zaragoza: M & T Manuales y Tesis SEA, 2001. 84 p., v. 1.

MORO, L.; FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D.; REISSMANN, C. B. Exportação de nutrientes em povoamentos de *Pinus taeda* L. baseada em volume estimado pelo sistema SisPinus. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 3, jul./set. 2008.

OLIVEIRA, A. D.; LEITE, A. P.; BOTELHO, S. A.; SCOLFORO, J. R. S. Avaliação econômica da vegetação de cerrado submetido a diferentes regimes de manejo e de povoamentos de eucalipto plantado em monocultivo. **Cerne**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 34-56, 1998.

OLIVEIRA, F. X.; ANDRADE, L. A.; FÉLIX, L. P. Comparações florísticas e estruturais entre comunidades de Floresta Ombrófila Aberta com diferentes idades, no Município de Areia, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 861-873, 2006.

OLIVEIRA, L. C. **Dinâmica de crescimento e regeneração natural de uma floresta secundária no estado do Pará**. 1995. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Pará, Belém, 1995.

QUEIROZ, M. H. **Approche phytoécologique et dynamique de formation végétales secondaires développées après aband des activités agricoles, dans Le domaine de la forêt ombrophile dense de Versant (Fôret Atlantique) à Santa Catarina – Brésil**. 1994, 251 f. Thèse (Doctorad). – École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forests, Nancy, 1994.

QUIRINO, W. F.; VALE, A. T.; ANDRADE, A. P. A.; ABREU, V. L. S.; AZEVEDO, A. C. S. Poder calorífico da madeira e de materiais lignocelulósicos. **Madeira**, [s.l.], n. 89, p. 100-106, abr. 2005.

REDIN, C. G.; LONGHI, R. V.; WATZLAWICK, L. F.; LONGHI, S. J. Composição florística e estrutura da regeneração natural do Parque Estadual do Espinilho, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 7, p. 1195-1201, jul. 2011.

REITZ, R. Sapindáceas. In: REITZ, R. (Ed.). **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1980. 156p.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. In: INVENTÁRIO Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FATEC/SEMA, 2002. Disponível em: < w3.ufsm.br/ifcrs/>. Acesso em: 15 jan. 2012.

RUSSO, R. O. Mediciones de biomasa en sistemas agroforestales. In: CURSO CORTO SOBRE METODOLOGIAS DE INVENTÁRIOS AGROFORESTALES EN EL TRÓPICO HUMEDO, 1982, Cali. **Anales...** Turrialba: CATIE, 1983. p.1-27.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; LEITE, H. G.; COMERFORD, N. B. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil. **R. Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 2723 – 2733, 2008. (Número Especial)

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. S. P. Implantação de povoamentos de *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. com mudas e semeadura direta. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 29-33, 1999.

SCHNEIDER, P. R. **Manejo florestal**: planejamento da produção florestal. Santa Maria: Centro de Ciências Rurais, UFSM, 2009. 613 p.

SCHOENE, D.; NETTO, M. The Kyoto Protocol: what does it mean for forests and forestry?

Unasyuva, Roma, v. 56, p. 3-11, 2005.

SCHUMACHER, M. V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn, *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden e *Eucalyptus tereticornis* F. Muell.** 1992. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1992.

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. **A complexidade dos ecossistemas.** Porto Alegre: Pallotti, 1997. 50p.

SCHUMACHER, M. V. Impactos ambientales de la plantaciones de pinus e eucaliptos. In: SILVOARGENTINA, I., 2000, Governador Virasoro. **Anais...** Governador Virasoro, 2000.

SHANLEY, P.; LUZ, L.; SWINGLAND, I. The faint promise of a distant market: a survey of Belém's trade in nontimber forest products. **Biodiversity and Conservation**, Amsterdã, v. 11, p. 615-636, 2002.

SILVA, E. L. S. **A vegetação de Roraima.** Manaus: INPA, 1997.

SILVA, L. B. X.; REICHMANN NETO, F.; TOMASELLI, I. Estudo comparativo da produção de biomassa para energia entre 23 espécies florestais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1982. p. 872-878. Publicado na Silvicultura, v. 8, n. 28, 1983.

SMITH, J.; FERREIRA, M. S. G.; VAN DER KOP, P.; FERREIRA, C. A. P.; SABOGAL, C. **Cobertura florestal secundária em pequenas propriedades rurais na Amazônia: implicações para a agricultura de corte e queima.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 43 p. (Documentos, 51).

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L.; LEITE, H. G.; YARED, J. A. G. Análise estrutural em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. **Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 75-87, 2006.

SOUZA, D. R. **Sustentabilidade ambiental e econômica do manejo em floresta ombrófila densa de terra firme. Amazônia Oriental.** 2003. 123 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

STURION, J. A.; SILVA, F. C. Caracterizacion de la madera de bracinga para energia. In: MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES CON

ESPECIES DE USO MULTIPLE, 1989, Guatemala. **Anais...** Guatemala: IUFRO/CATIE, 1989. p.541-549

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo - Brasil). **R. Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 59, n. 2, p. 239-250, 1999.

TOTTEN, M. **Getting it right - emerging markets for storing carbon in forests**. Washington: Forest Trends and World Resources Institute, 2000.

VACCARO, S. **Caracterização fitossociológica de três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual, no município de Santa Tereza – RS**. 1997. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.

VALE, A T. **Caracterização da biomassa lenhosa de um cerrado sensu stricto da região de Brasília para o uso energético**. 2000. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Julio de Mesquita Filho, Botucatu, 2000.

VALE, A. T.; LEÃO, A. L.; BRASIL, M. A. M. Caracterização da madeira e da casca de *Sclerolobium paniculatum*, *Dalbergia miscolobium* e *Pterodon pubescens* para uso energético. In: ENCONTRO DE ENERGIA RURAL, 3., 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: AGRENER, 2003.

VALERI, S. V. **Exportação de biomassa e nutrientes de povoamentos de *Pinus taeda* L. desbastados em diferentes idades**. 1988. 164 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1988.

VOGEL, H. L. M. **Quantificação da biomassa e nutrientes em uma floresta estacional decidual em Itaara-RS, Brasil**. 2005. 94 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

WUNDER, S. (coord.); BÖRNER, J.; TITO, M. G.; PEREIRA, L. **Pagamentos por serviços ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal**. 2. ed. Brasília: MMA, 2009. 144 p., il. (Série Estudos, 10).

ZARIN, D. Balancing conservation and economic development in tropical forest regions. In: IBERIAN AMERICAN SYMPOSIUM ON FOREST MANAGEMENT AND ECONOMICS, 3. AND SYMPOSIUM ON SYSTEM ANALYSIS IN FOREST RESOURCE, 11., 2005,

Ubatuba. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 2005. p. 12. Publicado na Série Técnica IPEF, ed. 35, set. 2005.