

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS

Carlos Henrique Dill de Azeredo

**ANÁLISE COMPARATIVA DE PROJETOS DE INVESTIMENTO PARA  
PROCESSAMENTO DE UMA FLORESTA DE ACÁCIA-NEGRA**

Porto Alegre

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS

Carlos Henrique Dill de Azeredo

**ANÁLISE COMPARATIVA DE PROJETOS DE INVESTIMENTO PARA  
PROCESSAMENTO DE UMA FLORESTA DE ACÁCIA-NEGRA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Departamento de Ciências Administrativas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Antônio Zawislak

Porto Alegre

2011

Carlos Henrique Dill de Azeredo

**ANÁLISE COMPARATIVA DE PROJETOS DE INVESTIMENTO PARA  
PROCESSAMENTO DE UMA FLORESTA DE ACÁCIA-NEGRA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Departamento de Ciências Administrativas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Administração.

Conceito final:

Aprovado em ..... de .....de.....

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Antônio Domingos Padula – EA/ UFGRS

---

Orientador: Prof. Dr. Paulo Antônio Zawislak – EA/ UFGRS

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe Ilânia pela pelo amor e impagável presença de todas as horas.

À minha irmã Simone pelo incentivo, apoio e preocupação constantes.

Ao meu pai José Carlos pela dedicação e ensinamentos.

À minha namorada Carla Mallmann pelo carinho e compreensão.

À Escola de Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e a todos seus professores e funcionários que providenciam que este curso de graduação seja reconhecido como um dos melhores do Brasil.

Ao Prof. Dr. Paulo Antônio Zawislak pela competente orientação.

Este trabalho de conclusão representa uma grande conquista, que abre caminhos para muitas outras. A todos os familiares, amigos e colegas que de alguma forma fizeram parte desta etapa em minha vida, muito obrigado.

## RESUMO

O cultivo de florestas exóticas de Acácia-Negra é comum no estado do Rio Grande do Sul. Essa produção é utilizada, principalmente, para comercialização da madeira e casca nos mercados de lenha, madeira em tora para celulose e produção de tanino. Desde 2004 os valores de mercado da madeira e casca de Acácia-Negra deixaram de acompanhar o incremento dos custos de produção, reduzindo a margem de lucro dos produtores e a atratividade econômica do negócio. Produtores florestais cogitam utilizar as florestas para produzir produtos de maior valor agregado, no entanto não têm segurança de que os investimentos em processos de produção desses produtos são compensados pelas receitas que eles provêm. Nesse estudo, fez-se uma estimativa de investimentos, custos e receitas para transformação de uma floresta de Acácia-Negra de 400 hectares em três produtos distintos: madeira e casca, carvão vegetal e biomassa para combustível. Calcularam-se os indicadores financeiros de Valor Presente Líquido, Valor Presente Líquido Anualizado e Taxa Interna de Retorno dos projetos de investimento para produção dos três produtos e definiu-se qual processo produtivo é mais interessante para o produtor florestal. A metodologia utilizada foi a pesquisa diagnóstica. A biomassa da floresta foi quantificada separadamente em madeira, casca, galhos e folhas e essas informações embasaram as estimativas de investimento, custos e receitas de cada processo produtivo. Os resultados desse estudo contribuíram para esclarecer aos produtores proprietários da empresa analisada sobre as possibilidades de auferir melhores resultados financeiros utilizando o insumo florestal que possuem para sua inserção em mercados diferentes dos que já lhes são conhecidos.

Palavras-chave: Acácia-Negra, madeira e casca, carvão vegetal, biomassa

## ABSTRACT

The cultivation of exotic forests of black wattle is common in Rio Grande do Sul. It is mainly used for marketing of wood and bark in the markets for firewood, logs for pulp and tannin production. Since 2004 the market value of wood and bark of black wattle failed to follow the increase of production costs, reducing the profit margin of producers and the economic attractiveness of the business. Forest producers cogitate to use forests to produce products with higher added value. However, they have no assurance that the investments in production processes of these products are offset by revenues they provide. This research provides an estimate of investment costs and revenues for the processing of a 400 hectare forest of black wattle of three distinct products: wood and bark, charcoal and biomass for fuel. The financial indicators were calculated: Net Present Value, Annualized Present Net Value and Internal Rate of Return on investment projects for production of three products to set up the production process which is more interesting for the forest produce. The research methodology was based on diagnosis. The biomass of the forest was quantified separately in wood, bark, twigs and leaves and this information based on estimates of investment costs and revenues of each production process. The results of this study contributed to clarify to the owners of the company which was analyzed about the possibilities of obtaining better financial results using inputs of the forest they already have to include it on different kinds of markets.

Keywords: black wattle, wood and bark, charcoal, biomass

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – CRONOGRAMA DE PLANTIO DA ACÁCIA-NEGRA .....	24
FIGURA 2 – PERFIL DA FIRMA .....	38
FIGURA 3 – CADEIA DE VALOR DO INSUMO FLORESTAL DA ACÁCIA-NEGRA, INSERIDO NA CURVA DE PERFIL DA FIRMA .....	39
FIGURA 4 – PASSOS PARA DEFINIÇÃO DO MELHOR PROJETO DE INVESTIMENTO PARA UMA FLORESTA PLANTADA EM IDADE DE CORTE .....	42

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – COMPARAÇÃO DAS VARIAÇÕES MÉDIAS ANUAIS DOS PREÇOS DO DÓLAR E CASCA DE ACÁCIA-NEGRA.....	19
GRÁFICO 2 – EVOLUÇÃO DOS PREÇOS DE MADEIRA CRUA E CARVÃO VEGETAL.....	21
GRÁFICO 3 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE POVOAMENTO DE ACÁCIA-NEGRA DE SETE ANOS DE IDADE EM RIO PARDO – RS.....	47
GRÁFICO 4 – DISPERSÃO DA RELAÇÃO ENTRE ALTURA E DIÂMETRO DAS ÁRVORES DE UMA FLORESTAS DE ACÁCIA-NEGRA DE 7 ANOS DE IDADE EM RIO PARDO – RS .....	48



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PREÇOS DE MADEIRA E CASCA DE ACÁCIA-NEGRA .....	20
TABELA 2 - CLASSE DE DIÂMETRO E FREQUÊNCIA DE ÁRVORES EM UMA FLORESTA DE 7 ANOS DE IDADE EM RIO PARDO – RS .....	46
TABELA 3 - CLASSE DIAMÉTRICA E QUANTIDADE AMOSTRAL DE ÁRVORES A SEREM ABATIDAS PARA ESTIMATIVA DE BIOMASSA ACIMA DO SOLO EM UMA FLORESTA DE ACÁCIA-NEGRA DE SETE ANOS EM RIO PARDO – RS.....	47
TABELA 4 - MEDIDAS DE ÁRVORES AMOSTRADAS EM UMA FLORESTA DE ACÁCIA-NEGRA COM SETE ANOS DE IDADE EM RIO PARDO – RS .....	49
TABELA 5 - PERCENTUAIS DE PARTES DAS PLANTAS AMOSTRADAS EM UMA FLORESTA DE SETE ANOS DE IDADE EM RIO PARDO – RS.....	50
TABELA 6 - DISCRIMINAÇÃO DE VALORES DE INVESTIMENTOS INICIAL PARA EXECUÇÃO DOS PROJETOS ANALISADOS .....	52
TABELA 7 - DISCRIMINAÇÃO DOS CUSTOS PARA EXECUÇÃO DOS PROJETOS ANALISADOS .....	54
TABELA 8 - DADOS UTILIZADOS PARA ESTIMATIVA DE RECEITAS ANUAIS DOS PROJETOS ANALISADOS. ....	55
TABELA 9 - DISCRIMINAÇÃO DAS RECEITAS PARA EXECUÇÃO DOS PROJETOS ANALISADOS .....	56
TABELA 10 - FLUXOS DE CAIXA ESTIMADOS PARA OS PROJETOS EM ANÁLISE .....	57
TABELA 11 - INDICADORES FINANCEIROS CALCULADOS PARA OS PROJETOS EM ANÁLISE.....	57

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA .....	14
1.2 SITUAÇÃO PROBLEMA .....	15
1.3 OBJETIVOS .....	17
1.3.1 Objetivo geral .....	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
<b>2 REVISÃO TEÓRICA</b> .....	<b>18</b>
2.1 O MERCADO FLORESTAL .....	18
2.2 A MATÉRIA PRIMA: ACÁCIA NEGRA.....	22
2.3 ALTERNATIVAS DE USO: PRODUTOS E PROCESSOS.....	25
2.3.1 Madeira e casca .....	25
2.3.2 Carvão vegetal .....	26
2.3.3 Biomassa para combustível .....	28
2.4 DECISÃO DE INVESTIMENTO .....	31
2.4.1 Valor presente líquido.....	32
2.4.2 Valor presente líquido anualizado .....	33
2.4.3 Taxa interna de retorno .....	34
2.5 ESPECIFICIDADE TECNOLÓGICA E CUSTOS .....	36
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>41</b>
3.1 COLETA DE DADOS .....	41
3.2 PROCESSAMENTO DOS DADOS .....	42
3.3 CÁLCULO DOS INDICADORES FINANCEIROS .....	43
3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	43
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>44</b>
4.1 QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA: INVENTÁRIO FLORESTAL.....	44
4.1.1 Inventário da área experimental .....	45
4.1.1.1 Distrição diamétrica.....	45
4.1.1.2 Altura das árvores .....	48
4.1.2 Pesagem das árvores.....	49

4.2 CÁLCULO DOS INDICADORES FINANCEIROS .....	50
4.2.1 Investimento inicial .....	51
4.2.2 Custos .....	53
4.2.3 Receitas .....	55
4.2.4 Fluxos de caixa e indicadores financeiros .....	56
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO A – VISTA DO SATÉLITE DA FAZENDA DO CEDRO .....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO B – FORNOS DE TRANSFORMAÇÃO DE MADEIRA EM CARVÃO VEGETAL .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO C – PESAGEM DOS INSUMOS FLORESTAIS .....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As florestas exóticas, como de Acácia-Negra, tem importância econômica e social nas pequenas propriedades rurais existentes na região de plantio, pois cerca de 60% das plantações pertencem a pequenos proprietários (TONIETTO; STEIN, 1997). A maioria destes produtores planta e colhe a Acácia-Negra na entressafra dos cultivos da propriedade. O valor da produção anual para os produtores rurais é de, em média, R\$ 113,1 milhões, sendo R\$ 5,1 milhões provenientes da comercialização da casca e R\$ 108 milhões, da madeira (EMBRAPA, 2005).

As plantações de Acácia-Negra têm características multifuncionais, tendo uma ação recuperadora de solos de baixa fertilidade. A floresta permite consórcio com cultivos agrícolas e criação de animais e, além da madeira, é possível o uso da casca para fins industriais. CARPANEZZI (2006) indica que a acácia-negra é uma espécie ideal para a recuperação ambiental. Isso ocorre em função de ser uma espécie de crescimento rápido e vida curta, que cobre velozmente o solo, não é invasora, ou seja, não se torna uma praga agressiva ao ambiente no qual é instalada, nem desenvolve uma estrutura reprodutora nesse local, não apresenta rebrota de cepa, quando nascem novos brotos no toco da árvore cortada, e enriquece o solo pela elevada deposição de folheto rico em nitrogênio. SHERRY<sup>1</sup> (1971, *apud* CALDEIRA, *et al.*, 2001, p.2), relata uma incorporação de até 225 kg/ha de nitrogênio pelas bactérias nitrificantes associadas às raízes da Acácia-Negra.

No estado do Rio Grande do Sul, o plantio da acácia tem sido nas últimas quatro décadas uma fonte importante de recurso para os produtores rurais e pecuaristas. Isso se dá devido a possibilidade de desenvolver o plantio e colheita da acácia em paralelo a outros cultivos, bem como a criação de gado. Uma prática comum, desenvolvida pelos agricultores deste estado, é plantar uma floresta de mudas em determinada área de terras junto com o cultivo de uma planta frutífera ou leguminosa de safra, como a melancia, o milho, a moranga e outras. Como as raízes das árvores e as raízes das outras plantas buscam nutrientes em profundidade de

---

<sup>1</sup> SHERRY, S.P. **The black wattle** (*Acacia mearnsii*). Pietermaritzburg: University of Natal Press, 1971. 402p.

solo diferentes, uma não influencia no desenvolvimento da outra. Quando a colheita da safra ocorre, as árvores têm cerca de um metro de altura e não interferem no desenvolvimento do trabalho. Com essa prática tem-se um ganho de produtividade do sítio no primeiro ano de desenvolvimento da floresta e diminui-se o custo de oportunidade da terra. Cerca de um ano após a colheita da safra, dependendo da fertilidade do solo, há vegetação gramínea rasteira na área de floresta plantada. É prática usual, a partir desse período, a criação de gado na área da floresta, que se alimenta dessa vegetação. Obviamente a vegetação existente no meio da floresta não é tão abundante e nutritiva quanto a vegetação das áreas dedicadas exclusivamente à pecuária, no entanto é suficiente para a criação doméstica de gado, o que é o caso dos pequenos produtores rurais do estado.

Após o período compreendido entre cinco a sete anos a floresta fica pronta para a colheita. É comum que o produtor venda a madeira para combustível ou produção de celulose, e a casca para produção de tanino, amplamente utilizado na indústria de curtimento de couro. Caso não haja interesse em operacionalizar o processo de corte, existe ainda a alternativa de vender-se a floresta “em pé” a quem queira processá-la.

Em 2003 a empresa na qual esse trabalho foi realizado executou o plantio de 400 hectares de floresta de Acácia-Negra, com o intuito de produzir madeira e casca para venda direta às indústrias de celulose e tanino. Em 2011, após a maturação da floresta, o mercado de madeira e casca não é economicamente favorável e mantém preços abaixo da expectativa de venda dos produtores proprietários da empresa. Esses vislumbram duas alternativas para agregar valor a floresta, que está pronta para o corte, e elevar a perspectiva de retorno: produzir carvão vegetal ou produzir biomassa para energia.

O tema de estudo desse trabalho é a análise de três projetos de investimento, mutuamente excludentes, para produção madeira e casca, para produção de carvão vegetal e para produção de biomassa, no intuito de concluir qual investimento é mais interessante economicamente ao produtor florestal.

## 1.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

O trabalho foi realizado em uma fazenda na zona rural da cidade de Rio Pardo, no interior do Rio Grande do Sul. A Fazenda do Cedro fica locada no Passo do Adão, sem número. No ano de 2003, a área foi arrendada por três irmãos, que firmaram uma sociedade, e desde então vem desenvolvendo a Acacicultura. A espécie plantada foi *Acácia Mearnsii de Wild* (Acácia-Negra), com o intuito inicial de venda para os mercados de produção de tanino celulose. Junto ao plantio da Acácia foi cultivada uma safra de melancia, prática comum enquanto as árvores são pequenas e não interferem no processo de plantio, desenvolvimento e colheita da fruta. Também existe na área pequenas criações de gado, ovelhas e cabras, destinadas ao consumo próprio de leite e carne. Os sócios arrendatários desenvolvem outras atividades profissionais além da cultura da Acácia na Fazenda do Cedro, de modo que o cultivo de florestas não é a sua ocupação principal. Não há registro de pessoa jurídica para a venda do produto oriundo da floresta, cuja comercialização é legalizada e registrada pela emissão de nota fiscal de produtor rural.

A fazenda tem 730 ha de área em matrícula, no entanto grande parte dessa área é de açudes e banhados (ANEXO 1). A área plantada de acácia é próxima de 400 ha e toda floresta já está em período de corte. Com a queda dos preços da madeira e casca de Acácia, como consequência da alta do dólar em 2004 e da crise de 2008, os arrendatários estudam outros mercados, o que vai ao encontro deste estudo, enquanto aguardam uma reação do mercado. Uma das vantagens do plantio de Acácia é que não há limite do amadurecimento, o que permite que o plantador aguarde o tempo que julgar interessante para proceder a colheita.

Em novembro de 2013 ocorrerá o término do contrato de arrendamento e os arrendatários pretendem renová-lo, já desenvolvendo tratativas com o proprietário da fazenda. Até o término do contrato os arrendatários pretendem proceder ao início do corte da floresta. O presente estudo é de conhecimento dos produtores e servirá de embasamento para a definição do destino que será dado ao produto florestal.

## 1.2 SITUAÇÃO PROBLEMA

O cultivo de florestas exóticas, como é o caso da Acácia-Negra, para a venda no mercado de produção de tanino e celulose tem sido conhecido nas últimas três décadas como um bom negócio. Normalmente os produtores tem outras atividades, visto que o período de cultivo é longo - de cinco a sete anos -, mas contam com o retorno do seu investimento ao fim desse prazo. A perspectiva de retorno financeiro para a venda das florestas sempre foi crescente até 2004, quando uma alta expressiva do dólar modificou as relações comerciais do mercado interno, ao propiciar o direcionamento dos insumos florestais brasileiros à exportação. O fato de a moeda americana ter se valorizado excessivamente em relação à brasileira viabilizou aos produtores florestais a exportação de seus produtos, enxugando a sua oferta no mercado interno. Isso provocou uma alta expressiva nos preços de madeira e casca de Acácia e motivou as grandes empresas que tem esse produto como insumo a plantar florestas próprias e fomentar áreas de plantio junto a pequenos produtores. A alta seqüencial dos preços também serviu de motivação para diversos produtores rurais incrementarem ao seu portfólio de produtos o que lhes fosse possível plantar de florestas exóticas desde 2000. Após 2004, a queda do dólar, a conseqüente redução da exportação e as novas florestas - plantadas por grandes empresas e pequenos produtores - chegando próximas do ponto de corte, proporcionaram o crescimento da oferta de madeira e casca de Acácia-Negra no mercado interno, desvalorizando os produtos em relação aos seus preços históricos. A situação se agravou para os produtores com a crise de 2008, quando grandes empresas do setor de celulose, como a Aracruz, foram fortemente afetadas, principalmente por terem grande parte de seu capital aplicado em investimentos financeiros de risco, e o preço da madeira de florestas exóticas caiu drasticamente nesse mercado.

Desde então, produtores de madeira e casca em geral tem buscado outros mercados para o seu produto. Duas alternativas são a utilização da floresta para produção carvão vegetal e biomassa em cavacos, produtos de maior valor agregado

em relação a madeira e casca. Ambos são utilizados como combustível e envolvem processos de produção mais complexos que a simples extração da madeira para venda de madeira e casca, mas que podem ser alternativas viáveis de agregação de valor ao produto florestal e que propiciam melhores resultados financeiros ao produtor.

O mercado de carvão oferece uma alternativa promissora para os produtores de madeira. COLOMBO *et al.* (2006) indica que a produção de carvão vegetal do Brasil corresponde a 30% da produção mundial e que esse produto é quase totalmente direcionado para o mercado siderúrgico. A transformação da madeira em carvão vegetal ocorre por um processo relativamente simples e pode ser realizado com baixo investimento, de modo que até mesmo um pequeno produtor de madeira é capaz de operacionalizá-lo.

A biomassa para produção de energia é uma massa de madeira moída, utilizada como combustível, principalmente por indústrias. Em uma análise superficial, considerando o valor de mercado da biomassa para produção de energia e o valor de mercado da madeira para celulose, a produção de biomassa não aparenta ser um bom negócio, visto que o segundo valor de mercado é maior do que o primeiro. No entanto, o processo de produção de biomassa dentro da floresta aproveita, além do caule da árvore, seus galhos e folhas, e, por ser mecanizado, tem custos de processamento e logísticos reduzidos.

Tanto a produção de carvão vegetal, quanto a de biomassa podem ser alternativas para que os produtores de florestas exóticas incrementem suas expectativas de ganhos financeiros a patamares próximos do que se tinha até 2008, no entanto não há a segurança de que as receitas da comercialização destes produtos compensem os investimentos necessários para produzi-los. Com este trabalho pretende-se quantificar os valores pertinentes a produção de cada produto e definir qual processo, atualmente, confere ao produtor florestal maiores resultados financeiros.

O problema ao qual esse trabalho se refere é a definição de qual a melhor estratégia de investimentos para um pequeno produtor florestal de Acácia-Negra entre as alternativas: cortar a floresta e vender a madeira como lenha ou tora para celulose e a casca para a produção de tanino, investir em infra-estrutura para a



produção de carvão vegetal ou incrementar ainda mais os investimentos para estruturação de um processo de produção de biomassa para combustível.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo geral

Comparar três projetos de investimento para processamento de uma floresta plantada de Acácia-Negra de 400 hectares, em idade de corte, identificando qual provê melhores resultados financeiros ao produtor florestal.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- a. Quantificar a biomassa acima do solo, a partir de uma amostra de árvores, e identificar a expectativa de produção de madeira, casca, galhos e folhas de toda a floresta;
- b. Identificar a necessidade de investimento, custos e receitas para execução dos processos produtivos de madeira e casca, carvão vegetal e biomassa para energia;
- c. Comparar indicadores financeiros dos três projetos de investimento, concluindo qual provê melhores resultados ao produtor florestal.

## 2 REVISÃO TEÓRICA

Nesta seção serão abordados os principais conceitos que servirão de base para o desenvolvimento e alcance dos objetivos do trabalho. Inicialmente é feita a contextualização do setor estudado, por meio da abordagem dos tópicos Mercado Florestal e Acácia Negra como matéria-prima para produtos diversos. Após, discursa-se sobre os produtos Madeira e Casca, Carvão Vegetal e Biomassa para combustível, como produtos para o qual o estudo é direcionado. Em seguida são dissecados os assuntos e Especificidade Tecnológica e Custos de Produção e, por fim, Decisão de Investimento.

### 2.1 O MERCADO FLORESTAL

A exploração florestal foi uma das primeiras atividades econômicas desenvolvidas no Brasil, logo após o início do domínio europeu sobre o país. O extrativismo da madeira, com objetivo de construção local em habitação, construção naval, combustível e suprimento das demandas da Europa perdurou por séculos.

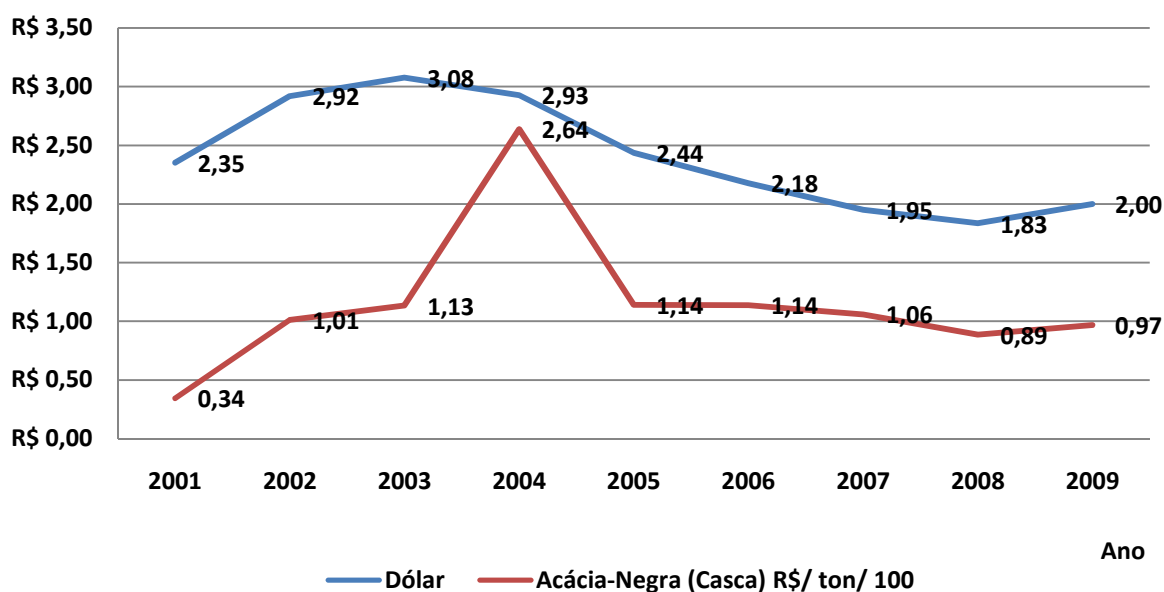
Segundo JOAQUIM (2009), em meados do século XIX, a indústria madeireira começou a se desenvolver no sul do Brasil, em função da grande disponibilidade de Araucária, matéria prima de elevada qualidade, por muitos anos responsável por rendimentos na região.

A partir da década de 60, o crescimento da infra-estrutura rodoviária na região amazônica e a redução da oferta de Araucária advinda da região sul proporcionaram uma migração gradativa do pólo madeireiro para o norte do país.

Segundo a ABRAF (2010), em 2008 a área plantada com acácias no Brasil totalizou 181.780 ha, chegando a estimados 174.150 ha em 2009. Tal redução (4,2%) é confirmada junto às grandes empresas produtoras deste grupo de espécies no Rio Grande do Sul e se dá, em parte, devido à mudança do mercado e impactos indiretos da crise econômica, ocorrida no final de 2008.

A partir de informações, coletadas informalmente com produtores, sabe-se que os preços da madeira para celulose e da casca de Acácia-Negra ascenderam radicalmente no ano de 2004 devido a alta do preço do dólar. Essa evolução pode ser melhor visualizada no Gráfico 1.

GRÁFICO 1 – Comparação das variações médias anuais dos preços do dólar e casca de Acácia-Negra.



Fonte: IBGE, 2010; Banco Central do Brasil, 2011

Com o valor da moeda americana próximo dos R\$ 3,00, a exportação dos produtos florestais compensava o produtor de modo muito superior a venda no mercado interno. Percebe-se uma similaridade nas evoluções do preço da casca de acácia e o preço do dólar nas duas primeiras séries do gráfico, anos de 2001 e 2002, corroborando a informação dos produtores de que os preços da casca e da madeira no mercado interno variam com o nível de exportação dos produtos e, indiretamente, estão atrelados ao preço do dólar.

Já na terceira série do gráfico percebe-se um incremento do preço da casca de acácia muito superior ao incremento do preço da moeda americana, desfazendo a similaridade das curvas. Esse comportamento do mercado é explicado pelo fato de que os contratos de compra e venda dos produtos florestais são negociados anualmente. Após dois anos seguidos de alta do dólar, proporcionando uma atmosfera otimista para a exportação, os produtores fecharam contratos de

exportação do seu produto, em sua maioria, providenciando a falta dos produtos florestais no mercado interno. Em consequência, nesse período ocorreu uma alta radical dos preços, quando a tonelada da casca de Acácia-Negra chegou a custar R\$ 264,00, no mercado interno, segundo o IBGE (2010).

Conforme a ABRAF (2010), em 2010, os países da América do Norte reduziram a importação do Brasil em 33,5% (valor em US\$), em relação a 2008. Em compensação, a China passou a importar 58,8% do produto brasileiro no mesmo período. Esse dado vai ao encontro do comportamento da curva na última série do gráfico, quando o preço do material florestal sobe sensivelmente acompanhando a alta da moeda americana.

A alta incomum do preço do insumo florestal, ocorrida em 2004, obrigou as grandes empresas gaúchas compradoras desse insumo a fortalecer uma prática já adotada em menor escala, de aquisição ou arrendamento de terras e plantação de florestas próprias. Também é conhecida a existência de contratos de fomento com produtores, que plantam suas florestas com preço futuro de venda determinado. Esse movimento das grandes empresas, somado à queda da moeda americana proporcionou um esfriamento do mercado florestal.

Segundo dados da EMPRABA (2010), enquanto os preços de mercado de casca e madeira subiram respectivamente 17% e 13% de 2000 para 2001, e 33% e 23% de 2001 para 2002, nos oito anos seguintes tiveram uma alta acumulada de somente 3,2% e 9,1%. A sensível alta dos valores de mercado dos insumos florestais madeira e casca no período compreendido entre 2002 e 2011 está muito aquém dos valores acumulados de inflação e encarecimento da mão-de-obra, que oneram o produtor florestal. A evolução dos preços de mercado entre 2000 e 2002 e, posteriormente em 2011, pode ser visualizada na Tabela 1.

TABELA 1 - Preços de madeira e casca de Acácia-Negra.

PRODUTO	ANO				
	2000	2001	2002	2011	
Casca	60	72	115	120	*
Madeira	20	23	30	33	**

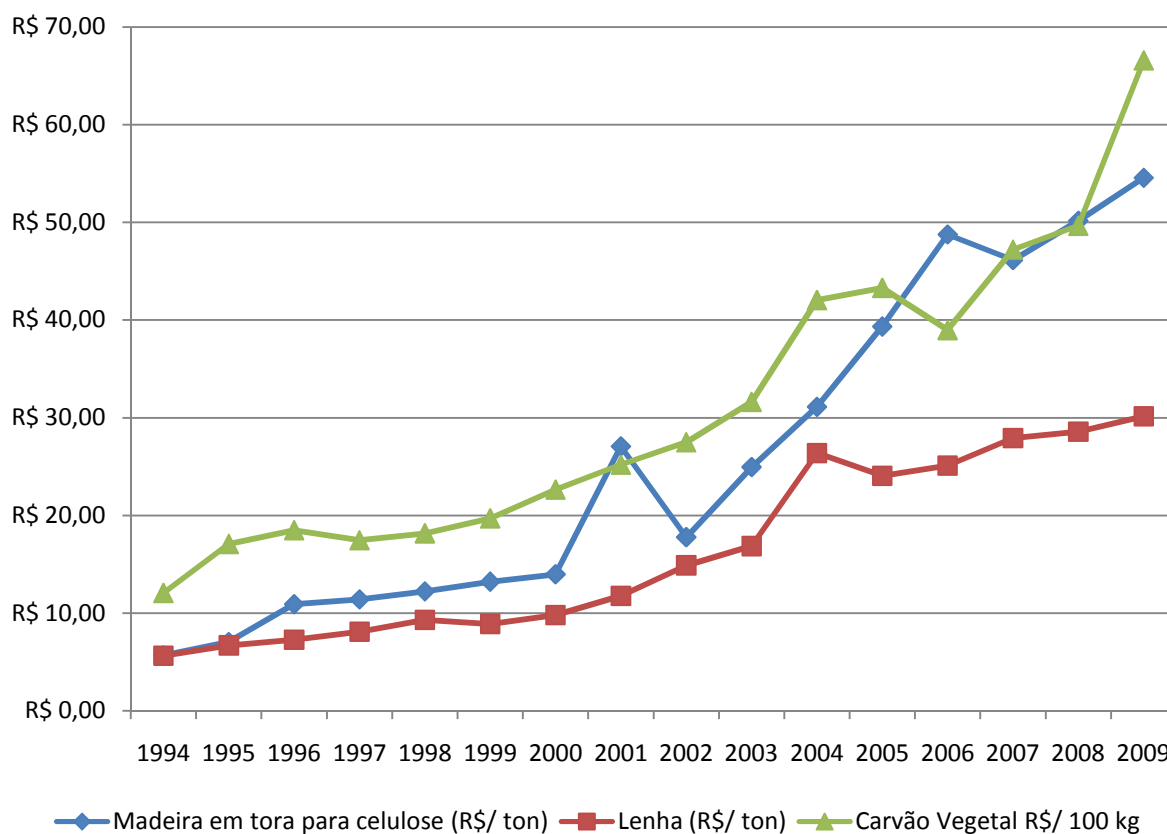
\* R\$/ tonelada

\*\* R\$/ estéreo (um metro cúbico com interstícios)

Fonte:: Adaptado de Embrapa, 2005; 2011.

Dados do IBGE (2010) demonstram que o preço do carvão vegetal, apesar de acompanhar quase paralelamente os preços de mercado da madeira para celulose ou da lenha, é um produto de considerável valor agregado. Enquanto utiliza-se 1000 kg de lenha para produzir entre 200 e 250 kg de carvão, apresentando-se uma proporção aproximada de cinco partes de lenha para uma de carvão, este produto apresenta um valor de mercado cerca de 10 vezes maior do que a madeira crua, conforme pode ser visualizado no Gráfico 2.

GRÁFICO 2 – Evolução dos preços de madeira crua e carvão vegetal.



Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

Esta comparação dos valores de mercado dos três produtos não considera o custo do trabalho envolvido na transformação da madeira crua em carvão vegetal, que aproxima-se de 15% do preço do produto.

Percebe-se ainda, analisando-se as últimas três séries do gráfico, que os preços dos três produtos elevam-se e mantêm uma tendência de alta, no entanto entre 2008 e 2009, o preço do carvão vegetal distancia-se dos preços dos demais

produtos, o que pode significar um crescimento da demanda pelo produto de maior valor agregado e mais eficiente como combustível industrial.

O mercado de biomassa florestal ainda é incipiente e não há séries históricas de preços disponíveis. Para comparação dos projetos foram utilizados valores indicados por empresas compradoras de biomassa florestal como combustível.

## 2.2 A MATÉRIA PRIMA: ACÁCIA NEGRA

As Acácias estão presentes nas regiões tropicais e subtropicais dos continentes Americano, Africano, da Ásia e Austrália, entretanto, não é possível encontrá-las nas floras da Europa (CALDEIRA *et al* 2001).

Existem aproximadamente 800 espécies do gênero *Acacia*, ocorrendo naturalmente nas savanas da Austrália e nas regiões África, Índia e América do Sul. Grande parte das espécies compõe-se de árvores e arbustos perenifólios, cujas folhas velhas não caem antes de as novas já se terem desenvolvido (TONIETTO, 1997). Autores como POYNTON<sup>2</sup> (1971); HARRIS<sup>3</sup> (1980) e FORESTRY COMMISSION OF NEW SOUTH WALES<sup>4</sup>, (1980) *apud* CALDEIRA (2001, p.2), estudaram diversas espécies de *Acacia* focando na sua adaptabilidade aos climas presentes nas diversas regiões onde a planta é encontrada. Determinadas espécies como *Acacia mearnsii* são tolerantes às geadas, pois crescem muito bem em regiões com temperatura de  $-11^{\circ}\text{C}$  POLLOCK *et al*<sup>5</sup>. (1986 *apud* CALDEIRA *et al*, 2001, p.5), e em locais de ocorrência de até 80 geadas por ano. Essa resistência e adaptabilidade é uma das características que faz as acácias estarem tão presentes na flora do sul do país hoje, apesar de não ser uma planta nativa desta região. *Acacia mearnsii*, ou Acácia-Negra, como é popularmente conhecida, é uma das principais espécies florestais plantadas no Estado do Rio Grande do Sul, tendo

---

<sup>2</sup> POYNTON, R.J. **Characteristics and uses of trees and shrubs**. 3 ed. Pretória: Forest Department, Republic of South Africa, 1971.

<sup>3</sup> HARRIS, T.Y. **Gardening with Australian plants: trees**. Nelson: Melbourne, 1980.

<sup>4</sup> FORESTRY COMMISSION OF NEW SOUTH WALES. **Trees and shrubs for eastern Australia**. Sydney: Univ. Press: 1980.

<sup>5</sup> POLLOCK, K.M.; GREER, D.H.; BULLOCH. B.T. Frost tolerance of *Acacia* seedlings. **Australian Journal Research**, v.16, n.4, p.337-346, 1986.

considerável importância econômica no Brasil, situando-se logo após os gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* (PEREIRA et al., 1999). A última estimativa científica de área plantada no Brasil é de TONIETTO; STEIN (1997), e varia entre 140 e 200 mil ha. MOCHIUTTI (1999) indica que o programa de plantio da espécie no estado oscila entre 16 e 20 mil ha ao ano, mas não indica o programa de corte, de modo que não existe, precisamente, uma estimativa de evolução da área plantada, no país ou no estado, desde 1999.

Tendo sido introduzida no Rio Grande do Sul em 1918 a Acácia-Negra passou a receber uma grande atenção dos produtores rurais, pois se trata de uma madeira de crescimento rápido, com diversas utilidades na pequena propriedade campestre. Em 1928, Júlio C. Lohmann realizava os primeiros plantios florestais com objetivos comerciais no município de Estrela/RS (OLIVEIRA, 1968 *apud* CALDEIRA et al, 2001)<sup>6</sup>.

A Acácia-Negra é insumo para produção de lenha e de toras ou cavacos, utilizados na fabricação de celulose. Da casca pode-se extrair o tanino, utilizado na indústria coureira para curtume.

A contribuição da Acácia-Negra para o meio ambiente também é considerável, pois se caracteriza como uma espécie recuperadora de solos pela capacidade simbiótica de bactérias nitrificantes, que se desenvolvem em suas raízes. Seu desenvolvimento proporciona a reposição de nitrogênio ao solo, além da formação de cobertura florestal por causa do seu rápido crescimento e fácil propagação (CARPANEZZI, 1998).

A acacicultura tornou-se uma atividade que provê vultosos benefícios sócio-econômicos para o estado do Rio Grande do Sul. Estima-se que 60% da produção do Estado seja proveniente de pequenas propriedades TONIETTO; STEIN (1997), cujos proprietários plantam e colhem a Acácia na entressafra. A floresta permite cultura concomitante de hortaliças nos dois primeiros anos após seu plantio, bem como a criação de animais no interior da floresta no período restante de desenvolvimento das árvores, motivo pelo qual pequenos produtores escolhem essa cultura para incrementar sua renda. Não são cobrados impostos sobre a comercialização da madeira e a renda obtida na transação aquece o mercado e

---

<sup>6</sup> OLIVEIRA, H.A. **Acacia-negra e tanino no Rio Grande do Sul**. Canoas: La Salle, 1968. v.2.

beneficia a economia das regiões produtoras. A estratégia de plantio e colheita se encaixa perfeitamente na rotina de uma propriedade rural, conforme pode ser visualizado no cronograma de plantio, Figura 1.

FIGURA 1 – Cronograma de plantio da Acácia-Negra.

OPERAÇÕES/ MESES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
<b>COMBATE AS FORMIGAS</b>	#	#	#	#								
Isclas granuladas com até 33kh/ há distribuídos em toda a área												
<b>LIMPEZA DO TERRENO/ CERCAS</b>	#	#	#	#	#							
Roçadeira comum e trator de pneus. Descapoeiramentos devem ser licenciados												
<b>ESTRADAS E ACEIROS</b>												
Planejamento e execução em áreas novas, manutenções no ano todo												
<b>SUBSOLAGEM</b>		#	#	#	#	#						
Com três hastes na linha de plantio, espaçadas em 3 metros												
<b>1ª GRADAGEM</b>		#	#	#	#	#						
Sobre a subsolagem, logo após a mesma												
<b>2ª GRADAGEM</b>					#	#	#	#	#	#		
Imediatamente após o plantio												
<b>PLANTIO/ ADUBAÇÃO</b>					#	#	#	#	#	#		
A cada 1,5m ao longo da linha de subsolagem. 50g de adubo a cada 15cm das mudas												OBS
<b>CONTROLE DE FORMIGAS</b>	# *	# *	# *	# *	#	#	#	#	#	#	#	#
Apenas repasse quando necessário												
<b>CAPINA MECÂNICA</b>	# *	# *									#	#
"Encostelamento" com grade enquanto tiver tamanho compatível												
<b>ROÇADA MECÂNICA</b>	# *	# *									#	#
Na entrelinha, se necessário												
<b>CONTROLE DO SERRADOR</b>	# *	# *									#	#
Anualmente, de acordo com a legislação estadual												
<b>PECUÁRIA</b>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
De acordo com a floresta, em lotação de 0,3 a 0,5 cabeças por hectare												
<b>COLHEITA</b>	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Produtos: casca, madeira descascada e lenha												
<b>OPERAÇÕES</b>	<b>PLANTIO</b>			<b>MANUTENÇÃO</b>			<b>PECUÁRIA</b>			<b>COLHEITA</b>		

Fonte: Caldeira (1999)

O desenvolvimento de biomassa é afetado por fatores ambientais e por fatores inerentes à própria planta. Conforme KRAMER & KOZLOWSKI<sup>7</sup> (1972 *apud* BARICHELO, 2003, p. 9) a acumulação de biomassa da floresta sofre influência dos diversos fatores que afetam a fotossíntese e a respiração. Segundo os autores, os principais fatores são luz, temperatura, concentração de dióxido de carbono do ar, umidade e fertilidade do solo, fungicidas, inseticidas e doenças, além de fatores internos que incluem a idade das folhas, sua estrutura e disposição, distribuição e comportamento dos estômatos, teor em clorofila e acumulação de hidratos de carbono.

<sup>7</sup> KRAMER, R. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Kalouste Goulbenkian, 1972. 745p.



## 2.3 AS ALTERNATIVAS DE USO: PRODUTOS E PROCESSOS

Os produtos usuais de uma floresta de Acácia-Negra são madeira e casca, aqui tratados com um único produto, pois não são mutuamente excludentes. Os produtos idealizados para análise de incremento de valor aos insumos florestais neste trabalho são carvão vegetal e biomassa. Ambos são combustíveis com aplicações semelhantes, mas valores de mercado e processos produtivos diferentes.

Pretende-se, nesta seção, descrever os produtos e seus processos de produção.

### 2.3.1 Madeira e casca

A madeira de Acácia-Negra é utilizada em geração de energia, como lenha, ou em produção de cavacos para celulose. O produtor pode ofertar a madeira no mercado interno às empresas consumidoras ou negociá-la com agentes de exportação, visto que, normalmente, não tem estrutura gerencial para exportar autonomamente. A casca é insumo na produção de tanino, amplamente utilizado nos setores de curtumes, adesivos, petrolíferos e de borracha. Segundo a EMBRAPA (2005), cerca de 60% da produção brasileira de tanino é direcionada ao mercado interno, enquanto o restante é exportado para mais de 50 países. Os únicos produtores e exportadores de tanino são a África do Sul, Brasil, Chile e China.

Para extrair a madeira e a casca para venda a empresas produtoras de celulose e tanino, contratam-se equipes prontas, experientes na atividade. Uma equipe é formada por cerca de sete pessoas. Um vai à frente dos demais derrubando as árvores com uma moto-serra e cortando o fuste da planta em tocos de tamanhos semelhantes, até a base dos galhos da copa. Em seguida, dois outros

trabalhadores se utilizam de machadinhas ou machados para desgallar as plantas abatidas. Por último, quatro trabalhadores descascam os tocos cortados com facões e os empilham. A produtividade da equipe é medida pela cubagem das pilhas montadas em metros estéreo (mst), que equivalem a um metro cúbico com interstícios, causados pela imperfeição do fuste da planta. A casca também é agrupada, amarrada, com uma tira da própria casca, e empilhada. Para o transporte até o cliente final, estaciona-se um caminhão ao lado da pilha montada e, com uma grua articulada acoplada a um trator, baldeia-se o produto florestal, que é carregado no caminhão. Após a colheita da floresta, faz-se a queima das galhadas e folhagens deixadas na área para que se possa novamente utilizar o campo.

Esse processo onera o custo da madeira e da casca. Com o crescimento da economia do país e o aquecimento do mercado de trabalho, o custo da mão-de-obra para a atividade de colheita de florestas tem reduzido a margem dos produtores. Esses, por vezes, optam por vender o mato “em pé” para as empresas de tanino e celulose, que tem maior quantidade de recursos tecnológicos para proceder a colheita de forma mecanizada.

### 2.3.2 Carvão vegetal

O processo pelo qual a madeira é transformada em carvão é chamado de carbonização ou, popularmente, carvoejamento. CASTRO (2007) indica que o carvão vegetal pode ser definido como resultado final da pirólise da madeira. Segundo JOAQUIM (2009) a submissão da madeira à ação do calor para carbonização e transformação em carvão vegetal é um dos métodos mais remotos de lhe agregar valor.

Segundo SAMPAIO (2004), a carbonização refere a destilação da madeira, transformando-a em uma fração rica em carbono, chamada carvão vegetal, e outra fração constituída de gases, a saber; alcatrão, ácido pirolenhoso e gases não-condensáveis.

JOAQUIM (2009) indica que a utilização do carvão proveniente de florestas plantadas tem tendência de alta, pois contribui para a diminuição da pressão sobre as florestas nativas.

O sistema de produção de carvão vegetal predominante no Brasil, que abrange cerca de 80% dos núcleos de produção, é composto por fornos de alvenaria e argila, popularmente chamados de “fornos rabo quente”. No Rio Grande do Sul, normalmente os fornos são de superfície, pois o relevo onde as florestas estão plantadas é plano. Em terreno acidentado, os fornos podem ser construídos em encostas, minimizando o custo de instalação do forno. SAMPAIO (2004) indica que fornos de superfície e de encosta carbonizam quantidades diferentes de lenha, podendo sua capacidade de produção variar de 6 a 20 estéreos por fornada. O local onde os fornos são instalados é chamado de carvoaria e um conjunto de fornos é denominado bateria. A carvoaria refere o local onde ocorrem todas as atividades de carbonização, desde o recebimento de madeira até a expedição do carvão produzido.

Conforme PINHEIRO *et al.* (2005) os fornos do tipo rabo quente realizam um ciclo de produção a cada seis ou sete dias, de modo que o produtor pode levar a queima a dez dias, dependendo do nível de umidade da lenha. Neste período, o processo se divide em duas partes: o acendimento do forno e o controle da entrada do ar, quando, de fato, ocorre a carbonização.

O forno de alvenaria é carregado inteiramente com lenha, de modo que sob a lenha haja um engaiolamento. O forno contém uma porta, uma chaminé - orifício de cerca de 30 cm de diâmetro centralizado sobre a construção - e de seis a nove orifícios menores em torno da sua parede, em alturas diferentes. Depois de carregado, é disposta uma quantidade de galhos e folhas secas sob a lenha, na área onde a madeira foi engaiolada, e incendiada. A área da porta é fechada com tijolos ou uma placa metálica e vedada com barro. A chaminé é mantida aberta até que o fogo se desenvolva, cerca de 30 a 50 minutos, e após é também lacrada com barro, mantendo-se somente os orifícios menores abertos como área de entrada de oxigênio. O ar quente e o fogo tendem a subir enquanto carbonizam a lenha com nível de oxigênio controlado. Quando a fumaça que sai pelos orifícios começa a aparentar coloração azulada, o orifício é também obstruído com barro. Inicialmente

isso ocorre nos orifícios inferiores e conforme o calor sobe no interior do forno, procedendo a pirólise no restante da madeira, ocorre também nos orifícios superiores. Quando os últimos orifícios são vedados o fogo extingue-se por falta de oxigênio e inicia-se o processo de esfriamento natural. O esfriamento do carvão pode levar até quatro dias para chegar a temperaturas entre 40° e 50° C, quando torna-se seguro abrir e descarregar o forno, sem risco de ignição do material. Parte do material inserido no forno é completamente incendiado e parte não é carbonizado adequadamente. Essa segunda parte é chamada de tiço e pode ser novamente levada ao forno para o processo de carbonização. Segundo JOAQUIM (2009) utiliza-se nos fornos tradicionais cerca de 2,2 estéreos de madeira, o que corresponde a 1,1 toneladas, para se produzir 1 m<sup>3</sup> de carvão, o que corresponde a 250 kg.

Ainda assim, entende-se que a transformação da floresta em carvão vegetal pode ser uma alternativa de valorização do produto florestal, dado o seu preço de mercado e a amplitude do mercado consumidor. Soma-se a isto o fato de que há o que evoluir tecnologicamente na produção de carvão, visando a utilização de sistemas de coleta de alcatrão e ácido pirolenhoso - utilizados na indústria química para produção de adubos e repelentes - e redução do tiço - lenha disposta no forno que não é transformada em carvão durante o processo - para incremento da produtividade. Essas possibilidades podem vir a compor um plano de inovação para uma indústria produtora de carvão vegetal mais eficiente.

### 2.3.3 Biomassa para combustível

O termo biomassa identifica a quantidade total de matéria viva existente em um ecossistema ou numa população animal ou vegetal. A energia da biomassa é aquela produzida a partir de materiais orgânicos cultivados, coletados ou colhidos para uso energético. Atualmente, a biomassa é a única fonte de energia renovável que pode ser usada para produção de eletricidade, produção de calor e de combustível de meio de transporte, no caso de locomotivas (International Energy Agency, 2009).

O WORLD ENERGY OUTLOOK (2010), elaborado pela Agência Internacional de Energia, indica que a quantidade de biomassa como recurso para produção de energia é normalmente estimada com base na terra disponível para culturas específicas, florestas plantadas e resíduos agrícolas utilizáveis para tal fim. As principais restrições em relação a exploração da biomassa são a disponibilidade de terras e água que deixam de ser utilizadas para produção de alimentos.

A produção de biomassa a partir da floresta, que é objeto deste trabalho, infere a moagem da planta inteira, com galhos vivos, mortos e folhas. Este fato pode ser uma fraqueza do negócio, visto que ao não utilizar estas partes da árvore como produto elas são deixadas no sítio e retornam ao solo uma quantidade considerável de nutrientes contidos na planta. CALDEIRA *et al.* (1999), em uma estimativa de conteúdo de nutrientes em um povoamento de Acácia-Negra de 2,4 anos de idade, concluiu que folhas e galhos acumularam, em média, 67,6% do total de nutrientes da planta, enquanto madeira e casca acumularam os 32,4% restantes. No caso da utilização de galhos e folhas para a produção de biomassa, 100% dos nutrientes contidos na planta, retirados por ela do solo, seriam exportados do sítio, o que pode vir a empobrecer a área da colheita e inviabilizar um novo plantio. RACHWAL (2007), em seu estudo de sustentabilidade do sítio de plantio de Acácia-Negra, concluiu que, se os resíduos da colheita (galhos e copa) não forem queimados, a quantidade de macronutrientes devolvida ao solo pela decomposição destes é igual ou maior a quantidade de macronutrientes exportada pela remoção do tronco comercial e da casca. Tanto as conclusões de Caldeira quanto de Rachwal confirmam a Acácia-Negra como uma espécie recuperadora de solo e ratificam a teoria de que a utilização de galhos e copas das plantas abatidas para a produção de biomassa é um ofensor a capacidade nutricional do solo na área de plantio.

A observação de Rachwal sobre a devolução de nutrientes ao solo somente no caso da não queima dos resíduos da colheita refere ao fato de que no estado do Rio Grande do Sul, desde que foi decretada a lei 9.482 em 1991, os galhos mortos da Acácia devem ser incendiados, como medida profilática de contenção do "Oncideres Saga", vulgarmente chamado de Cascudo Serrador. Esse inseto faz um corte de cerca de três milímetros de profundidade em torno do galho, em forma de anel. Segundo MAGISTRALI (2008) o "anelamento" produzido pelo serrador impede

a circulação de seiva para a extremidade da planta além do talho, viabiliza a penetração de micro-organismos, altera a arquitetura da copa e conseqüentemente a atividade fotossintética, mitigando a capacidade de desenvolvimento da planta e, em um caso extremo, levando-a à morte. O fato de a legislação obrigar a queima dos galhos mortos motiva os produtores a incendiarem, no mesmo processo, os resíduos da colheita da Acácia (galhos, copas, folhas e vagens), no intuito de limpar a área de plantio rapidamente e disponibilizá-la para nova cultura. Apesar da queima desses resíduos dissipar na atmosfera grande parte dos nutrientes que retornariam ao solo no caso de uma decomposição gradual, ainda é um processo mais sustentável do que a utilização desses resíduos para a produção de biomassa, que exportaria os nutrientes do sítio por completo.

Não é necessário um estudo complexo para identificar que a venda de madeira para celulose é um negócio mais rentável do que a produção de biomassa, considerando que o processo de extração de madeira seja idêntico para ambos os casos. Isso se dá devido ao fato de que o preço de mercado da madeira para celulose é muito maior do que o preço de mercado da biomassa. No entanto, idealiza-se, para a produção de biomassa, um processo mecanizado com equipamentos disponíveis no mercado desde 2009, ainda pouco ou nada utilizados nas florestas exóticas do Rio Grande do Sul.

Pretende-se desenvolver um processo no qual um trabalhador faz o corte das árvores com moto-serra. Em seguida uma grua coleta as árvores abatidas, com casca, galhada e folhagem e as leva até um moinho, instalado sobre uma carreta, de modo que seja móvel. Esse moinho pica a árvore inteira, direcionando a biomassa (madeira moída) diretamente para dentro de um caminhão caçamba que a leva para o beneficiamento ou para o cliente final.

Com esse processo espera-se ganhar produtividade e reduzir perdas, como a galhada e a folhagem. Dessa forma, crê-se ser possível viabilizar o direcionamento de uma floresta inteira apenas para a produção de biomassa, auferindo ganhos financeiros mais elevados do que a direcionando para os mercados de tanino e celulose.

## 2.4 DECISÃO DE INVESTIMENTO

Praticamente todas as atividades de negócio, sejam originadas em marketing, administração, operações ou estratégia, envolvem a comparação de desembolsos feitos em um determinado momento com benefícios projetados para um momento futuro. A decisão a ser tomada pelo produtor florestal que deseja agregar valor ao seu produto é justamente uma decisão de investimento. Enquanto cortar a floresta e vender madeira e casca para os mercados consumidores envolve somente contratação de mão de obra e estrutura logística, a produção de carvão envolve o investimento em fornos e a contratação de mão de obra especializada nessa atividade, e a produção de biomassa engloba a aquisição de máquinas de valor expressivo, a estimativa das despesas com combustível, peças de reposição e outros custos de operação e manutenção.

Cada uma das alternativas de processamento florestal estudada neste trabalho tem um determinado nível de investimento e resultado financeiro final inerente. Estima-se que, tanto os valores investidos em operacionalização, quanto os resultados financeiros obtidos ao término do corte da floresta sejam crescentes nesta ordem: corte da floresta e venda da madeira e casca, transformação da floresta em carvão vegetal, transformação da floresta em biomassa. No entanto não é possível para um produtor definir, de maneira empírica, sem a aplicação de recursos administrativos de quantificação e estimativa, qual dos processos lhe rende melhores resultados financeiros em médio e longo prazo.

A definição de viabilidade econômica de um investimento envolve a utilização de técnicas e critérios de análise que embasam a comparação entre custos e receitas referentes a cada projeto, ocorrentes em sua vida útil. A partir da padronização dos indicadores de viabilidade de investimento pode-se definir com maior nível de segurança qual o melhor projeto a ser implantado.

Segundo JOAQUIM (2009), a aplicação de critérios de análise econômica na área florestal é fundamental para se definir o projeto ideal a ser desenvolvido, bem como a alternativa de manejo florestal a ser adotada. A autora indica que a maior parte dos trabalhos sobre análise econômica de projetos de manejo florestal utiliza

como critério de análise de viabilidade os indicadores Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR).

CASAROTTO FILHO (2010) infere que são três os métodos básicos de análise de investimentos, capazes de determinar com eficiência qual o melhor projeto de investimento, quando se compara projetos diversos: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente Líquido Anualizado (VPLa) e Taxa Interna de Retorno (TIR). O autor indica que estes métodos são equivalentes e, se bem aplicados, conduzem ao mesmo resultado. Ressalta ainda que cada um dos métodos se adapta melhor a determinado tipo de problema.

#### 2.4.1 Valor Presente Líquido

SOUZA *et al.* (2007) descreveu, em seu trabalho, o método do Valor Presente Líquido (VPL) como sendo a técnica de investimento mais conhecida e utilizada na análise de investimentos em manejo florestal e silvipastoril.

Segundo SOUZA (2009), esse método deve ser um dos mais utilizados na avaliação de investimentos, por obter o valor da produção em termos atuais considerando uma taxa de juros, e por ser isento de falhas técnicas. A maior dificuldade na sua aplicação está na escolha de uma taxa de desconto apropriada para cada caso, além de apresentar problemas quando se trata da ordenação de projetos de investimento que possuem horizontes de planejamento diferentes. Para o autor, o Valor Presente Líquido pode ser resumido como a diferença entre o valor de mercado de um investimento e seu custo.

Para ROSS (2009) quaisquer outras formas de se obter lucratividade possuem falhas se comparadas ao VPL, de maneira que, em princípio, este é o critério de análise preferido, mesmo que isso nem sempre ocorra na prática.

O VPL consiste em transferir para o instante atual todas as variações de caixa esperadas, descontá-las a uma determinada taxa de juros e somá-las algebricamente.



Ao calcular-se o Valor Presente Líquido de um investimento, pode-se obter um valor positivo ou negativo. Esse valor significa a diferença financeira entre o investimento executado para a viabilização do projeto e a remuneração que o projeto deve providenciar durante a sua existência, ajustada cronologicamente para o período do investimento. ROSS (2009) refere que um investimento deverá ser aceito se seu Valor Presente Líquido for positivo e rejeitado se for negativo. No caso da comparação entre projetos de investimento, deve-se optar pelo projeto que prover maior VPL.

A fórmula para o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) é:

$$VPL = FC_1 + \frac{FC_2}{(1+i)^{j+1}} + \frac{FC_3}{(1+i)^{j+2}} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^{j+(n-1)}}$$

Sendo:

VPL = valor presente líquido;

FC = receitas no período j;

$i$  = taxa de desconto;

j = período de ocorrência dos custos e das receitas;

n = número total de períodos do fluxo de caixa.

SOUZA (2009) indica que a interpretação do valor monetário do VPL apresenta dificuldades para comparação quando os projetos de investimentos tem horizontes diferentes. Nesse caso faz-se necessária a anualização do VPL.

#### 2.4.2 Valor Presente Líquido Anualizado

O Valor Presente Líquido Anualizado (VPLa), também conhecido como Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE), trata-se de uma variação do Valor Presente

Líquido. Uma vez que o VPL concentra os fluxos de caixa na data zero, o VPLa os transforma em uma série uniforme.

CASAROTTO FILHO (2010) refere que o método consiste em encontrar a série uniforme equivalente a todos os custos e receitas de cada projeto, utilizando-se a taxa mínima de atratividade. Quando se trata da comparação de projetos, o melhor projeto será o que tiver o maior saldo positivo.

A fórmula do Valor Presente Líquido Anualizado (VPLa) é:

$$VPLa = VPL * \frac{i * (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

Sendo:

VPLa = valor presente líquido anualizado;

VPL = valor presente líquido;

$i$  = taxa de desconto;

$n$  = número total de períodos do fluxo de caixa.

#### 2.4.3 Taxa Interna de Retorno

A Taxa Interna de Retorno (TIR) de um projeto é a taxa que torna nulo o VPL do fluxo de caixa do investimento. É aquela que torna o valor presente dos lucros futuros equivalentes aos gastos realizados com o projeto, caracterizando assim a taxa de remuneração do capital investido (PONCIANO, 2004).

Ross (2009) sugere a TIR como alternativa mais importante ao Valor Presente Líquido (VPL). O autor indica que com a TIR procura-se obter uma única taxa de retorno, capaz de sintetizar os méritos de um objeto. Esse critério está intimamente ligado ao VPL, pois a TIR é a taxa de desconto que o torna nulo em relação a um investimento. Isso significa que a TIR de um investimento é a taxa de retorno exigida

pelo investidor que, quando utilizada como taxa de desconto, resulta em VPL igual a zero.

Com base na regra da TIR, um projeto de investimento deve ser aceito se a TIR é maior do que o retorno exigido e, caso contrário deve ser rejeitado. No caso de comparação entre projetos de investimento, deve-se aceitar o projeto que oferecer maior Taxa Interna de Retorno.

A fórmula para cálculo da Taxa Interna de Retorno é:

$$\sum_{j=0}^n R_j (1 + i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1 + i)^{-j} = 0$$

Sendo:

$R_j$  = receitas no período  $j$ ;

$C_j$  = custos no período  $j$ ;

$i$  = taxa de desconto ou taxa de juros mínima de atratividade;

$j$  = período de ocorrência dos custos e das receitas.

Conforme ROSS (2009) a TIR, como critério de análise de investimentos, pode apresentar problemas se não forem satisfeitas duas condições importantes: Em primeiro lugar os fluxos de caixa do projeto precisam ser convencionais, ou seja, ter o primeiro fluxo de caixa negativo – investimento – e os fluxos dos períodos seguintes positivos. Em segundo lugar, é necessário que o projeto seja independente, de modo que a aceitação ou rejeição desse projeto não interfira na aceitação ou rejeição de nenhum outro. Para execução deste trabalho considerou-se que os projetos são totalmente independentes, visto que a floresta tem dimensão para prover insumos aos dois processos produtivos em análise, carvão vegetal e biomassa. De qualquer forma, no intuito de evitar equívocos analíticos, as conclusões de VPL, VPLa e TIR, para os três projetos serão comparadas de maneira que uma valide as outras.

## 2.5 ESPECIFICIDADE TECNOLÓGICA E CUSTOS

O que essencialmente caracteriza uma empresa produtiva é a capacidade de providenciar insumos em um mercado, transformá-los e disponibilizar um produto em outro mercado. Especificamente no caso da empresa analisada neste trabalho, pode-se afirmar que os processos de cultivo da floresta, corte, descasque e venda para os mercados de tanino e celulose, são dominados. O produtor florestal autônomo, em média, não detém uma estrutura empresarial consolidada, isto é, não é proprietário de uma empresa de produtos florestais. Ao decidir investir em um projeto de produzir uma floresta exótica, o produtor adquire mudas, prepara a terra com conhecimentos prévios, obtidos a partir da experiência no trabalho rural, executa o plantio e procede a manutenção da floresta conforme lhe permite o conhecimento obtido empiricamente, em fóruns informais com outros produtores rurais, informações coletadas em cooperativas e etc. Após a maturação da floresta, geralmente, o produtor procede o corte da floresta e vende os insumos florestais pertinentes pelo preço de mercado. Não há nesse processo, desde a aquisição das mudas ou sementes até a entrega do produto florestal no cliente comprador, qualquer preocupação do produtor no desenvolvimento de alternativas que incrementem a rentabilidade do seu negócio. Os procedimentos desenvolvidos pelo produtor são de conhecimento comum e qualquer indivíduo que possua a terra, ou o direito de usá-la, pode desenvolvê-los. A facilidade de execução do processo de produção de uma floresta exótica infere ainda mais um problema: a dificuldade de obtenção de informação sobre a produtividade no mercado. Não é possível para o pequeno produtor conhecer quanto há de floresta plantada na região demográfica do mercado onde está inserido, quais as espécies e idades das florestas e outras informações, cujo domínio é fundamental para uma previsão de preços de mercado, variáveis com a curva de oferta e demanda dos produtos produzidos.

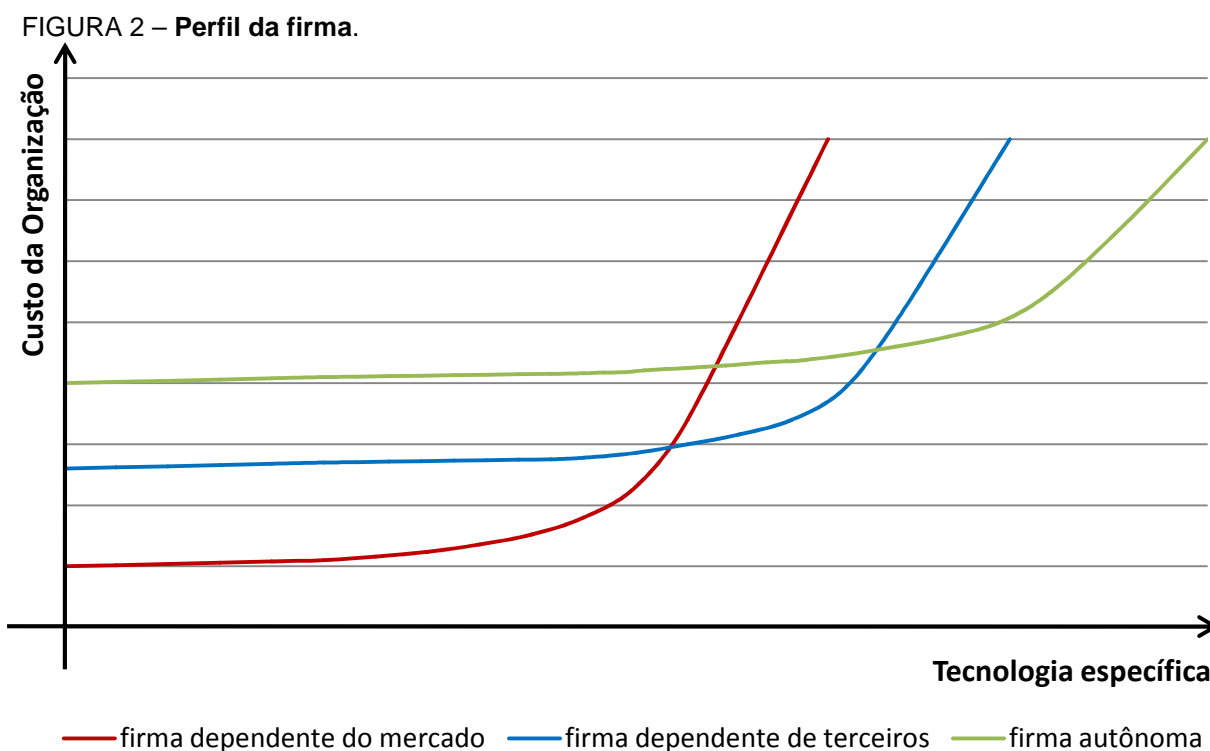
O cenário apresentado torna os produtos florestais lenha, madeira em tora para celulose e casca de Acácia-Negra, produtos de baixa especificidade tecnológica. Segundo ZAWISLAK (2011) quanto menor a especificidade tecnológica de um produto, mais rapidamente o mercado, sendo atrativo, é saturado por

indivíduos produtores. Os custos da organização de uma empresa se elevam na medida em que novos concorrentes entram no mercado, disputando os mesmos insumos e meios de produção. Logo, pode-se dizer que quanto menor a tecnologia específica utilizada para produção de um produto, menor é o prazo de elevação dos custos da organização produtora e mais rapidamente sua margem de lucro atinge o nível mínimo.

Em caráter de exemplo, pode-se analisar a movimentação do mercado de casca de Acácia-Negra nos últimos 10 anos. A sequencia de altas do dólar em 2001, 2002 e 2003, viabilizou a exportação, provocou a redução da oferta no mercado interno e conseqüente alta do preço do produto. Sendo a informação da alta do preço da Casca de Acácia comum a todo o produtor rural e não havendo nenhuma impossibilidade técnica para a produção deste insumo, grande quantidade de produtores rurais que plantavam outras espécies de florestas exóticas, ou não plantavam florestas em suas propriedades, migraram para a Acácia-Negra e não tiveram dificuldade em produzir o mesmo produto, no mesmo nível de qualidade de produtores que já estavam no mercado. A partir de 2004, com a sequencia de quedas do dólar até 2008 e a normalização da balança comercial do produto florestal, ocorreu uma super oferta de casca no mercado interno, que proporcionou uma redução ainda mais intensa no preço do produto. Um produto de maior especificidade tecnológica ofereceria uma barreira de limitação técnica à entrada de novos produtores, que amortizaria a oferta do produto no mercado e a conseqüente queda expressiva dos preços.

ZAWISLAK (2011) chama a firma analisada de “firma dependente de mercado”. Caso essa firma desenvolva um produto com maior especificidade tecnológica, obviamente terá maiores custos, mas maior margem de lucro. No longo prazo, onde a margem de lucro tende a zero, pode-se dizer que a especificidade da tecnologia empregada no produto posiciona a firma em curvas de elevação do custo da organização menos elásticas em relação ao tempo. Em suma, quanto mais específico e complexo for o processo produtivo, mais extenso é o período em que a firma obtém lucro com o produto. O domínio de uma tecnologia específica concede à firma a manutenção da margem de lucro por um período maior e conseqüentemente maior autonomia no mercado. WILLIAMSON (1991), discutindo sobre especificidade

de produtos, propõe três tipos de empresa: governada pelo mercado, híbrida ou governada por regras contratuais e governada por hierarquia. ZAWISLAK (2011) denomina as firmas de maior especificidade tecnológica de “firma dependente de terceiros” e “firma autônoma”, conforme pode ser visualizado na Figura 2.

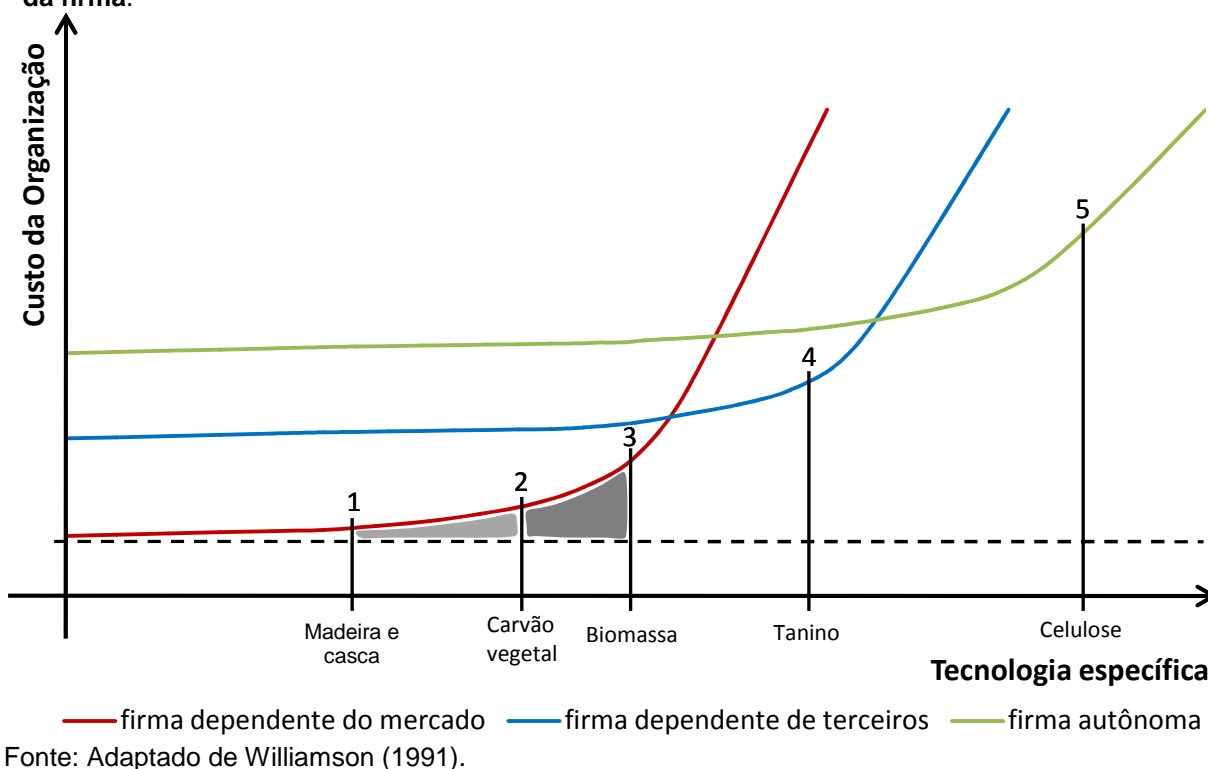


Fonte: Adaptado de Williamson (1991)

Como se observa na Figura 2, uma firma com produto de maior especificidade tecnológica tem custos iniciais de organização mais elevados, enquanto firmas com produtos de menor tecnologia específica tem custos de organização menores. No entanto, no longo prazo, ocorre que quanto menor a especificidade tecnológica do produto elaborado pela firma, mais rápido é o incremento do custo da organização. Isso ocorre, devido ao fato de que não há limitações tecnológicas significativas que sirvam de barreira a novos entrantes nos mercados de produtos menos específicos. Sendo o mercado atrativo, no longo prazo, terá novos produtores, logo maior concorrência e redução da margem de lucro dos produtores em função da redução dos preços.

Esta é exatamente a situação da firma analisada neste trabalho. Trata-se de uma firma dependente de mercado, cujo produto não tem especificidade tecnológica que limite a entrada de novos produtores. Os produtos que compõem a cadeia de valor da Acácia-Negra podem ser inseridos na curva de especificidade tecnológica, na seguinte ordem; madeira e casca, carvão vegetal, biomassa, tanino, e celulose, conforme pode ser visualizado na Figura 3, abaixo.

FIGURA 3 – Cadeia de valor do insumo florestal da Acácia-Negra, inserido na Curva de perfil da firma.



A Figura 3 ilustra a situação da empresa analisada neste trabalho. Pode-se afirmar que atualmente a tecnologia dominada é suficiente para produção de madeira em tora para celulose e casca, para venda às indústrias de celulose e tanino, respectivamente. A produção destes produtos situa a empresa no *Ponto 1* da curva de *firma dependente de mercado*. Com o objetivo de elevar a sua margem de lucro, essa empresa pode desenvolver um processo de produção de carvão vegetal e deslocar-se ao longo desta mesma curva até o *Ponto 2*. Para substituir o produto final por um de maior especificidade tecnológica, obviamente é necessário que haja um determinado investimento. Esse investimento é representado pela integral da área hachurada entre os pontos 1 e 2. O produtor pode ainda modificar o produto de

modo a posicionar-se no *Ponto 3* da mesma curva, passando a produzir Biomassa. Dessa forma terá de desembolsar um investimento maior, representado pela integral das áreas hachuradas entre os pontos 1 e 3 da figura.

O objetivo deste trabalho é quantificar esses investimentos e os seus indicadores de viabilidade, VPL, VPLa e TIR, de modo a embasar o produtor florestal na decisão de qual projeto executar para agregar valor à floresta em questão.



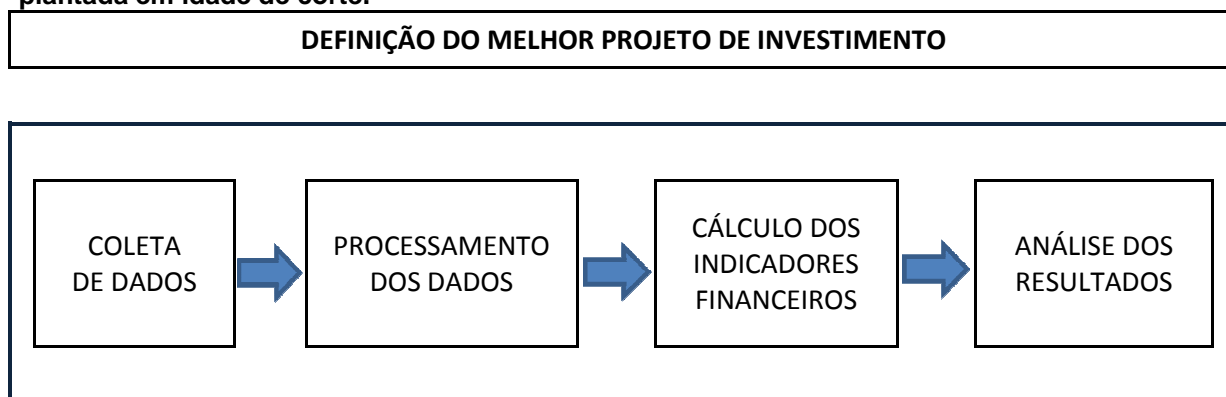
### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a definição do método de pesquisa mais adequado, ROESCH (2009) aconselha partir dos objetivos do trabalho. Salieta que deve haver coerência entre a maneira como o problema foi formulado e tais objetivos. Outras limitações práticas de tempo, custo e disponibilidade dos dados, também devem ser consideradas.

A autora classifica os estudos em cinco tipos: Pesquisa Aplicada, Avaliação de Resultados, Avaliação Formativa, Proposição de Planos e Pesquisa-Diagnóstico. O presente trabalho se encaixa no tipo Pesquisa-Diagnóstico, pois o pesquisador propõe-se a explorar o ambiente, levantar e definir problemas e concluir possíveis soluções.

O projeto de investimento mais adequado para o processamento da floresta plantada em questão foi definido a partir de quatro passos subseqüentes, demonstrados de forma esquematizada na Figura 4.

FIGURA 4 - Passos para definição do melhor projeto de investimento para uma floresta plantada em idade de corte.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2011.

#### 3.1 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi dividida em duas partes. A primeira referente a quantificação de insumo florestal disponível para processamento. Visto que os

projetos de investimento analisados utilizam partes diferentes da árvore, foi necessário descobrir o quanto há na floresta de madeira, casca, galhos e folhas. Para tal, foi executado um inventário florestal, a pesagem de uma amostra de plantas e o cálculo das quantidades de insumos florestais por regressão estatística, nos moldes propostos por BARICHELLO (2003). A segunda parte referente aos preços de mercado para cada produto processado. Para definição dos preços de madeira para celulose, casca, e carvão vegetal, foram utilizados os dados do IBGE (2010) e para definição do preço de biomassa para energia, foi solicitado orçamento de venda a uma empresa de grande porte, situada próximo ao Polo Petroquímico de Triunfo – RS, que utiliza o produto como fonte de energia no seu processo.

### 3.2 PROCESSAMENTO DOS DADOS

Dado que o método de quantificação de insumo florestal foi a pesagem, os dados de preço coletados foram convertidos em reais por tonelada (R\$/ ton), para casca, carvão vegetal e biomassa para energia. No caso da madeira em tora para celulose, que é comercializada por metros estéreos (mst), foi utilizado o fator de multiplicação 1,8, pois esse valor equivale a quantidade de metros estéreos por tonelada de madeira seca, medida na coleta de dados em campo.

Dado que os projetos analisados tem horizonte igual ou maior do que dois anos, foram considerados preços médios anuais para cada produto, considerando a evolução percentual média de preço nos últimos três anos para estimar qual será a evolução futura. Sobre a casca, a madeira e a biomassa não incidem impostos de comercialização. Já sobre o carvão vegetal são cobrados impostos que foram descontados do valor utilizado para o cálculo de viabilidade financeira. Ainda foram considerados custos de plantio da floresta, de arrendamento da terra, de manutenção de máquinas e equipamentos, combustível e mão-de-obra.

### 3.3 CÁLCULO DOS INDICADORES FINANCEIROS

Para realização do cálculo dos indicadores financeiros optou-se pela utilização do software Microsoft Excel, que oferece a vantagem da ampla disponibilidade e funções originais de cálculo dos indicadores escolhidos para a análise. Além disso, o software proporciona a elaboração eficiente de tabelas e gráficos utilizados para melhor explanação de método e resultados.

### 3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados foram avaliados conforme orientação dos autores que embasaram a revisão teórica, sendo que todos os indicadores financeiros gerados tem resultado diretamente proporcional ao nível de atratividade do projeto de investimento, ou seja, quanto maior o VPL, VPLa e TIR do projeto, mais interessante financeiramente é a sua implantação.

A partir do comparativo dos resultados pode-se definir qual projeto de investimento provê melhores resultados financeiros ao produtor florestal.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos com esse estudo. Inicialmente é demonstrada a quantificação dos insumos florestais e, em seguida, os cálculos dos indicadores financeiros que levam a conclusão dos objetivos do trabalho.

### 4.1 QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA: INVENTÁRIO FLORESTAL

Os produtos que se pretende analisar são madeira e casca, carvão vegetal e biomassa para combustível. Se fossemos avaliar somente a viabilidade de implantação de um processo produtivo de biomassa para combustível, seria adequado que se cortasse uma amostra de plantas de diferentes áreas da floresta, as picasse, secasse e pesasse, quantificando a capacidade produtiva da floresta. No entanto, não se detém um moinho do porte necessário para picar as árvores amostradas, o que impõe a busca de outro método de quantificação de biomassa. Além disso, os demais produtos analisados, carvão, lenha e casca, não respondem por toda a biomassa acima do solo, mas somente por partes comerciais da planta.

CALDEIRA *et al.* (2001), propõem em seu trabalho o método utilizado por YOUNG & CARPENTER (1976) para quantificação de biomassa acima do solo. Já SOARES *et al.* (2010) propõe o método SMALIAN (MACHADO;FIGUEIREDO FILHO, 2003). Ambos são bastante semelhantes, no entanto o primeiro objetiva puramente a quantificação da biomassa da floresta, enquanto o segundo tem por objetivo avaliar a evolução do crescimento das plantas. Dado que o interesse, para o sucesso deste trabalho, é estimar quanta biomassa há na floresta, dividida em casca, lenha, galhos e folhas, optou-se pelo método utilizado por BARRICHELO (2003), no qual o autor quantifica a biomassa acima e abaixo do solo, segregando as partes da árvore conforme é adequado para a nossa estimativa. Ressalvado que para o alcance dos objetivos deste trabalho não foi necessário estimar a quantidade

de biomassa abaixo do solo, visto que tal insumo não tem utilidade em nenhum dos processos produtivos propostos.

CALDEIRA (2001) e BARRICHELLO (2003) iniciam o inventário florestal pela análise do clima, solo, relevo e índice pluviométrico. Estas considerações foram desprezadas, pois não é relevante entender os motivos da floresta comportar e biomassa que comporta, mas somente a identificar a sua quantidade.

#### 4.1.1 Inventário da área experimental

O trabalho foi realizado no mês de maio de 2011 em um povoamento instalado no segundo semestre de 2003, com densidade inicial de 2222 plantas por hectare (3 m entre linhas e 1,5 m entre plantas).

Inicialmente foi demarcada uma área de 18 m X 30,6 m, de área equivalente a 550,8 m<sup>2</sup>. Nessa área foi realizado o inventário florestal, medindo-se DAP (diâmetro à altura do peito) de todas as plantas e a altura de 14% destas. Na medição do diâmetro das plantas foi utilizada fita métrica e na medição de altura foi utilizado Medidor de Distâncias Bosch, modelo DLE 50. Dado o espaçamento de plantio calcula-se que a área deveria conter 123 árvores, no entanto foram contadas 100. O decréscimo de 18% refere a plantas que não se desenvolveram na competição por luz e foram abatidas pelo produtor, no intuito de incitar o desenvolvimento das plantas vizinhas, ou por causas naturais, como ventanias e temporais. CALDEIRA *et al.* (2001) encontrou um percentual de falhas de 28,5 % em uma floresta de quatro anos de idade e BARRICHELLO (2003) chegou a encontrar um percentual de falhas de 42,16% em uma floresta de oito anos de idade.

##### 4.1.1.1 Distribuição diamétrica

Baseado nos dados coletados no inventário florestal as árvores foram agrupadas em classes de modo a abranger todas as variações diamétricas do povoamento. O número de classes (K) foi definido sob aplicação do modelo matemático sugerido por BARICHELLO (2003) adaptado para a área e quantidade de plantas amostradas de maneira que  $K=1+2,5*\log n$ , onde; n= número de elementos da amostra. O intervalo das classes (h) foi definido por  $h=H/K$ , em que; H= amplitude diamétrica total (DAP máximo – DAP mínimo).

A amostra avaliada foi então dividida em seis classes diamétricas com intervalos de 2 cm cada, conforme Tabela 2.

**TABELA 2 – Classe de diâmetro e frequência de árvores em uma floresta de 7 anos de idade em Rio Pardo – RS.**

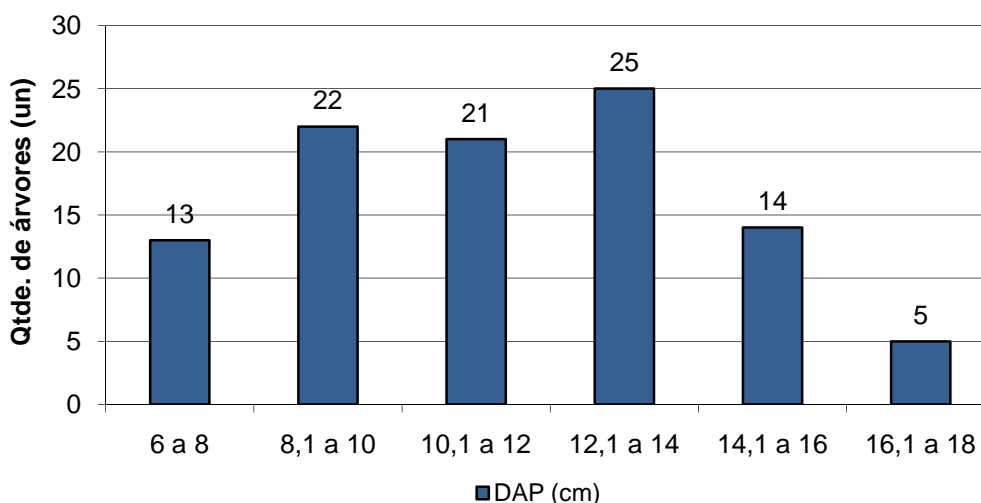
Intervalo da classe	Centro da classe	Frequência
6 a 8	7	13
8,1 a 10	9	22
10,1 a 12	11	21
12,1 a 14	13	25
14,1 a 16	15	14
16,1 a 18	17	5
6 a 18	12	100

Observa-se na amostra que apenas 13% das plantas não ultrapassam 8 cm de diâmetro e apenas 5% ultrapassam 16 cm de diâmetro. A grande maioria das plantas tem entre 8,1 e 14 cm e estão divididas em quantidades aproximadas entre as três classes contidas nessa variação de diâmetro.

BARICHELLO (2003), utilizando-se de uma amostra de 1135 árvores em uma floresta um ano mais velha do que a analisada neste trabalho, concluiu que 6,7% das plantas não ultrapassaram 8 cm de diâmetro e 15% das plantas ultrapassaram 17 cm de diâmetro. Percebe-se, comparando os inventários citados, que o delta de idade entre as florestas - um ano - pode ter sido o responsável pelo menor número de plantas com DAP menor do que 8 cm e considerável maior número de plantas com DAP maior do que 16 cm. No entanto, uma análise comparativa adequada levaria em conta as condições de solo, clima, espaçamento entre as plantas, intensidade amostral das pesquisas e demais fatores relevantes.

Prevalece, em ambos os estudos, que a maior parte das plantas, 68% neste trabalho e 55,3% no de BARICHELLO (2003) tem DAP entre 8 e 14 cm. Observa-se ainda, que a maior frequência encontrada está na classe 12,1 a 14cm, melhor visualizado no Gráfico 3.

**GRÁFICO 3 – Distribuição diamétrica de povoamento de Acácia-Negra de sete anos de idade em Rio Pardo – RS.**



A partir dessa amostragem foi definida a quantidade de plantas a serem abatidas e o seu diâmetro para posterior quantificação de biomassa acima do solo segregando-se madeira, casca, galhos e folhas. A quantidade de plantas abatidas foi definida a partir de uma relação aproximada com a quantidade de plantas encontradas na amostra dentro de cada classe diamétrica. O seu diâmetro é a média dos diâmetros mínimo e máximo da classe, denominado centro de classe, como pode ser visto na Tabela 3.

**TABELA 3 – Classe diamétrica e quantidade amostral de árvores abatidas para estimativa de biomassa acima do solo em uma floresta de Acácia-Negra de sete anos em Rio Pardo – RS.**

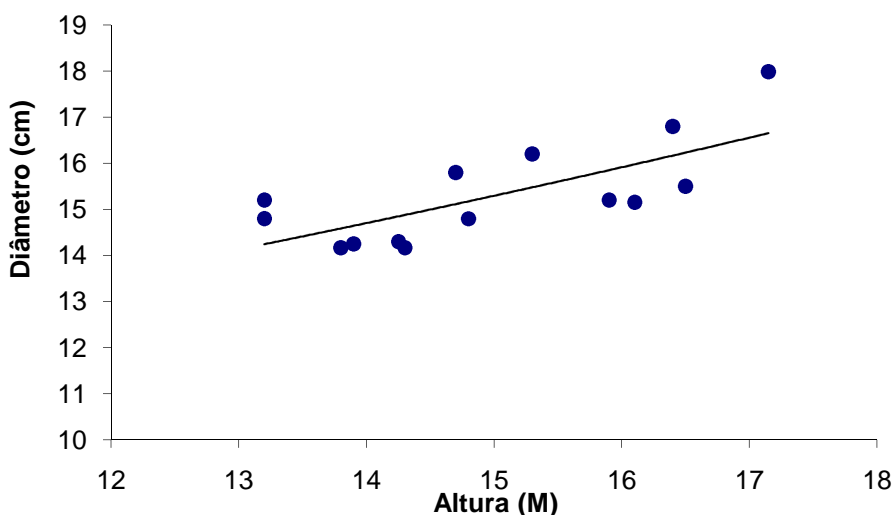
Classe diamétrica (cm)	6 a 8	8,1 a 10	10,1 a 12	12,1 a 14	14,1 a 16	16,1 a 18
DAP - Centro de Classe	7	9	11	13	15	17
Qtde Árv./ Diâm. (%)	13%	22%	21%	25%	14%	5%
% sobre 14 árvores	1,82	3,08	2,94	3,5	1,96	0,7
Qtde Árv. Abatidas	2	3	3	3	2	1

O número de árvores abatidas foi definido em 14, de modo que essa quantidade permite uma das maiores aproximações com os percentuais reais de plantas dentro de cada classe diamétrica da amostra. As quantidades de plantas que permitem aproximações melhores do que 14 excedem 28 árvores, o que impossibilitaria tecnicamente a realização da pesagem.

#### 4.1.1.2 Altura das árvores

A altura das árvores não medidas foi estimada por regressão estatística, a partir do modelo  $h=b_0+b_1/DAP+b_2/DAP^2$ , onde  $h$ = altura e  $DAP$ = diâmetro na altura do peito, 1,3 m, e  $b_0$ ,  $b_1$  e  $b_2$  são coeficientes da equação e equivalem respectivamente a 23,86360, -130,09154 e 240,23595. O coeficiente de determinação,  $R^2$ , é igual a 0,72, e coeficiente de determinação ajustado de modo que 28 % da variável dependente, altura, não é afetada pelas variáveis independentes analisadas,  $DAP$  e frequência de centro de classe. BARICHELLO (2003), utilizando este modelo, encontrou  $R^2$  ajustado de 0,64, em uma floresta de Acácia-Negra de oito anos com uma amostra de 1135 plantas. A relação de altura e diâmetro explicada pelo modelo pode ser melhor visualizada na Gráfico 4.

**GRÁFICO 4 – Dispersão da relação entre altura e diâmetro das árvores de uma floresta de Acácia-Negra de 7 anos de idade em Rio Pardo – RS.**





A linha de tendência inserida no gráfico tem formato de uma curva exponencial. Aparentemente vê-se uma tendência linear, devido a amostra medida ser pequena. A relação entre o diâmetro e a altura das plantas aproxima-se de uma relação linear até que a altura das árvores atinja o ponto máximo. A partir disso, a planta segue crescendo em diâmetro, no entanto não mais cresce em altura e a tendência demonstra-se em uma curva exponencial.

#### 4.1.2 Pesagem das árvores

Para pesagem das plantas foi utilizada uma balança de gancho com precisão de 100 g. Foram pesados separadamente a madeira, a casca, galhos e folhas de 14 plantas conforme a classe diamétrica determinada. Os resultados da pesagem podem ser visualizados na Tabela 4.

**TABELA 4 – Medidas de árvores amostradas em uma floresta de Acácia-Negra com sete anos de idade em Rio Pardo – RS.**

Árvore	Classe 1		Classe 2			Classe 3			Classe 4			Classe 5		Classe 6
	A 1	A 2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
Circ. (cm)	21,5	21,0	28,0	28,5	28,1	34,5	34,7	34,5	40,8	41,0	40,7	47,2	47,1	53,5
DAP (cm)	6,8	6,7	8,9	9,1	8,9	11,0	11,0	11,0	13,0	13,1	13,0	15,0	15,0	17,0
Altura (M)	14,8	14,3	13,8	17,2	13,9	14,3	15,9	16,1	16,5	16,4	15,3	14,7	13,2	13,2
Lenha (kg)	43,5	41,0	48,0	50,1	49,5	58,7	60,2	61,3	72,6	75,3	73,3	125,0	117,1	132,2
Casca (kg)	11,4	11,2	13,6	13,8	13,5	14,3	15,0	13,8	15,6	16,2	14,5	24,5	23,7	24,1
Galhos (kg)	12,1	11,6	12,8	12,9	13,4	14,1	14,3	14,8	22,6	23,5	23,1	25,4	26,1	26,3
Folhas (kg)	8,5	8,1	9,1	8,7	9,6	10,4	11,5	11,6	13,3	14,1	13,1	23,8	24,5	24,6
Peso Total	75,5	71,9	83,5	85,5	86	97,5	101	101,5	124,1	129,1	124	198,7	191,4	207,2

A partir das plantas amostradas foi possível quantificar o percentual de cada parte da planta existente na floresta. Esses percentuais podem ser melhor visualizados na Tabela 5.

**TABELA 5 – Percentuais de partes das plantas amostradas em uma floresta de sete anos de idade em Rio Pardo – RS.**

Árvore	Classe 1		Classe 2			Classe 3			Classe 4			Classe 5		Classe 6	Média
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	
Lenha	58%	57%	57%	59%	58%	60%	60%	60%	59%	58%	59%	63%	61%	64%	59%
Casca	15%	16%	16%	16%	16%	15%	15%	14%	13%	13%	12%	12%	12%	12%	14%
Galhos	16%	16%	15%	15%	16%	14%	14%	15%	18%	18%	19%	13%	14%	13%	15%
Folhas	11%	11%	11%	10%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	12%	13%	12%	11%

Considerando os resultados obtidos na medição da área e pesagem das plantas amostradas, pode-se concluir que o total de biomassa acima do solo existente na floresta por hectare é de 217.462,91 kg, logo 86.985.164,44 kg nos 400 hectares de área plantada. Essa biomassa está dividida em 51.713.682,84 kg de madeira, 12.120.296,78 kg de casca, 13.390.452,70 kg de galhos e 9.760.732,12 kg de folhas, que representam 59%, 14%, 15% e 11% da biomassa total da floresta respectivamente.

Conhecer esses números é essencial para o sucesso do trabalho. Possibilita identificar a dimensão da estrutura a ser planejada para se processar a quantidade de insumos disponível na floresta. Quanto aos percentuais de cada parte da planta, é fundamental conhecê-los na medida em que os projetos que estão sendo analisados utilizam partes diferentes da planta. Enquanto o processo produtivo de madeira e casca utiliza somente o fuste e a casca da planta, a produção de carvão vegetal utiliza somente o fuste, podendo-se retirar a casca ou não, e o processo de produção de biomassa utiliza todas as partes da planta.

## 4.2 CÁLCULO DOS INDICADORES FINANCEIROS

Após a quantificação dos insumos florestais é possível calcular quanto se pode obter com cada projeto de investimento analisado neste trabalho. Os projetos foram denominados Projeto 0 – Madeira e Casca, Projeto 1 – Carvão Vegetal e Projeto 2 – Biomassa. O projeto direcionado à produção de madeira e casca foi denominado com o número zero, pois não representa uma evolução no processo de produção conhecida pela empresa em questão, que já produziu madeira e casca a

partir de outras florestas semelhantes, mas os valores envolvidos com essa produção servem de base para avaliar-se o incremento econômico que pode ser obtido com os projetos de investimento 1 e 2.

Visto que o objetivo do trabalho é a comparação entre os projetos de investimento, foram comparados valores de investimento inicial, custos e receitas de cada projeto, dados necessários para conclusão dos indicadores VPL, VPLa e TIR, e, em seguida, os próprios indicadores.

#### 4.2.1 Investimento inicial

Os investimentos para arrendamento da terra e plantio da floresta são idênticos para os três projetos analisados. O arrendamento da terra é contratado a 29.500 kg de boi vivo, por hectare da propriedade, por ano. Para definição do valor de custo de arrendamento foi considerado a média dos valores pagos ao dono da propriedade nos últimos sete anos e os valores estimados para os próximos seis anos, que é o período do projeto mais longo entre os analisados. A estimativa dos valores para os próximos seis anos foi feita com base no incremento percentual médio do custo de arrendamento nos últimos sete anos. Dessa forma concluiu-se como custo médio de arrendamento no período de uso da terra R\$ 134.0000,00 por ano. Este valor é importante para o cálculo dos indicadores, pois os projetos tem horizontes diferentes e o custo de arrendamento infere durante todo o período de execução do projeto.

O custo de plantio foi definido a partir de informação dos produtores, que afirmam ter feito o cálculo de custo de plantio por hectare na época do plantio, em R\$ 1.500,00 por hectare. Os valores de trator, grua, reboques, moto-serras e fornos foram definidos a partir dos valores pagos por essas máquinas e equipamentos anteriormente, pois os produtores já as possuem. Os valores do moinho para fabricação de biomassa e caminhão caçamba foram orçados com empresas especializadas na venda dessas máquinas.

A partir desses dados chegamos a um valor de investimento inicial para execução dos projetos Projeto 0 – Madeira e Casca, Projeto 1 – Carvão Vegetal e Projeto 2 – Biomassa, de R\$ 2.041.346,97, R\$ 2.629.159,28 e R\$ 2.592.562,64, respectivamente. A discriminação desses investimentos pode ser melhor visualizada na Tabela 6, a seguir.

**TABELA 6 – Discriminação de valores de investimento inicial para execução dos projetos analisados.**

<b>INVESTIMENTO INICIAL</b>			
<b>PROJETO 0 - MADEIRA E CASCA</b>	<b>Qtde</b>	<b>Unit.</b>	<b>Total</b>
Moto-serra	8	R\$ 1.200,00	R\$ 9.600,00
Reboque	2	R\$ 4.200,00	R\$ 8.400,00
Trator	1	R\$ 66.000,00	R\$ 66.000,00
Grua	1	R\$ 152.000,00	R\$ 152.000,00
Custo médio arrend. - passado	7	R\$ 134.000,00	R\$ 938.000,00
Custo médio arrend. - futuro	2	R\$ 134.000,00	R\$ 267.346,97
Plantio	400	R\$ 1.500,00	R\$ 600.000,00
		<b>Total</b>	<b>R\$ 2.041.346,97</b>
<b>PROJETO 1 - CARVÃO VEGETAL</b>	<b>Qtde</b>	<b>Unit.</b>	<b>Total</b>
Forno	60	R\$ 1.500,00	R\$ 90.000,00
Moto-serra	4	R\$ 1.200,00	R\$ 4.800,00
Reboque	2	R\$ 4.200,00	R\$ 8.400,00
Trator	1	R\$ 66.000,00	R\$ 66.000,00
Grua	1	R\$ 152.000,00	R\$ 152.000,00
Custo da terra passado	7	R\$ 134.000,00	R\$ 938.000,00
Custo da terra futuro	6	R\$ 134.000,00	R\$ 769.959,28
Plantio	400	R\$ 1.500,00	R\$ 600.000,00
		<b>Total</b>	<b>R\$ 2.629.159,28</b>
<b>PROJETO 2 - BIOMASSA</b>	<b>Qtde</b>	<b>Unit.</b>	<b>Total</b>
Moinho	1	R\$ 238.640,00	R\$ 238.640,00
Caminhão caçamba	1	R\$ 180.000,00	R\$ 180.000,00
Moto-serra	4	R\$ 1.200,00	R\$ 4.800,00
Reboque	2	R\$ 4.200,00	R\$ 8.400,00
Trator	1	R\$ 66.000,00	R\$ 66.000,00
Grua	1	R\$ 152.000,00	R\$ 152.000,00
Custo da terra passado	7	R\$ 134.000,00	R\$ 938.000,00
Custo da terra futuro	3	R\$ 134.000,00	R\$ 404.722,64
Plantio	400	R\$ 1.500,00	R\$ 600.000,00
		<b>Total</b>	<b>R\$ 2.592.562,64</b>

#### 4.2.2 Custos

Considerou-se custo mensal todos os custos envolvidos, com a operação de cada projeto, desembolsados mensalmente. Os custos com combustível para os projetos Madeira e Casca e Carvão Vegetal são idênticos, pois referem somente o combustível dos tratores e moto-serras. Já para o projeto Biomassa, foi contabilizado o combustível do moinho, que comporta um motor a diesel para a moagem. O custo de manutenção para Madeira e Casca e Carvão Vegetal foi estimado a partir dos registros de gastos com esses itens em operações de corte anteriores na empresa analisada. Há um incremento de valor orçado para o projeto Carvão Vegetal, devido à manutenção dos fornos. No projeto Biomassa, foi somado o valor de manutenção e afiação das facas do moinho, conforme indicação do fabricante.

Os valores de mão-de-obra variam com a especificidade do trabalho a ser executado em cada projeto. O projeto Madeira e Casca necessita de uma quantidade grande colaboradores para providenciar o corte de toda a floresta em, no máximo, dois anos. Caso se reduza a quantidade de trabalhadores, eleva-se o tempo de corte e a cada ano somado no tempo de corte infere o valor de arrendamento da terra. Estimou-se que proceder ao corte da floresta em três anos inviabiliza o negócio economicamente, de modo que este cenário apresenta VPL negativo e TIR inferior a Taxa Mínima de Atratividade. Por outro lado para processar toda a floresta em um ano seria necessária uma quantidade de trabalhadores elevada, não disponível no mercado de trabalho. Calculou-se que com 130 trabalhadores é possível cortar a floresta em questão em dois anos, com média de 20 metros cúbicos estéreo por trabalhador, por mês, de produtividade. O custo de mão-de-obra foi estimado empiricamente, a partir da experiência dos produtores, em R\$ 910,00 por operário. O custo de mão-de-obra para o projeto Carvão Vegetal foi obtido a partir do valor pago atualmente pelos produtores a um empregado que procede a operação de cinco fornos de carvão já instalados na propriedade, como projeto piloto. Em relação ao projeto Biomassa foi considerado o custo de um

empregado do setor industrial local, com experiência em operação de máquinas. Todos os custos de mão-de-obra foram acrescidos de encargos.

O custo de frete foi estimado a partir do valor cobrado atualmente para transporte de 30 toneladas pela distância de 150 km, raio no qual se encontram os maiores consumidores dos produtos florestais propostos.

A Tabela 7 propõe a visualização dos custos discriminados para cada projeto.

**TABELA 7 – Discriminação dos custos para execução dos projetos analisados.**

<b>CUSTOS</b>			
<b>PROJETO 0 - MADEIRA E CASCA</b>	Qtde	Unit.	Total
Combustível	1200	R\$ 2,40	R\$ 2.880,00
Manutenção	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
Mão de obra	130	R\$ 910,00	R\$ 118.300,00
Frete	72	R\$ 220,00	R\$ 15.840,00
		<b>Total Mensal</b>	<b>R\$ 137.920,00</b>
		<b>Total Anual</b>	<b>R\$ 1.655.040,00</b>
<b>PROJETO 1 - CARVÃO VEGETAL</b>	Qtde	Unit.	Total
Combustível	1200	R\$ 2,40	R\$ 2.880,00
Manutenção	1	R\$ 1.300,00	R\$ 1.300,00
Mão de obra	10	R\$ 1.660,00	R\$ 16.600,00
Frete	5	R\$ 220,00	R\$ 1.100,00
		<b>Total Mensal</b>	<b>R\$ 21.880,00</b>
		<b>Total Anual</b>	<b>R\$ 262.560,00</b>
<b>PROJETO 2 - BIOMASSA</b>	Qtde	Unit.	Total
Combustível	6000	R\$ 2,40	R\$ 14.400,00
Manutenção	1	R\$ 6.000,00	R\$ 6.000,00
Mão de obra	10	R\$ 2.100,00	R\$ 21.000,00
Frete	80	R\$ 220,00	R\$ 17.600,00
		<b>Total Mensal</b>	<b>R\$ 59.000,00</b>
		<b>Total Anual</b>	<b>R\$ 708.000,00</b>

### 4.2.3 Receitas

O cálculo para estimativa das receitas foi executado a partir das quantidades de insumo disponível para cada produto a ser produzido, a capacidade de produção e escoamento desses produtos e o tempo de corte da floresta.

O escoamento diário médio de Biomassa foi estimado em 120 toneladas em função de esta ser a produtividade média do moinho em oito horas de operação. Em relação à Madeira e Casca, foi estimada a capacidade de produção de 130 operários em 108 toneladas de ambos os produtos somados. O processo de produção de Carvão Vegetal demora cinco dias e para cada 1250 kg de madeira levada à carbonização obtém-se, em média, 250 kg de carvão. Assim, com um parque produtivo instalado de 60 fornos, estima-se a produção de 150 toneladas ao mês.

A partir da capacidade de produção e de escoamento da produção foram estimados os tempos de corte da floresta.

A Tabela 8 sintetiza as informações utilizadas para o cálculo das receitas para cada produto.

**TABELA 8 – Dados utilizados para estimativa de receitas anuais dos projetos analisados.**

<b>PRODUTO</b>	<b>QUANTIDADE DISPONÍVEL (ton)</b>	<b>%</b>	<b>CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DIÁRIA (ton)</b>	<b>TEMPO DE CORTE/ PRODUÇÃO (anos)</b>
Biomassa	86.985	100%	120	3
<i>Galhos</i>	13.390	15,4%	-	-
<i>Folhas</i>	9.761	11,2%	-	-
Madeira	51.714	59,5%	108	2
Casca	12.120	13,9%		
Carvão Vegetal	10343	Qtde madeira / 5	7,5	6

Na pesquisa de campo para coleta de dados foi executada a pesagem da madeira, no entanto este produto é usualmente comercializado em metros estéreos (mst). Para possibilitar o cálculo de valor da madeira, a quantidade de madeira existente na floresta, em toneladas, foi multiplicada por 1,8. Esse valor foi definido,

para equivaler uma tonelada em metros estéreos (mst), a partir de testes feitos em campo, durante a pesagem.

As quantidades de cada produto passível de ser produzido com o insumo florestal foram multiplicadas pelo preço médio de mercado, considerando a evolução prevista de preços nos próximos seis anos, para obtenção da receita anual estimada, que pode ser visualizada na Tabela 9.

**TABELA 9 - Discriminação das receitas para execução dos projetos analisados neste trabalho.**

<b>RECEITAS - Anual</b>			
<b>PROJETO 0 - MADEIRA E CASCA</b>	<b>Qtde</b>	<b>Unit.</b>	<b>Receita</b>
Prod. esp. - Madeira (mst)	46656	R\$ 46,00	R\$ 2.146.176,00
Prod. esp. - Casca (ton)	6075	R\$ 152,00	R\$ 923.400,00
		<b>Total anual</b>	<b>R\$ 3.069.576,00</b>
		<i>Lucro anual</i>	<i>R\$ 1.414.536,00</i>
<b>PROJETO 1 - CARVÃO VEGETAL</b>	<b>Qtde</b>	<b>Unit.</b>	<b>Receita</b>
Produtividade esperada (ton)	1800	R\$ 655,00	<b>R\$ 1.179.000,00</b>
		<i>Lucro anual</i>	<i>R\$ 916.440,00</i>
<b>PROJETO 2 - BIOMASSA</b>	<b>Qtde</b>	<b>Unit.</b>	<b>Receita</b>
Produtividade esperada (ton)	28800	R\$ 75,00	<b>R\$ 2.160.000,00</b>
		<i>Lucro anual</i>	<i>R\$ 1.452.000,00</i>

#### 4.2.4 Fluxos de caixa e indicadores financeiros

Com os valores estimados de Investimento Inicial, Custos e Receitas foi possível a elaboração de um fluxo de caixa para cada projeto, que podem ser visualizados na Tabela 10. Na produção de Carvão Vegetal e Biomassa utilizou-se um multiplicador para reduzir a receita nos primeiros anos de atividade, visto que os produtores não tem pleno domínio do processo produtivo, como é o caso na produção de Madeira e Casca. Os valores subtraídos do fluxo de caixa foram considerados como perda.



TABELA 10 – Fluxos de caixa estimados para os projetos em análise.

FLUXOS DE CAIXA							
	Investimento	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6
PROJ. 0 - MADEIRA E CASCA	(2041346)	1414536	1414536	-	-	-	-
PROJ. 1 - CARVÃO VEGETAL	(2629159)	878938*	899865**	916440	916440	916440	916440
PROJETO 2 - BIOMASSA	(2592562)	1422960**	1452000	1452000	1452000	-	-

\* Fluxo de caixa estimado multiplicado por 0,96

\*\* Fluxo de caixa estimado multiplicado por 0,98

A partir dos fluxos de caixa estimados foram calculados os indicadores financeiros Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente Líquido Anualizado (VPLa) e Taxa Interna de Retorno (TIR), para os três projetos. Os resultados podem ser visualizados na Tabela 11, a seguir.

TABELA 11 – Indicadores financeiros calculados para os projetos em análise.

	Madeira e Casca	Carvão Vegetal	Biomassa
VPL	R\$ 349.291,04	R\$ 1.095.100,83	R\$ 840.512,97
VPLa	R\$ 206.674,85	R\$ 266.356,69	R\$ 276.725,81
TIR	24,81%	25,61%	30,60%

Pode-se observar que o Valor Presente Líquido calculado para os três projetos não vai ao encontro do que se espera ao levar-se em consideração do nível de investimento. Parte-se do princípio que um investidor que investe maior capital espera maior retorno. No entanto, enquanto os investimentos são crescentes na ordem, Madeira e Casca, Carvão Vegetal e Biomassa, o VPL indica rentabilidade crescente na ordem Madeira e Casca, Biomassa e Carvão Vegetal. Esperar-se-ia que o Projeto Biomassa proporcionasse maior rentabilidade. Esse fenômeno ocorre devido ao fato, já citado no capítulo da Revisão Teórica, de os projetos conterem horizontes diferentes. Assim, quando somadas as receitas do Projeto Carvão Vegetal, que tem horizonte de seis anos, essas excedem as receitas do Projeto Biomassa, cujo horizonte é de três anos. Nesse caso desconsidera-se o custo de

oportunidade do capital e o fato de que o capital perde valor no tempo. Por esse fato decidiu-se desconsiderar o Valor Presente Líquido como indicador de comparação de projetos neste trabalho, utilizando-o somente para concluir que, tendo VPL positivo, o projeto deve continuar sendo avaliado.

O indicador Valor Presente Líquido Anualizado (VPLa), contorna o problema que se apresenta no VPL, e vai ao encontro do esperado em relação ao nível de investimento. Assim também ocorre com a Taxa Interna de Retorno (TIR), que indica a ordem de rentabilidade crescente para os projetos Madeira e Casca, Carvão Vegetal e Biomassa, respectivamente. Os projetos Madeira e Casca, Carvão Vegetal e Biomassa apresentaram VPLa de R\$ 206.674,85, R\$ 266.356,69 e R\$ 276.725,81 respectivamente e TIR de 24,81%, 25,61% e 30,60%, respectivamente.

Analisando-se esses valores concluí-se que o produtor florestal obtém melhores resultados financeiros com o processamento da floresta em questão ao optar por produzir biomassa para combustível. Ao optar por produzir carvão vegetal obterá resultados financeiros piores do que produzindo biomassa, mas melhores do que processando a floresta para produção de madeira casca.

## 5 CONCLUSÕES

Este trabalho foi produzido com o propósito de definir qual produto provê maior rentabilidade econômica a partir de uma floresta de Acácia-Negra de 400 hectares, pronta para o corte, entre os produtos Madeira e Casca, Carvão Vegetal e Biomassa para combustível.

Concluiu-se que o produto mais rentável entre os analisados é biomassa para combustível. Em segundo lugar o carvão vegetal e por último a madeira e casca de acácia.

A produção de biomassa para combustível pode reduzir a fertilidade do solo a ponto de prejudicar a implementação imediata de uma nova cultura na área de plantio.

O custo de mão-de-obra é o mais elevado custo de manutenção do Projeto 0-Madeira e Casca, e o principal mitigador da atratividade econômica desse produto.

O método do Valor Presente Líquido (VPL) não é adequado para comparação de projetos de investimento mutuamente excludentes com horizontes de conclusão diferentes. Caso se utilizasse somente esse método para embasar a decisão da melhor estratégia de processamento da floresta, tomar-se-ia a decisão errada.

Os processos produtivos dos três produtos analisados neste trabalho oferecem oportunidades de efficientização. O desenvolvimento do método de produção do carvão vegetal possibilita a obtenção de sub-produtos, como alcatrão e ácido pirolenhoso, que podem representar um incremento de receita a uma empresa produtora de carvão.

A plantação de florestas exóticas para produção de energia é um investimento promissor e ecologicamente sustentável, acompanhando as expectativas de crescimento do consumo de energias renováveis.

## REFERÊNCIAS

ABRAF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico ano base 2009**. Disponível em: <http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF10-BR.pdf>. Acesso em 29/05/11.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxas de câmbio**. Brasília-DF: BACEN, 2011. Disponível em: <http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/port/ptaxnpesq.asp?id=txcotacao>. Acesso em 20/04/2011

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

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; NETO, R. M. R.; WATZLAWICK, L. F.; SANTOS, E. M. dos. **Quantificação da biomassa acima do solo de Acacia mearnsii De Wild., procedencia Batemans Bay – Austrália**. Revista Ciência Florestal, Santa Maria - RS, v.11, n.2, p. 79-91, 2001.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; SANTOS E. M. dos.; TEDESCO N.; PEREIRA J. C.; **Estimativa do conteúdo de nutrientes em um povoamento jovem de acacia mearnsii de wild na região sul do Brasil**. Revista Floresta, v. 29, n. 1/2, p. 53-65, 1999a.

CARPANEZZI, A. A. et al, **Espécies Nativas Recomendadas para Recuperação Ambiental no Estado do Paraná, em Solos Não Degradados**, Colombo – PR, Documentos 136, EMBRAPA, 2006.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B. H.; **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 11ª Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CASTRO, R. R. de; SILVA, M. L. da.; LEITE, H. G.; OLIVEIRA, M. L. R. de - **Rentabilidade Econômica e Risco na Produção de Carvão Vegetal**. CERNE, Lavras - MG, v. 13, n. 4, p. 353-359, out./dez. 2007.

COLOMBO, S. de F. de O.; PIMENTA, A. S.; HATAKEYAMA K.; **Produção de carvão vegetal em fornos cilíndricos verticais: um modelo sustentável**. XIII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 6 a 8 de Novembro de 2006.

EMBRAPA FLORESTAS, **Sistemas de Produção**, 5; ISSN 1678-8281 Versão Eletrônica. Nov./2005. Disponível em: <http://www.somacalplantas.com.br/pdf/acacianegra.pdf> Acesso em 01/03/2011.

HALL, D.O.; HOUSE, J. I.; SCRASE, I. **Visão geral de energia e biomassa**. In ROSILLO-CALE, BAJAY E ROTHMAN. "Uso da Biomassa para Produção de Energia na Indústria Brasileira". Campinas, São Paulo. Editora da UNICAMP, 2005

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

JOAQUIM, M. S.; **Carvão vegetal: Uma alternativa para os produtos rurais do sudoeste goiano**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Florestal. Brasília – DF, Janeiro.2009. 86 p.

MAGISTRALI, I. C.; MAGISTRALI, P. R.; NADAI, J. de; GOELLNER, A. A.; Parâmetros biológicos de *Oncideres saga* (Dalman, 1823) (Coleoptera: Cerambycidae) em *Acacia mearnsii* De Wild. Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas, V. 2, N. 1, 2008. p. 3-10.

MOCHIUTTI, S; HIGA, A.R.; SIMON A.A.; **Susceptibilidade de ambientes campestres à invasão de Acácia-Negra (*acacia mearnsii* de wild.) no Rio Grande do Sul**. REVISTA FLORESTA, Curitiba, PR, v. 37, n. 2, mai./ago. 2007

PEREIRA, J.C.; CALDEIRA, M.W.M.; SCHUMACHER, M.V.; HOPE, J.M.; SANTOS, E.M. **Exportação de nutrientes em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild em idade de corte**. In: CICLO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL DO CONE SUL, Santa Maria, 1999. Anais... Santa Maria: UFSM, 1999. p. 158-164.

PINHEIRO, P. C. C.; SAMPAIO, R. S.; BASTOS FILHO, J. G. – **Organização da Produção do Carvão Vegetal em Fornos de Alvenaria**. Biomassa & Energia, v. 2, n. 3, p. 253-258, 2005.

PONCIANO, J. N.; SOUZA, P. M.; MATA, H. T. C; VIEIRA, J. R.; MORGADO, I. F. - **Análise de Viabilidade Econômica e de Risco da Fruticultura na Região Norte Fluminense RER**. Rio de Janeiro, vol. 42, nº 04, p. 615-635, out/dez 2004.

RACHWAL, M. F. G.; DEDECEK, R. A.; CURCIO, G. R.; SIMON, A. A. **Manejo dos resíduos da colheita de Acácia-Negra (acacia mearnsii de wild) e a sustentabilidade do sítio**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 17, n. 2, abr-jun, 2007. p. 137-144

RAMAGE, J.; SCURLOCK, J. Biomass. In: BOYLE, G. (Ed.). **Renewable energy: power for a sustainable future**. Oxford: Oxford University Press, cap. 4, p. 137-182, 1996

ROESH, Sylvia M. A. **Projetos de estágio e pesquisa em Administração; guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso**. 3°Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

ROSS, Stephen A.; Westerfield, Randolph W.; Jordan, Bradford D. **Princípios de administração financeira**. 2°Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SAMPAIO, R. S., **Agente Redutor na Produção de Metais – Exemplo do Eucalipto na Produção de ferro-Gusa**. RENABIO - Biomassa & Energia, v. 1, n. 2, p. 145-155, 2004.

SILVA, C. L. da; SAES, M. S. M.. **Governance structure and transaction cost: relationship between strategy and asset specificity**. Revista Nova Economia, v.17, Belo Horizonte – MG, setembro-dezembro de 2007, p. 443-468.

SOARES, C. P. B.; SILVA, G. F.; MARTINS, F. B.; **Infuence of section lengths on volume determination in Eucalyptus trees**. Revista Cerne, Lavras, v. 16, n. 2, abr./jun. 2010. p. 155-162

SOUZA, A. N. de; OLIVEIRA, A. D. de; SCOLFORO, J. R. S.; REZENDE, J. L. P. de; MELLO, J. M., de. **Viabilidade Econômica de um Sistema Agroflorestal**. CERNE, Lavras – MG. V. 13, n. 1, p. 96 – 106, jan./mar. 2007.

SOUZA, A; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análises de investimentos: fundamentos técnicas e aplicações**. 6°Ed. 2°reimp. São Paulo: Atlas, 2009.

TONIETTO, L.; STEIN, P.P.; **Silvicultura Da Acácia Negra (Acacia Mearnsii De Wild) No Brasil**. FLORESTAR ESTATÍSTICO, V.4, N.12, P. 11-16. NOV.1996/ OUT.1997.

IEA (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY) (2009), **World Energy Outlook 2009**, OECD/IEA, Paris. 698 p.

IEA (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY) (2010), **World Energy Outlook 2010**, OECD/IEA, Paris. 738 p.

WILLIAMSON, Oliver E.. **The economic institutions of capitalism : firms, markets, relational contracting**. New York : The Free Press, : Collier Macmillan, c1985.

WILLIAMSON, Oliver E.. **Mercados y jerarquias: su análisis y SUS implicaciones antitrust**. 1ºEd. México: Fondo de Cultura Económica, 1991.

WILLIAMSON, Oliver E.. **Comparative Economic Organization: The Analysis of Discrete Structural Alternatives**. Administrative Science Quarterly, Vol. 36, No. 2. (Jun., 1991), pp. 269-296. Disponível em: <http://links.jstor.org/sici?sici=0001-8392%28199106%2936%3A2%3C269%3ACEOTAO%3E2.0.CO%3B2-Q>. Acesso em 15/06/2011.

ZAWISLAK, Paulo Antônio. **Notas de aula da Disciplina de Graduação em Administração “Ciência, Tecnologia e Produção”**, UFRGS/ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO, 2011/01.

**ANEXO A – VISTA DO SATÉLITE DA FAZENDA DO CEDRO. Fonte: Google Maps (2010).**





**ANEXO B – FORNOS DE TRANSFORMAÇÃO DE MADEIRA EM CARVÃO VEGETAL. Fonte: Acervo fotográfico do autor (2011).**



**ANEXO C – PESAGEM DOS INSUMOS FLORESTAIS. Fonte: acervo fotográfico do autor (2011).**

