

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS  
NÍVEL MESTRADO**

**JULIANO ANDRÉ PAVAN**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE *EUCALYPTUS* NO RIO  
GRANDE DO SUL**

**Orientador: Prof. Dr. Tiago Wickstrom Alves  
Co-Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio de Souza**

**São Leopoldo (RS)  
2005**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS**  
**NÍVEL MESTRADO**

**JULIANO ANDRÉ PAVAN**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE *EUCALYPTUS* NO RIO  
GRANDE DO SUL**

Dissertação de mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Contábeis da Universidade do Vale do Rio  
dos Sinos - UNISINOS.

**Orientador: Prof. Dr. Tiago Wickstrom Alves**  
**Co-Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio de Souza**

**São Leopoldo (RS), 2005**

**Espaço para inserir a ficha de aprovação**

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, Sésio e Nelci,  
pelo incentivo, carinho e pela  
compreensão.

## AGRADECIMENTOS

- ✓ Em especial, ao meu orientador Prof. Dr. Tiago Wickstrom Alves, pelos ensinamentos, paciência e humildade na condução do trabalho.
- ✓ Ao meu co-orientador Prof. Dr. Marcos Antônio de Souza, pelas suas contribuições.
- ✓ A todos os demais professores do mestrado, que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.
- ✓ *In memoriam* à Fernando Vitório Barro, pelos eternos momentos vividos no mestrado e fora dele.
- ✓ Aos colegas de mestrado.

## RESUMO

Este estudo tem como objetivo analisar a viabilidade econômica da produção de *eucalyptus* no Rio Grande do Sul, atendendo a diferentes canais de comercialização, na busca de uma explicação para as conseqüências decorrentes do chamado “apagão florestal” gaúcho. Realizou-se uma comparação entre os custos obtidos na EMATER (2005) e na ARACRUZ (2005) para definir uma estrutura de custos, incluindo também o custo de oportunidade, o custo de corte e baldeio, de descasca, de transporte por km rodado e do fluxo de caixa residual no final do projeto. Determinou-se o VPL gerado para os canais de energia, celulose, serraria e laminação por distância do produtor ao consumidor de 50km a 350km. Utilizou-se o *software* SisEucalipto para simular a produtividade sob diferentes densidades, desbastes e período das rotações. Estimou-se a elasticidade-preço de demanda de *eucalyptus* para celulose, determinado através de uma equação simultânea, com dados de 1990 a 2003 e utilizando o *software* Eviews 5.0. Os resultados apontam que produzir *eucalyptus* para atender à geração de energia não traz viabilidade superior ao custo de oportunidade em nenhuma faixa de distância analisada. Produzir *eucalyptus* para atender à fabricação de celulose somente traz viabilidade superior ao custo de oportunidade para o produtor que estiver a 50km da fábrica. A resposta da quantidade demandada de *eucalyptus*, para fabricação de celulose, a um aumento nos preços é inelástica, ou seja, se o preço aumentar 1% a quantidade demandada reduz 0,61%. Da mesma forma, se a quantidade comercializada aumentar 1% o preço reduz 1,61%. Dada a situação em análise, se a quantidade ofertada aumentar mais que 13%, a produção de *eucalyptus* para celulose, mesmo na distância mais curta analisada, resultará em prejuízo. Já produzir *eucalyptus* direcionando para serraria ou laminação é viável até a faixa de distância de 350km. Conclui-se que a viabilidade econômica da produção de *eucalyptus* no RS, atendendo como prioridade aos canais de energia e celulose, é um entrave que dificulta a dinamização da oferta repercutindo as referidas conseqüências do “apagão florestal”. No entanto, para os canais de serraria e laminação, a viabilidade econômica não consegue explicar o descompasso entre oferta e demanda, mas, justifica-se que o tempo necessário para que as toras tenham o diâmetro de classe exigido nestes canais, faz com que realização da receita seja tardia, podendo desestimular o aumento da quantidade ofertada.

Palavras-Chave: Apagão Florestal, *Eucalyptus*, Viabilidade Econômica

## ABSTRACT

This paper had as main goal to analyse the economic viability on the *eucalyptus*' production in Rio Grande do Sul, attending different commercialization canals, in the search of an explanation to the consequences go of the called gaúcho "forestry blackout". It was realized a comparison among the cost obtained at EMATER (2005) and at ARACRUZ (2005) to define the cost structure, including, an opportunity cost, a cut cost and swill down, blowout, by transportation and its km and the residual cash register's flux in the end of the project. It was determined that the VPL managed to an energy canal, cellulose, sawmill and blader by the product distance to the consumer from 50 to 350 km. It was used the SisEucalipto *software* to simulate the productivity under different densities, hews and rotation times. It was estimated that the price-elasticity in the *eucalyptus*' demand to cellulose, determined through a simultaneous equation, with data from 1990 to 2003 and utilized the Eviews 5.0 *software*. The results point that to produce *eucalyptus* to accommodate the energy generation does not bring a superior viability to the opportunity cost in any distant analysed range. To produce *eucalyptus* to accommodate the cellulose manufacture only brings a superior viability to the opportunity cost if it is 50 km away from the factory. The demand answered in the *eucalyptus* quantity, to the cellulose manufacture, to a price that increase inelastic, it means, if the price increases 1% the demand quantity reduces 0,61%. In the other hand, if the commercialized quantity increases 1% the price reduces 1,61%. Based in this analyses, if the offered quantity increases more than 13% the *eucalyptus* to cellulose production, even in the shortest distance analysed, will result in impairment. However, to produce *eucalyptus* to the sawmill and blader direction is feasible until a range distant of 350 km. It was concluded that the economic viability in the *eucalyptus* production in RS, having as priority the cellulose canal, is an impede that difficults the offer dynamics, creating a blackwash to the referred consequences on the "forestry blackout". Yet, to the sawmill and blader canals, the economic viability cannot explain the differences between offer and demand, but, is justified that the necessary time to the lumber have the same diameter class demanded, in this canals, makes the prescription achievement belate, what can desestimulate the increase in the quantity offer.

Keywords: Forestry Blackout, *Eucalyptus*, Economic Viability

## LISTA DE FIGURA

Figura 1: Sistema industrial de base florestal - <i>eucalyptus</i> .....	39
Figura 2: Efeitos da variação da demanda no preço .....	49
Figura 3: Preços da saca de soja (60kg) deflacionados pelo IGPDI, no RS, de janeiro 2000 a maio de 2005.....	65
Figura 4: Variações estacionais dos preços da soja, no RS, para o período de janeiro de 2000 a maio de 2005.....	66
Figura 5: Época da rotação da produção de <i>eucalyptus</i> .....	74
Figura 6: Fluxo de caixa da produção de <i>eucalyptus</i> , em Reais, para um hectare, atendendo o canal de energia, com três rotações de sete anos cada, no RS – 2005. ....	89
Figura 7: Fluxo de caixa da produção de <i>eucalyptus</i> , em Reais, para um hectare, atendendo o canal de celulose, com três rotações de sete anos cada, no RS – 2005. ....	94
Figura 8: Fluxo de caixa da produção de <i>eucalyptus</i> , em Reais, para um hectare, atendendo o canal de serraria, em rotações de 10 e 11 anos cada, no RS – 2005. ....	98
Figura 9: Fluxo de caixa da produção de <i>eucalyptus</i> , em Reais, atendendo o canal de laminação, em uma rotação de 21 anos, no RS – 2005.....	101
Figura 10: Comportamento das variáveis utilizadas na regressão do sistema – 1990-03.....	107

## LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1: Balanço entre a oferta e a demanda de <i>eucalyptus</i> no Brasil – 2002-2020 .....	18
Gráfico 2: Principais produtores de celulose no Brasil - 2000 .....	26
Gráfico 3: Volume de madeira transportada das florestas e depósitos para as fábricas, por distância percorrida, no Brasil - 2003 .....	26
Gráfico 4: Produtividade das florestas de <i>eucalyptus</i> e <i>pinus</i> , por estado, no Brasil - 2003 ..	27
Gráfico 5: Viabilidade econômica da produção de <i>eucalyptus</i> , em Reais, destinada ao canal de energia, por distância do produtor ao consumidor, para o período de 21 anos, no RS – 2005. ....	91
Gráfico 6: Viabilidade econômica da produção de <i>eucalyptus</i> , em Reais, destinada ao canal de energia, por distância do produtor ao consumidor, em rotações de sete anos cada, no RS – 2005. ....	92
Gráfico 7: Viabilidade econômica da produção de <i>eucalyptus</i> , em Reais, destinada ao canal de celulose, por distância do produtor ao consumidor, para o período de 21 anos, no RS – 2005. ....	95
Gráfico 8: Viabilidade econômica da produção de <i>eucalyptus</i> , em Reais, destinada ao canal de celulose, por distância do produtor ao consumidor, em rotações de 7 anos cada, no RS – 2005. ....	96
Gráfico 9: Viabilidade econômica da produção de <i>eucalyptus</i> , em Reais, destinada ao canal de serraria, por distância do produtor ao consumidor, para o período de 21 anos, no RS – 2005. ....	99
Gráfico 10: Viabilidade econômica da produção de <i>eucalyptus</i> , em Reais, destinada ao canal de serraria, por distância do produtor ao consumidor, em rotações de 10 e 11 anos, no RS – 2005. ....	100
Gráfico 11: Viabilidade econômica da produção de <i>eucalyptus</i> , em Reais, destinada ao canal de laminação, por distância do produtor ao consumidor, para o período de 21 anos, no RS – 2005. ....	103
Gráfico 12: Comparação da viabilidade econômica da produção de <i>eucalyptus</i> , no período de 21 anos, atendendo os canais de energia, celulose, serraria e laminação, por distância percorrida, no RS – 2005. ....	104

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Características dos espaçamentos.....	29
Quadro 2: Sensibilidade das espécies de <i>eucalyptus</i> a geadas e secas .....	31
Quadro 3: Canais de comercialização por espécie de <i>eucalyptus</i> .....	31
Quadro 4: Operação preparo do terreno.....	40
Quadro 5: Operação plantio .....	40
Quadro 6: Operação tratos culturais .....	41
Quadro 7: Origem dos custos adotados para a produção de <i>eucalyptus</i> .....	68
Quadro 8: Dimensões aceitas da toras de <i>eucalyptus</i> nos canais de energia, celulose, serraria e laminação.....	72
Quadro 9: Idade da rotação por densidade .....	75
Quadro 10: Principais resultados da produtividade em cada canal .....	85
Quadro 11: Principais resultados da análise da viabilidade econômica em cada canal.....	105
Quadro 12: Resultado da regressão do sistema $LnQdt = \beta_0 + \beta_1 lnP_{t-4} + \beta_2 lnY_t$ .....	108
Quadro 13: Dados da regressão do sistema.....	121

## LISTA DE TABELA

Tabela 1: Área total florestada, em hectares, por estado e espécies, no Brasil - 2003 .....	25
Tabela 2: Custos de produção de <i>eucalyptus</i> no Brasil (US\$/ha) com valores da década de 60 e 90. ....	32
Tabela 3: Custos de produção de <i>eucalyptus</i> para um horizonte de sete anos, por hectare, em R\$, no Rio Grande do Sul – 2005. ....	33
Tabela 4: Custos de preparo do terreno, plantio, tratos culturais e assistência técnica, por hectare, anual e em Reais, segundo a EMATER e a ARACRUZ, no RS – 2005.....	54
Tabela 5: Custo de carregamento e transporte da madeira de <i>eucalyptus</i> , em m <sup>3</sup> , por km rodado, em estrada estrada pavimentada e não pavimentada, RS – 2005. ....	62
Tabela 6: Custo de carregamento e transporte da madeira de <i>eucalyptus</i> , em m <sup>3</sup> , por faixa de distância com 10km sem pavimentação, no RS – 2005. ....	63
Tabela 7: Custo de arrendamento anual, por hectare, em sacas de soja, para a produção de <i>eucalyptus</i> , no RS – 2005 .....	64
Tabela 8: Estacionalidade dos preços de soja, no RS, no período de janeiro 2000 a maio 2005 .....	65
Tabela 9: Custos totais por densidade para produção de <i>eucalyptus</i> .....	69
Tabela 10: Otimização da produtividade para o canal de energia.....	77
Tabela 11: Otimização da produtividade para o canal de celulose.....	79
Tabela 12: Produtividade a ser removida no canal de celulose.....	80
Tabela 13: Otimização da produtividade para o canal de serraria.....	81
Tabela 14: Produtividade a ser removida no canal de serraria.....	82
Tabela 15: Otimização da produtividade para o canal de laminação .....	84
Tabela 16: Produtividade a ser removida no canal de laminação.....	85

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

- ABIMÓVEL** - Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário
- ABIMCI** - Associação Brasileira das Indústrias de Madeira Processada Mecanicamente
- ABRAF** - Associação Brasileira dos Produtores de Florestas
- AGEFLOR** - Associação Gaúcha de Empresas Florestais
- ANDA** - Associação Nacional para Difusão de Adubos
- BRACELPA** - Associação Brasileira de Celulose e Papel
- CO** – Custo de Oportunidade
- DEFAP** – Departamento Florestal de Áreas Protegidas
- EMATER** - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
- EMBRAPA** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- EMPOFLOR** - Empresa de Operações Florestais
- FGV** – Fundação Getúlio Vargas
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ICA** – Incremento Corrente Anual
- IGPDI/FGV** - Índice Geral de Preços Diário da Fundação Getúlio Vargas
- IMA** – Incremento Médio Anual
- IPEF** - Instituto de Pesquisas Florestais
- MMA** - Ministério do Meio Ambiente
- MOVERGS** - Associação das Indústrias Brasileiras de Móveis do RGS
- PIB** – Produto Interno Bruto
- PNF** - Programa Nacional de Florestas
- REMADE** – Revista da Madeira
- SEMA** - Secretaria Estadual do Meio Ambiente
- TI** – Tecnologia da Informação
- TIR** – Taxa Interna de Retorno
- VPL** – Valor Presente Líquido

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 Contextualização .....	14
1.2 Problema de Pesquisa e Justificativa .....	16
1.3 Objetivos .....	19
1.3.1 Objetivo geral .....	19
1.3.2 Objetivos específicos .....	20
1.4 Estrutura da Dissertação .....	20
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
2.1 O Histórico do <i>Eucalyptus</i> e do Setor Madeireiro .....	22
2.2 Manejo de Florestamento e Reflorestamento da Produção de <i>Eucalyptus</i> .....	28
2.3 Panorama Geral dos Custos de Produção de <i>Eucalyptus</i> .....	32
<b>3 MÉTODOS DE PESQUISA .....</b>	<b>37</b>
3.1 Classificação da Pesquisa .....	37
3.2 Procedimentos para Análise da Viabilidade Econômica.....	38
3.2.1 Custos de produção.....	38
3.2.2 Produtividade e técnicas de manejo.....	43
3.2.3 Análise econômica.....	44
3.2.4 Dados para a realização da análise da rentabilidade .....	46
3.3 Procedimentos para Estabelecer a Elasticidade-Preço .....	47
3.3.1 Dados para estimação da elasticidade-preço da demanda.....	52

	17
<b>4 CUSTOS DE PRODUÇÃO .....</b>	<b>53</b>
<b>5 PRODUTIVIDADE .....</b>	<b>71</b>
5.1 Canal de energia .....	75
5.2 Canal de celulose .....	78
5.3 Canal de serraria .....	80
5.4 Canal de laminação.....	83
<b>6 VIABILIDADE ECONÔMICA.....</b>	<b>87</b>
6.1 Canal de energia .....	88
6.2 Canal de celulose .....	92
6.3 Canal de serraria .....	97
6.4 Canal de laminação.....	100
<b>7 ESTIMAÇÃO DA ELASTICIDADE-PREÇO DA DEMANDA DO <i>EUCALYPTUS</i> PARA CELULOSE NO RIO GRANDE DO SUL.....</b>	<b>106</b>
<b>8 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>111</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>115</b>
<b>APÊNDICE A – DADOS PARA A REGRESSÃO DO SISTEMA .....</b>	<b>121</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

Muito antes de trabalhar com metais, o homem já se servia da madeira como fonte de matéria-prima para a fabricação de armas e diversos utensílios. Com o passar dos anos, a madeira tornou-se imprescindível na construção de moradias e de meios de transporte, firmando-se como elemento decisivo em muitos momentos do desenvolvimento da humanidade.

À medida que a humanidade foi evoluindo, a utilização da madeira passou a ser cada vez mais estudada e compreendida, alcançando usos mais nobres e adequados tanto no campo teórico como nas aplicações práticas.

Aliada à evolução da humanidade, a explosão demográfica contribuiu vertiginosamente para o aumento do consumo de madeira, causando um forte impacto nos estoques de matas nativas, principalmente, os das florestas tropicais. Hoje, tais recursos vêm se tornando escassos e insuficientes para o suprimento da demanda (ROCHA, 2000 p. 15). Essa escassez, também é motivo de preocupação para o Rio Grande do Sul, onde a expansão da área florestal não acompanha o ritmo de crescimento da demanda. Com um déficit de pelo menos, 20 mil hectares de florestas, o setor madeireiro gaúcho vive a iminência de ficar sem matéria-prima para a produção de móveis, carvão vegetal, lenha e celulose (TORMA,

2004 p. 3).

No entanto, esse cenário do setor madeireiro gaúcho recebeu influências da abertura do mercado mundial. Dentre os diversos fenômenos, destacam-se a conformação de blocos econômicos regionais e o surgimento de novos e poderosos produtores de móveis e de celulose no cenário internacional, os quais vêm contribuindo consideravelmente para o processo de globalização econômica.

No Rio Grande do Sul, segundo a Secretaria Estadual do Meio Ambiente – (SEMA, 2001), a produção de madeira reflorestada apresentou um crescimento de 0,35% conforme os inventários florestais realizados em 1983 e em 2001, sendo as espécies mais utilizadas: o *eucalyptus*, o *pinus* e a *acácia*. Ressalta-se que esse crescimento da produção não acompanhou o ritmo do consumo, ocasionando falta de madeira.

Notadamente, com a cotação do preço da madeira estimulada pelos determinantes da oferta e da demanda, investimentos em produção de *eucalyptus* surgem como uma alternativa de renda futura para as propriedades rurais e para os possíveis investidores florestais. As expectativas, em relação ao futuro, desempenham um importante papel nas decisões de investimentos, pois o projeto deve ser realizado se for economicamente viável. No entanto, a escolha do investimento mais rentável, dentre várias alternativas, incorpora um grau de incerteza e de subjetividade por ser determinada numa função de probabilidade. Portanto, destaca-se que para que o sucesso do investimento florestal ocorra se deve estudar a estimação dos custos envolvidos no projeto e a previsão correta das expectativas de mercado em relação ao futuro (Casagrande, 2002 p. 13-14), pois as mutações ocorridas no espaço de tempo entre a tomada de decisão e o resultado podem inviabilizar o retorno do investimento.

Atualmente, diversos estudos envolvendo análise da viabilidade econômica de produção de *eucalyptus* vêm sendo realizados, com vistas a divulgar a oportunidade de investimento no setor, suprindo, dessa forma, a demanda de madeira. Porém, ainda restam dúvidas de que o aumento da produção de *eucalyptus*, necessário para equilibrar a oferta e a demanda, seja estimulado pela geração de renda proporcionada pelo investimento.

## 1.2 Problema de Pesquisa e Justificativa

O setor madeireiro é considerado como parte da indústria da transformação e do setor industrial com uma parcela significativa no saldo da balança comercial. Segundo Gantois (2005 p. 36), o setor florestal movimentou R\$ 20 bilhões em 2004, o equivalente a 4% do Produto Interno Bruto nacional - PIB e gerou dois milhões de empregos diretos. Em relação às exportações, o setor proporciona divisas da ordem de US\$ 5,4 bilhões, o equivalente a 6% de todas as exportações realizadas pelo Brasil em 2004.

Esses números já justificariam uma atenção maior das áreas de agricultura e de indústria do governo para a definição de uma política de produção florestal dada à importância do setor para a economia brasileira. Na safra 2004/2005, o Ministério do Meio Ambiente – MMA liberou R\$ 1 milhão para implantar reflorestamento em pequenas propriedades rurais, através do Programa Nacional de Florestas – PNF (GANTOIS, 2005 p. 37). Tais recursos liberados pelo Governo Federal trarão impactos positivos no aumento da oferta de madeira reflorestada, porém, ainda muito aquém das necessidades para suprir o setor.

Atualmente, o setor florestal brasileiro tem um déficit de madeira de *pinus* e de *eucalyptus* estimado em 8%, o correspondente a uma perda de US\$ 30 milhões por ano para os setores de siderurgia, papel e celulose, móveis e painéis. A área que precisa ser plantada para atender à demanda brasileira de *eucalyptus* para os próximos anos é de 550 mil hectares (ABRAF, 2005 p. 36). A escassez de madeira também preocupa o Rio Grande do Sul, cujo déficit de madeira de *pinus* e *eucalyptus* ultrapassa 20 mil hectares, (TORMA, 2004 p. 2). Com a expansão da área florestal não acompanhando o ritmo da demanda, tem-se o sério risco de ficar sem matéria-prima por não haver base florestal.

Em função disso, a indústria moveleira gaúcha apresentou um crescimento da importação de madeira de 113,36% entre maio e junho de 2004, em relação ao mesmo

período de 2003, enquanto, as exportações de madeira no Rio Grande do Sul cresceram 17,28% no mesmo período analisado. Atualmente, o Rio Grande do Sul detém 22% da produção nacional de móveis e gera 35 mil empregos diretos, porém não possui base florestal (TORMA, 2004 p. 2).

Essa insuficiência de base florestal no solo gaúcho tem contribuído expressivamente para a variação dos preços. Para exemplificar, entre abril e agosto de 2004, o preço da madeira elevou-se 28%, enquanto que a variação do Índice Geral de Preços da Fundação Getúlio Vargas - IGPD/FGV, no mesmo período, foi de 13,91%. Esse incremento no custo da matéria-prima é preocupante para a rentabilidade do setor moveleiro no estado, pois os empresários não podem repassar tal percentual, em dólar, aos potenciais clientes no exterior (SCOTTON, 2004 p. 3).

Por sua vez, a movimentação originada pelo *apagão florestal*<sup>1</sup> trouxe também benefícios ao Rio Grande do Sul. Conforme Foelkel (2004, p. 2), o descompasso entre a oferta e a demanda está pressionando o Brasil para a tomada de decisões rápidas para vencer essa crise. Através dos projetos da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, produtores e investidores estão sendo orientados para a implementação de investimentos florestais, influenciados pela perspectiva positiva de geração de renda no mercado madeireiro.

Apesar das iniciativas do governo na implementação do reflorestamento, empresas como a Aracruz Celulose e a Votorantim Celulose e Papel estão expandindo suas florestas próprias e seus projetos de parceria, preocupadas com a falta de madeira para o suprimento da demanda interna (TORMA, 2004 p. 2).

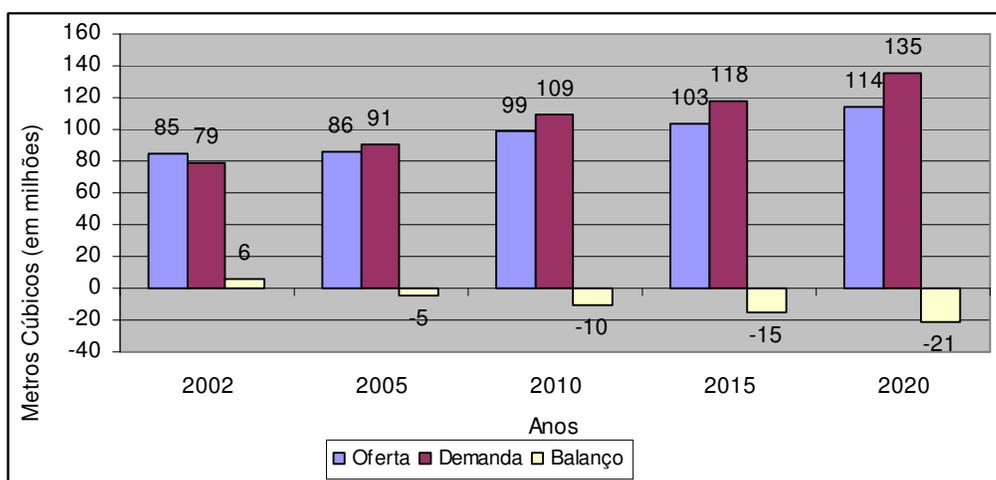
Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Madeira Processada Mecanicamente (ABIMCI, 2003 p. 28), os investimentos previstos até 2005 para o setor de madeira/móveis/papel é de US\$ 12 bilhões. Com esse montante o grupo de madeira, móveis e papel classifica-se como o décimo segundo colocado entre os 16 setores da economia que mais receberão investimentos, ficando à frente de setores de comunicação, de bebidas e fumo,

---

<sup>1</sup> Expressão utilizada pela imprensa e pessoas ligadas ao setor, para definir o risco de falta de madeira que será enfrentado pelas indústrias caso a demanda de madeira continue sendo maior que a oferta.

do financeiro, de mineração e outros. Entre os estados brasileiros que mais se destacam, o Rio Grande do Sul ocupa a posição do 4º lugar, com um investimento de 11,7% do total previsto para Madeira/Móveis/Papel, posição influenciada pelo pólo moveleiro gaúcho e pelas indústrias de celulose e papel.

No entanto, esses investimentos previstos, mesmo que realizados, não serão suficientes para atender o setor e a demanda crescente de madeira. O gráfico 1 demonstra a perspectiva sobre o “apagão florestal” considerando a demanda e a oferta de *eucalyptus* no Brasil para os próximos 15 anos em metros cúbicos.



**Gráfico 1: Balanço entre a oferta e a demanda de *eucalyptus* no Brasil – 2002-2020**

Fonte: STCP Engenharia de Projetos. Apagão florestal no Brasil. Maio, 2005.

Segundo a estimativa da STCP Engenharia de Projetos Ltda (2004)<sup>2</sup>, justifica-se a demanda de 551.020,41(135.000.000 m<sup>3</sup> / 245 m<sup>3</sup>)<sup>3</sup> hectares que precisam ser plantados para atender à demanda futura, conforme descrito anteriormente por Gantois (2005). A estimativa do déficit de madeira de *eucalyptus* até 2010 é, aproximadamente, 40 mil hectares, 61 mil até 2015 e 85 mil hectares até 2020.

As conseqüências do “apagão florestal” estão associadas a um incremento no preço dos produtos florestais e a uma necessidade de importação de matéria-prima para alguns

<sup>2</sup> Empresa brasileira consultora de projetos florestais com atuação em nível mundial. A sigla STCP representa a primeira letra do nome de cada sócio fundador.

<sup>3</sup> A produtividade média que um hectare de terra produz de *eucalyptus* no Rio Grande do Sul é 245 m<sup>3</sup> em sete anos, período em que a floresta já pode ser cortada. Dados passados pela Aracruz.

setores da economia. Assim, os setores que dependem dessa madeira enfrentarão limitação de crescimento.

Em suma, descrevendo a situação do setor florestal, tem-se: (a) uma demanda maior que a oferta, (b) o risco do “apagão florestal” e, (c) uma necessidade para os próximos anos de 550 mil hectares de *eucalyptus* para o Brasil, 20 mil hectares de *pinus* e *eucalyptus* para o Rio Grande do Sul. Diante deste contexto, pergunta-se:

Estes problemas são decorrentes da falta de rentabilidade do setor florestal?

É na tentativa de identificar a rentabilidade dos investimentos florestais no Rio Grande do Sul, considerando-se os possíveis cenários para o futuro, que este estudo se insere, com os objetivos apresentados a seguir.

### **1.3 Objetivos**

#### 1.3.1 Objetivo geral

Analisar a viabilidade econômica da produção de *eucalyptus* no Rio Grande do Sul, atendendo diferentes canais de comercialização.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Estimar os custos totais de produção de *eucalyptus* no Rio Grande do Sul.
- Estimar a produtividade da madeira de *eucalyptus* no Rio Grande do Sul.
- Projetar o fluxo de caixa para cada canal de comercialização.
- Determinar a elasticidade-preço da demanda de madeira de *eucalyptus* no Rio Grande do Sul.
- Projetar um futuro cenário.

## 1.4 Estrutura da Dissertação

A fim de que os objetivos sejam atingidos, optou-se por uma divisão do trabalho em mais oito capítulos, além deste, que traz a contextualização, o problema de pesquisa, à justificativa, os objetivos e a estrutura.

O capítulo 2 contém o referencial teórico. Nele discrimina-se o histórico do *eucalyptus* e do setor madeireiro, no estado, no Brasil e no mundo, bem como são apresentados os principais produtores, os principais compradores e realiza-se uma abordagem mercadológica dessa atividade. Apresentam-se também as técnicas de manejo e os principais estudos realizados envolvendo custos de produção de *eucalyptus*.

No capítulo 3, tem-se a classificação, o método de pesquisa para a análise da viabilidade econômica e para estabelecer a elasticidade-preço. A explicação dos procedimentos utilizados permite que outros trabalhos possam ser reaplicados a partir deste.

No capítulo 4, faz-se a análise dos custos de produção da produção de *eucalyptus* no Rio Grande do Sul.

No capítulo 5, tem-se a maximização da produtividade em m<sup>3</sup>, considerando as técnicas de manejo e as restrições de diâmetro em cada canal.

No capítulo 6, tem-se a viabilidade econômica de cada canal de comercialização por distância do produtor ao consumidor.

No capítulo 7, fazem-se a estimação e a análise da elasticidade-preço da demanda da produção de *eucalyptus* para celulose no Rio Grande do Sul.

Com o fecho do trabalho, no capítulo 8, apresenta-se a conclusão que traz os principais resultados da pesquisa e recomendações para trabalhos futuros.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Este capítulo tem como objetivo descrever o histórico do *eucalyptus* e do setor madeireiro, relacionando os grandes produtores a consumidores de madeira, apresentando técnicas de manejo e um panorama geral dos custos de produção, comentando os principais estudos sobre o assunto.

### **2.1 O Histórico do *Eucalyptus* e do Setor Madeireiro**

O *eucalyptus* é uma árvore pertencente à família das *Mirtáceas*, cuja palavra deriva do grego, que significa eu (= bem) e Kalipto (= Cobrir). Ele é originário da Austrália, onde se desenvolve em 90% do país, contendo aproximadamente 670 espécies e um grande número de variedades de híbridos (REMADE, 2001 p. 19).

Em 1774 o *eucalyptus* teria sido introduzido na Europa e em 1788 foi descrito pela primeira vez pelo botânico francês L' Hérítier de Brutelle, no Sertum Anglicum, em Paris. Por muito tempo o *eucalyptus* foi utilizado como variedade decorativa, sem qualquer importância comercial. Na Índia, os plantios de *eucalyptus* iniciaram em 1843. Na África do Sul, na Colônia do Cabo e no Chile, as primeiras plantações surgiram no ano de 1928. Os primeiros ensaios no Uruguai aconteceram em 1954. No ano de 1960 passou a ser introduzido na

Espanha, Itália e na Argentina. No Brasil, estima-se que a introdução do *eucalyptus* tenha sido realizada em 1855 no estado do Rio de Janeiro (REMADE, 2001 p. 19).

A introdução do *eucalyptus* para o Brasil não teve o objetivo de atender a um problema futuro de escassez de madeira, pois, naquela época, tinha abundância de madeira e para poder realizar investimentos de expansão era preciso devastar.

Logo, a exploração florestal no Brasil iniciou-se em 1511, através da concessão dada pela Coroa Portuguesa a Fernando de Noronha, para que este explorasse o Pau-Brasil que havia em abundância no litoral do nordeste e do sudoeste do país. Com o passar dos anos, a exploração do Pau-Brasil e de outras espécies, por particulares e estrangeiros, começou a ficar descontrolada, motivando a emissão de Cartas Régias pela Coroa Portuguesa para que o corte da mata ficasse sob sua guarda. A atividade de extração do Pau-Brasil se prolongou até o século XVII (ABIMCI, 2003 p.17).

Mais precisamente em 1885, com a construção da estrada de ferro Curitiba-Paranaguá, que a exploração da madeira de Araucária teve início, com grande intensificação a partir da primeira Guerra Mundial. Durante esta época, à medida que fossem construídas novas estradas de ferro, era possível explorar a floresta livremente, pois, tanto o governo brasileiro e empresas dos Estados Unidos e Reino Unido estavam acordadas. Desde então o número de serrarias aumentou transformando-se na nova atividade econômica regional.

Até o princípio do século XX, o *eucalyptus* foi plantado como árvore decorativa, pelo seu extraordinário desenvolvimento como quebra-vento. Em 1903 iniciou-se uma série de estudos experimentais que deram sustentação à implantação do *eucalyptus* em grande escala. (REMADE, 2001 p.19).

Lentamente o *eucalyptus* foi sendo adotado como espécie alternativa para o suprimento de madeira, principalmente como combustível nas formas de lenha e carvão. Segundo Remade (2001 p.19) a estimativa é que até 1966 existia 400 mil hectares plantados no Brasil.

Em 1960 a exploração da madeira de Araucária teve uma expansão ainda maior, devido à alteração do uso do solo para a agricultura e a pecuária, causando forte desequilíbrio

na balança comercial. Para exemplificar, em 1965 foram exportado 1,12 milhão de m<sup>3</sup> de madeira serrada de Araucária contra 70 mil m<sup>3</sup> em 1995 (AGEFLOR, 2002 p. 2). Em função da grande demanda de madeira para projetos industriais, o governo brasileiro instituiu, a partir de 1966, um programa de incentivos fiscais para aumentar a área plantada. Em poucos anos, a área plantada de *eucalyptus* passou de 400 mil para três milhões de hectares plantados.

Apesar de o Brasil ter uma das maiores reservas florestais do planeta com a Floresta Amazônica, o desenvolvimento florestal brasileiro foi incrementado graças aos florestamentos, localizados, em sua maioria nas regiões sul e sudeste do país. O Brasil implantou um dos melhores planos de florestamento do mundo (AGEFLOR 2002 p. 3), tendo plantado 6,2 milhões de hectares, principalmente *pinus* e *eucalyptus* entre 1967 e 1986, graças aos incentivos fiscais que foram fundamentais para o desenvolvimento da base florestal. Essa implantação tem contribuído para a manutenção e o aumento da competitividade da indústria brasileira da madeireira ao longo dos anos.

No entanto, a área plantada no Brasil é muito reduzida em relação à de outros países do mundo. A China possui 45 milhões de florestas plantadas; a Índia, 32 milhões; a Rússia, 17 milhões; os EUA, 16 milhões; o Japão, 10 milhões; o Canadá, 6 milhões; o Brasil, 5 milhões e o Chile, 2 milhões de hectares de florestas plantadas.

No quadro dos grandes produtores, a China vem liderando com 45 milhões de hectares de árvores plantadas, contra 5 milhões do Brasil. Do total do território brasileiro, cerca de 66% são cobertos por florestas naturais, 0,5% por florestas plantadas e os 33,5% restantes, para outros usos, tais como: agricultura, pecuária, área urbana, infra-estrutura e outros (ABIMCI, 2003 p.19).

Segundo a STCP (2004) o comércio internacional de produtos florestais ultrapassa US\$ 290 bilhões por ano. A participação do Brasil no comércio mundial é de 1,5% , sendo muito inferior aos líderes que são: o Canadá com 20,5% e Estados Unidos com 11,6%.

No Brasil, as espécies mais florestadas são o *eucalyptus* com 73,71%, o *pinus* com 25,28%, a acácia com 0,62%, a araucária com 0,17% e outras espécies que chegam a 0,21% do total do florestamento, conforme mostra a tabela 1.

**Tabela 1: Área total florestada, em hectares, por estado e espécies, no Brasil - 2003**

ESTADOS	EUCALYPTUS	PINUS	ARAUCÁRIA	ACÁCIA	OUTROS	TOTAL
Amapá	61.771,20	33.823,00	-	2.650,00	878,00	99.122,20
Bahia	303.754,80	5.711,00	-	-	-	309.465,80
Espírito Santo	115.940,10	31,40	-	-	-	115.971,50
Maranhão	5.465,00	-	-	-	-	5.465,00
Mato Grosso do Sul	56.478,00	-	-	-	-	56.478,00
Minas Gerais	150.975,60	2.890,00	446,00	-	1.923,00	156.234,60
Pará	40.354,90	2.429,30	-	-	-	42.784,20
Paraná	44.811,90	201.958,30	7.652,70	-	110,80	254.533,70
Rio Grande do Sul	43.895,20	8.801,50	603,00	7,20	50,50	53.357,40
Santa Catarina	7.803,30	100.905,90	875,00	-	33,50	109.617,70
São Paulo	312.939,00	35.913,40	79,00	-	314,00	349.245,40
Total	1.144.189,00	392.463,80	9.655,70	2.657,20	3.309,80	1.552.275,50

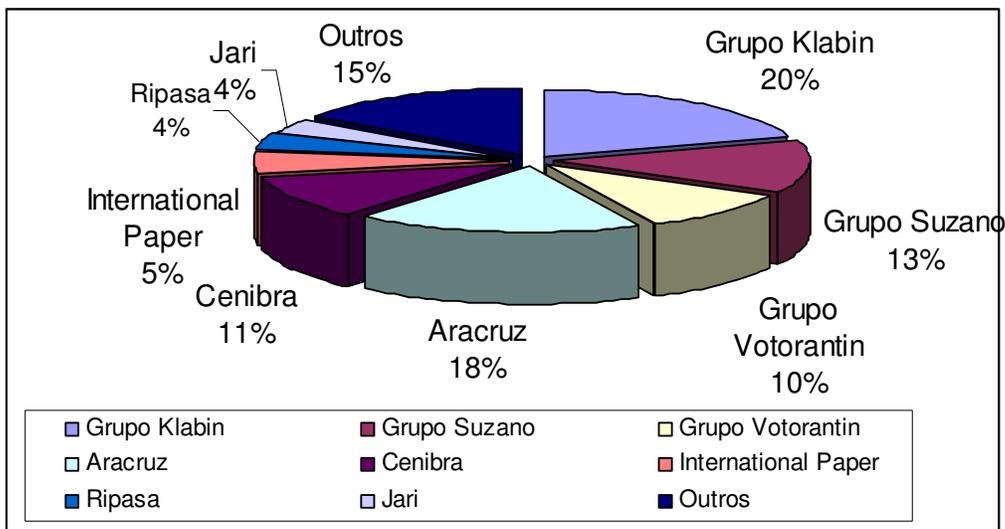
Fonte: Dados brutos: BRACELPA. Relatório estatístico florestal. São Paulo, 2003.

Os grandes produtores de madeira brasileira estão concentrados no estado de São Paulo, Bahia, Paraná, Minas Gerais, Espírito Santo e Santa Catarina. O estado de São Paulo e Bahia totalizam 42,44% da produção nacional de madeira florestada em 2003, o equivalente a 658.711 hectares plantados. O Rio Grande do Sul tem uma participação pequena no florestamento com 3,44% do total, sendo a espécie mais predominante o *eucalyptus* com 82,27% da produção gaúcha.

Segundo Valença (2001 p.4), no ano de 2001, 97% da produção de *eucalyptus* nacional foi destinada a fabricação de celulose e pastas.

A produção de celulose está fortemente concentrada em cinco fabricantes no Brasil. Esses fabricantes são: Grupo Klabin (1,5 milhão de toneladas) e Aracruz (1,3 milhão de toneladas), Grupo Suzano (1 milhão de toneladas), Votorantim (793 mil de toneladas) e Cenibra (850 mil toneladas). O grupo de empresas Klabin destina cerca 75% de sua produção para a fabricação de papeis no mercado interno e os 25% restantes para comercialização no mercado externo. A Suzano e a Cenibra são responsáveis por 24% da produção total do país de celulose.

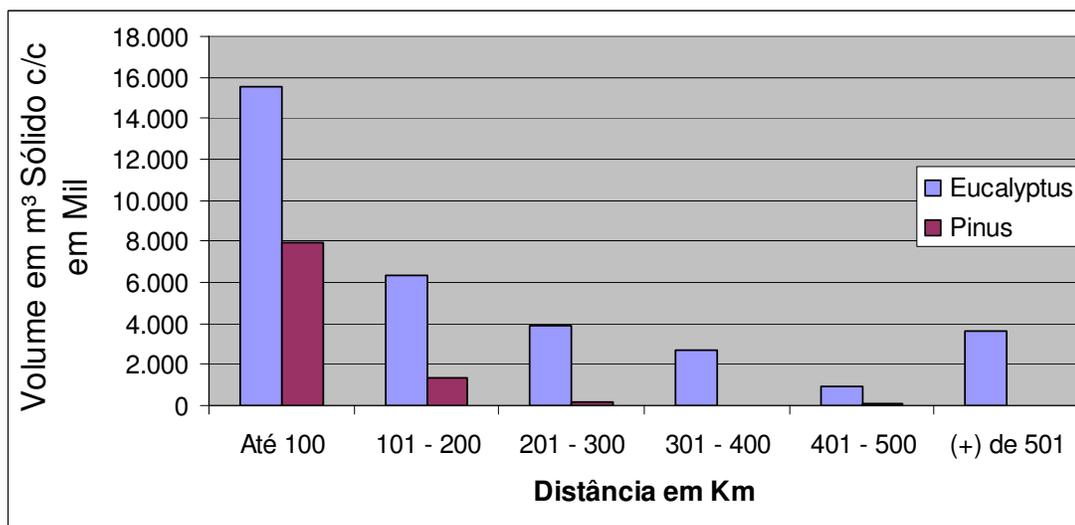
O gráfico 2 permite visualizar a participação de mercado das cinco maiores empresas produtoras de celulose no Brasil.



**Gráfico 2: Principais produtores de celulose no Brasil - 2000**

Fonte: Dados brutos: BRACELPA. Relatório estatístico florestal. São Paulo, 2003.

Tendo em vista o excelente desempenho das indústrias brasileiras de celulose no mercado mundial e a aceitação do *eucalyptus* para a geração de energia e fabricação de móveis, cada vez mais, tem crescido a demanda de *eucalyptus*, sendo às vezes adquirida de florestas distantes da fábrica, conforme mostra gráfico 3:



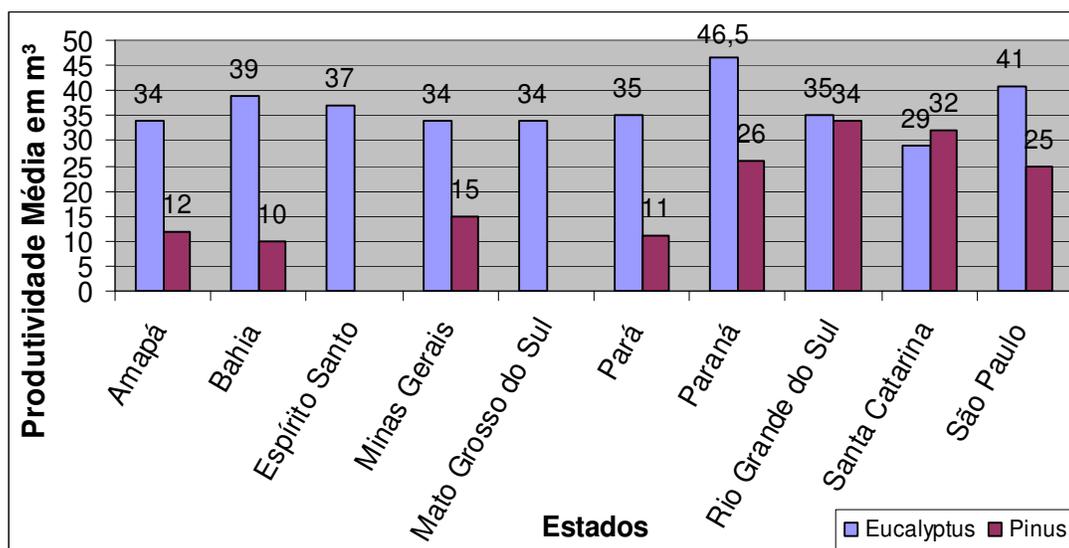
**Gráfico 3: Volume de madeira transportada das florestas e depósitos para as fábricas, por distância percorrida, no Brasil - 2003**

Fonte: Dados brutos: BRACELPA. Relatório estatístico florestal. São Paulo, 2003.

No ano de 2003 foram transportados 15.521.222 m<sup>3</sup> de *eucalyptus* dos produtores até as fábricas, percorrendo uma distância de até 100 km. Como se observa o gráfico 3, devido à

insuficiência de base florestal, ou seja, demanda maior que a oferta, algumas regiões importaram madeira de outros estados, sendo no total brasileiro, 3.636.780 m<sup>3</sup> de *eucalyptus* foram transportados de uma distância maior do que 501km entre a floresta e a fábrica processadora. No total, 33.049.808m<sup>3</sup> de madeira de *eucalyptus* e 9.558.139m<sup>3</sup> de madeira de *pinus* saíram das florestas para as indústrias processadoras no ano de 2003.

Um dos fatores que está influenciando a instalação de grandes produtores internacionais de madeira no Brasil é a produtividade média das florestas brasileiras. Segundo a STCP (2004 p. 8), no Brasil, a taxa de crescimento dos *eucalyptus* é 10 vezes maior do que nos outros países. No que tange rentabilidade produtiva o Rio Grande do Sul ocupa destaque com excelentes índices, conforme pode ser observado no gráfico.



**Gráfico 4: Produtividade das florestas de *eucalyptus* e *pinus*, por estado, no Brasil - 2003**

Fonte: Dados brutos: ABIMCI. Estudo setorial: produtos sólidos de madeira. Paraná, 2003.

O Rio Grande do Sul é o estado que tem a maior produtividade do país na espécie *pinus* produzindo 34m<sup>3</sup> por hectare/ano. Quanto ao *eucalyptus*, perde apenas para os estados da Bahia, Paraná e São Paulo, atingindo a marca de 35m<sup>3</sup> por hectare/ano. Esta vantagem do se deve à qualidade do solo e ao clima favorável que contribuem para o desenvolvimento florestal do estado.

## 2.2 Manejo de Florestamento e Reflorestamento da Produção de *Eucalyptus*

O termo manejo florestal pode ser definido como a execução de operações durante o crescimento e a maturação da floresta com o objetivo de incrementar a produtividade ou agregar valor à matéria-prima (AMBIENTE BRASIL, 2005). Na realização de um planejamento florestal, a qualidade da matéria-prima, bem como as operações a serem realizadas, principalmente a idade da colheita, devem ser bem dimensionadas, pois cada finalidade ou canal, emprega um manejo diferenciado.

Os fatores do solo, clima e o **grau de melhoramento genético das espécies** são fundamentais na agregação da qualidade e do valor ao produto. Deve ser observado que determinadas espécies selvagens ou pouco melhoradas geneticamente, apresentam utilização bastante genéricas e pouco rentáveis, enquanto que espécies melhoradas poderão ter aplicações mais específicas para usos mais nobres tendo maior retorno financeiro para o investidor. Como exemplo, têm-se as espécies de *eucalyptus* que quando empregadas sem melhoramento, apresentam restrições de uso. No entanto, quando determinadas características são melhoradas, a qualidade da madeira produzida permite uma ampla gama de aplicações (AMBIENTAL BRASIL, 2005).

Observado a qualidade das mudas, o **espaçamento** surge como a segunda técnica, mais relevante, e que visa à qualidade e a produtividade da madeira. A influência do espaçamento é mais expressiva no crescimento em diâmetro do que na altura da árvore. Normalmente, os plantios são executados variando entre 3m x 2m e 3m x 3m<sup>4</sup>, os quais favorecem os tratamentos culturais mecânicos.

---

<sup>4</sup> A EMATER recomenda o espaçamento de 3m x 2m para os produtores, e a ARACRUZ o espaçamento de 3m x 3m nos seus projetos de parceria.

As vantagens e as desvantagens dos espaçamentos menores ou maiores podem ser melhores compreendidas no quadro 1.

Espaçamentos Maiores	Espaçamentos Menores
✓ produção em volume individual	✓ produção em volume por hectare
✓ menor custo de implantação	✓ menor número de tratos culturais
✓ maior conicidade de fuste	✓ menor conicidade do fuste
✓ desbaste tardio	✓ desbaste precoce

### Quadro 1: Características dos espaçamentos

Fonte: AMBIENTE BRASIL. Manejo de reflorestamento. Ago. 2005.

Quanto à forma dos espaçamentos, os quadrados são os mais praticados, podendo ser bastante apertados para a produção de madeira para energia, ou mais amplos, quando se deseja matéria-prima para a finalidade de celulose, serraria ou laminação. Segundo a Remade (2001) se o objetivo do manejo é a obtenção de madeira para serraria e postes, não se recomendam espaçamentos menores que 3m x 2,5m.

Os **desbastes** são cortes parciais feitos com o objetivo de estimular o crescimento das árvores remanescentes e aumentar a produção de madeira de melhor qualidade. A produção tradicional de madeira de *eucalyptus* no Brasil tem se utilizado do sistema de corte final aos sete anos, seguindo de condução de rebrota, por mais duas rotações (REMADE, 2001 p.2). O principal mercado dessa madeira são as empresas que a transformam em celulose e papel, chapas e carvão vegetal para uso siderúrgico, que, em longa escala não deixaram espaço para a dinamização da madeira de *eucalyptus* para o segmento serraria e laminação.

Com base em Ambiente Brasil (2005 p. 3), os métodos de desbaste mais conhecidos são: o seletivo, o sistemático e o seletivo-sistemático, conforme segue:

**Seletivo:** tem por objetivo a seleção e a proteção das melhores árvores pela eliminação da competição com as árvores vizinhas.

**Sistemático:** neste desbaste não se leva em consideração a classe da copa nem a qualidade

das árvores a serem retiradas. Normalmente são retiradas linhas inteiras de árvores; sendo assim, o peso do desbaste dependerá do número de linhas retiradas.

**Seletivo-sistemático:** neste caso corta-se, a cada número fixo de linhas, uma linha inteira e nas linhas que ficam faz-se um desbaste seletivo, de onde se retiram as piores árvores.

Dependendo da periodicidade e da extensão do desbaste, a matéria-prima tende a concentrar-se e a atender um determinado canal de comercialização. Nesse estudo realizou-se simulações de desbaste para maximizar a produtividade em m<sup>3</sup> em cada finalidade, que pode ser observado no capítulo 5.

A **desrama** ou poda consiste na eliminação dos ramos laterais do tronco da árvore, com o objetivo de produção de madeira livre de nós, para serraria e laminação. Além de melhorar a qualidade da madeira, a técnica reduz o risco com incêndios, diminuindo a chance de o fogo atingir a copa das árvores, e facilita o corte nas operações de desbaste.

A definição da frequência e a intensidade da desrama deve seguir algumas premissas básicas: a) deve ser realizada logo após o fechamento da copa e a uma altura mínima de 2 metros, provavelmente no início do segundo ano; b) para a produção de *eucalyptus* ela deve seguir o ritmo de crescimento da produção e não se guiar por escala de tempo, na primeira desrama; c) para a realização da segunda desrama a espécie não pode ter mais que 6,5 metros de altura, provavelmente no final do segundo ano; d) as operações de desrama devem ser feitas na primavera para uma rápida cicatrização; e) após a altura dos 7 metros a desrama é realizada naturalmente e não ocasiona a formação de nós.

A **desbrota** é a redução de brotos na base da árvore. A brotação acontece quando a árvore é cortada, iniciando desta forma o segundo ciclo.

No entanto, a escolha do **tipo de espécie**, dentre o universo de espécies de *eucalyptus* existentes, é de fundamental importância para que o planejamento florestal tenha a melhor otimização. No quadro 2, verifica-se as árvores que têm maior importância comercial e sua

sensibilidade a geadas e secas.

Tipos de <i>eucalyptus</i>	Sensibilidade	
	Geadas	Seca
<i>E. Alba</i>	sensível	média
<i>E. botryoides</i>	sensível	média
<i>E. camaldulensis</i>	resistente	média
<i>E. citriodora</i>	sensível	sensível
<i>E. dunnii</i>	resistente	média
<i>E. globulus</i>	média	sensível
<i>E. grandis</i>	média	média
<i>E. paniculata</i>	média	sensível
<i>E. rostrata</i>	média	resistente
<i>E. saligna</i>	média	sensível
<i>E. tereticornis</i>	média	media
<i>E. viminalis</i>	resistente	média

### Quadro 2: Sensibilidade das espécies de *eucalyptus* a geadas e secas

Fonte: URCAMP. Reflorestar é preservar. Jun.2005.

A observação da sensibilidade da espécie à ocorrência de geadas e secas, é necessária para que o investidor tenha a maior produtividade e qualidade da madeira, pois, se a planta for sensível a essas intempéries e plantada em uma região com ocorrência mais predominante, apresentará problemas de rachaduras e curvamento.

No quadro 3, apresentam-se as espécies mais aceitas para cada canal de comercialização.

Espécies de <i>eucalyptus</i>	Serraria	Laminação	Celulose	Energia
<i>E. Alba</i>			x	x
<i>E. botryoides</i>				x
<i>E. camaldulensis</i>				x
<i>E. citriodora</i>	x	x		
<i>E. dunnii</i>	x	x		x
<i>E. globulus</i>			x	
<i>E. grandis</i>	x	x	x	x
<i>E. paniculata</i>	x	x		x
<i>E. rostrata</i>	x	x		x
<i>E. saligna</i>			x	x
<i>E. tereticornis</i>	x	x		
<i>E. viminalis</i>			x	x

### Quadro 3: Canais de comercialização por espécie de *eucalyptus*

Fonte: URCAMP. Reflorestar é preservar. Jun.2005.

O investidor florestal deve ter definido claramente qual canal de comercialização quer

atender no momento do planejamento florestal, sendo, que, deverá observar fatores de oferta e de demanda e variação nos preços de comercialização. Porém, dado o espaço de tempo entre a implantação da floresta até a realização da receita, pode existir um canal mais vantajoso para o investidor do que aquele que ele planejou atender. Sendo assim, no momento da venda, se a espécie plantada permite escolher entre os canais existentes será redirecionada com vistas a maximizar o retorno do investimento.

Na análise deste estudo, considerou-se a utilização da espécie *E. grandis*, por ser uma espécie com sensibilidade média a geadas e secas, e, por ser comercializada tanto para os canais de serraria, de laminação, de celulose e de energia.

### 2.3 Panorama Geral dos Custos de Produção de *Eucalyptus*

A produção de *eucalyptus* pode ser realizada em áreas dobradas e cerrados, o que determina dois diferentes tipos de sistemas de produção. O primeiro, mais dependente do uso da mão-de-obra, sendo que no segundo, nas áreas de cerrados, o sistema de produção se desenvolve mais com o uso de mecanização. Os coeficientes econômicos levantados por Dossa (2001, p. 3) indicam que a Taxa Interna de Retorno – TIR, da produção em áreas dobradas, é aproximadamente 11,26%, sendo que, nas áreas de cerrado é 12,08%. No entanto, os resultados alcançados com os primeiros plantios de *eucalyptus*, no Brasil, não foram considerados satisfatórios, como demonstrado a seguir:

**Tabela 2: Custos de produção de *eucalyptus* no Brasil (US\$/ha) com valores da década de 60 e 90.**

Custos	Década 60	Década 90
Custos operacionais de plantio	3.480,48	1.160,16
Custos operacionais da manutenção florestal	965,43	321,81

Fonte: Adaptado de Souza (2001 p. 98)

O custo efetivo, em média, na década de 60, início dos incentivos florestais, era três vezes mais do que na década de 90. Essa mudança no custo decorre da melhoria das técnicas silviculturais e de manejo das espécies.

O volume produzido também apresentou uma evolução muito ampla nas últimas décadas. Para exemplificar a magnitude dessa evolução, uma floresta de sete anos produzia 17,5m<sup>3</sup> por hectare em 1960<sup>5</sup>. Em 1990 esse índice passou para 173m<sup>3</sup> por hectare (uma variação em percentual nestes 30 anos de 888,6 %), fruto do melhoramento genético e da exploração das técnicas silviculturais, e, em 2005, com o uso da clonagem, a produtividade por hectare para uma floresta de sete anos atinge 248m<sup>3</sup> (EMBRAPA, 2005; SOUZA 2001 p. 98).

O custo de produção de *eucalyptus* no Rio Grande do Sul, segundo a EMATER e ARACRUZ, são apresentados na tabela 3.

**Tabela 3: Custos de produção de *eucalyptus* para um horizonte de sete anos, por hectare, em R\$, no Rio Grande do Sul – 2005.**

Custos	EMATER	ARACRUZ
Implantação	R\$ 920,00	R\$ 2.060,90
Manutenção	R\$ 380,00	R\$ 587,40
Total	R\$ 1.300,00	R\$ 2.648,30

Fonte: ARACRUZ. Dados de custos e produtividade. Guaíba, jul. 2005.

EMATER. Informações técnicas. Passo Fundo, jul. 2005.

Existe uma significativa diferença entre os custos apresentados pela EMATER e ARACRUZ, diferença tanto no custo de implantação como no custo de manutenção. Essas diferenças podem ser originadas pelas quantidades e variedades de insumos no plantio e nos tratamentos culturais.

A clonagem<sup>6</sup> de árvores teve o papel de revolucionar a produção de papel e celulose no Brasil. Ao se produzirem clones das melhores árvores, têm-se mais qualidade da madeira e produtividade favorecendo a colheita mecanizada, pois todas as árvores têm a mesma faixa de

<sup>5</sup> Por motivos de padronização deste estudo e por ser uma medida mais utilizada no mercado, os dados referenciados de Souza (2001) foram convertidos em m<sup>3</sup> usando o fator de 0,7ST=1m<sup>3</sup>. O fator foi informado pela EMATER e confirmado com o Departamento Florestal de Áreas Protegidas – DEFAP.

<sup>6</sup> A tecnologia da clonagem vem sendo desenvolvida desde 1973, inicialmente pelo Departamento de Ciências Florestais da Esalq/USP e Instituto de Pesquisas Florestas – IPE. Foi implantada em grande escala pela Aracruz Celulose S/A.

diâmetro. Esse fator ampliou ainda mais a competitividade da madeira brasileira. Para exemplificar, no Rio Grande do Sul, a produtividade é de 35m<sup>3</sup> por hectare/ano e a idade de corte é no sétimo ano. No Hemisfério Norte a produtividade é de 5 m<sup>3</sup> hectares/ano e para chegar à idade de corte demoram de 60 a 70 anos (IPEF, 2002).

No entanto, as mutações genéticas e tecnológicas do setor florestal foram combinadas com a modernização das operações da colheita da madeira, que tem gerado problemas com a compactação<sup>7</sup> dos solos. Avaliando os efeitos da compactação do solo, Dedecek e Gava (1997, p. 63-68) concluíram que as operações mecanizadas de colheita da madeira causam compactação até 30 centímetros de profundidade, provocando redução em até dois terços da produtividade do *eucalyptus* aos sete anos de idade.

No setor florestal, desde o início da década de 80, do século passado, o preparo do solo para o plantio de *eucalyptus* era realizado com a utilização de arados e grades. Atualmente, o método de preparo do solo mais utilizado pelas empresas florestais, no Brasil é o cultivo reduzido do solo (cultivo mínimo), o qual é realizado apenas na linha de plantio, trabalhando-se em largura e profundidade menores do que 50 centímetros (FESSEL, 2003 p. 5).

Em um trabalho que avaliou diversos métodos e preparo de solo, Borssato *et al* (1983, p.192-194) concluíram que o crescimento da altura das plantas, até os 18 meses de idade, responde prontamente a qualquer melhoria em preparo de solo e que subsolagem ou escarificação são práticas recomendáveis onde existam camadas de impedimento. A subsolagem é o rompimento das camadas compactas do solo em profundidades maiores do que 40 centímetros e a escarificação é até 40 centímetros de profundidade.

Stjernberg (1991 p.1-6), em um estudo realizado no Canadá, avaliou o desempenho operacional do plantio manual de mudas de árvores em áreas preparadas mecanicamente e não preparadas. O autor observou que a produtividade da operação de plantio, nas áreas preparadas, foi incrementada em 50% a mais em relação às não preparadas. Concluindo que

---

<sup>7</sup> Compactação pode ser definida como um novo arranjo e aproximação das partículas sólidas do solo, apresentando redução da macroporosidade e aumento da densidade do solo. Com isto as taxas de crescimento são menores e mais lentas.

com o trabalho mecanizado do solo a produtividade dos trabalhadores envolvidos aumenta significativamente.

No entanto, analisando a qualidade, desempenho manual e custos manuais e mecanizados de plantação de *eucalyptus*, Fessel (2003 p. 69), concluiu que a capacidade do campo operacional do sistema de plantio mecanizado é inferior à do manual. Este fato foi devido a maior percentagem de tempo improdutivo gasto com as manobras, as regulagens e ao abastecimento da máquina de transplantio de mudas. Entretanto, o número de mudas plantadas por hora/pessoa, no sistema mecanizado foi superior ao manual.

Outra observação na pesquisa de Fessel (2003) é que o custo operacional do sistema de plantio mecanizado foi superior ao manual em 44,9%, para uma única jornada de trabalho de oito horas. Esse fato foi devido à baixa capacidade operacional de campo observada no sistema mecanizado. Cabe destacar que a capacidade operacional da máquina varia conforme a qualidade do terreno.

Com o objetivo de conhecer qual a rotação florestal ideal, Souza (2001 p. 103) determinou qual o momento ótimo de substituir o povoamento de *eucalyptus*. Em seu estudo ele relata que a rotação se dá atualmente em sete anos de idade permitindo até 13 rotações. Considerando que a terra seja arrendada, o retorno após da terceira rotação fica reduzido, tendo em vista uma menor rentabilidade de produção.

Ao longo do tempo as atividades florestais passaram do estágio manual para o mecanizado e, atualmente, em alguns países desenvolvidos como a Finlândia, a Tecnologia da Informação – TI, passa a ser a nova aliada no suprimento da madeira. Nas operações de inventário florestal, a TI através do uso de equipamentos de alta tecnologia, permite otimizar e, conseqüentemente, reduzir os custos da obtenção dos dados, bem como melhorar a confiabilidade dos mesmos (STCP, 2004 p.5). Com uma simples leitura ótica, é possível obter o diâmetro, a altura, o estoque on-line de madeira, o cadastro florestal, dentre entre outras informações, e enviá-las para computadores. A adoção de tais sistemas está sendo cada vez mais importante, dada a tendência de aumento de escala de produção, aliada à importância que o fomento florestal vem ocupando nos últimos anos.

No capítulo 2, viu-se que o *eucalyptus* foi introduzido, no Brasil, em 1855, como

árvore de quebra-vento e somente em 1903 é que iniciaram os estudos de implantação desta madeira. Atualmente, grande parte (97%) da produção de *eucalyptus* é destinada à fabricação de celulose e o excelente desempenho das indústrias brasileiras de celulose no mercado exterior tem fortificado a crescente demanda de *eucalyptus*. Sabe-se que para que o projeto florestal tenha excelentes resultados é preciso desenvolver as operações envolvidas com eficiência. Assim, é necessário observar o canal de comercialização que se pretende atender, para então definir, a densidade do plantio, o espaçamento, a incidência de desbastes e a sensibilidade da espécie adotada quanto a geadas e secas, para não ter interferência na produtividade. A melhoria das técnicas de manejo, o conhecimento das propriedades do *eucalyptus* e a mecanização das atividades florestais influenciaram a redução do custo de produção ao longo do tempo. Atualmente a tecnologia da informação, através de leitores óticos, está conquistando espaço, na área florestal, na medição e controle de produtividade e gerenciamento dos dados da produção.

### **3 MÉTODOS DE PESQUISA**

Este capítulo, contendo três seções, tem por finalidade apresentar os procedimentos metodológicos utilizados para a realização desta pesquisa. A primeira seção contém a classificação da pesquisa; a segunda, os procedimentos utilizados para analisar a viabilidade econômica da produção de *eucalyptus*; e na terceira, há a abordagem dos procedimentos utilizados para estimar a elasticidade-preço da produção de *eucalyptus* destinado à celulose.

#### **3.1 Classificação da Pesquisa**

Para a classificação da pesquisa adotou-se o critério de Gil (2002, p. 41), que diz: "com relação às pesquisas, é usual a classificação com base em seus objetivos gerais".

Esta pesquisa classifica-se como explicativa, pois tem como preocupação central analisar a viabilidade da produção de *eucalyptus* no Rio Grande do Sul. Conforme Gil (2002 p. 42), esse tipo de pesquisa é o que mais aprofunda o conhecimento da realidade, tendo como característica a explicação do porquê das coisas.

Com base em Gil (2002 p. 43) para analisar os fatos do ponto de vista empírico e para

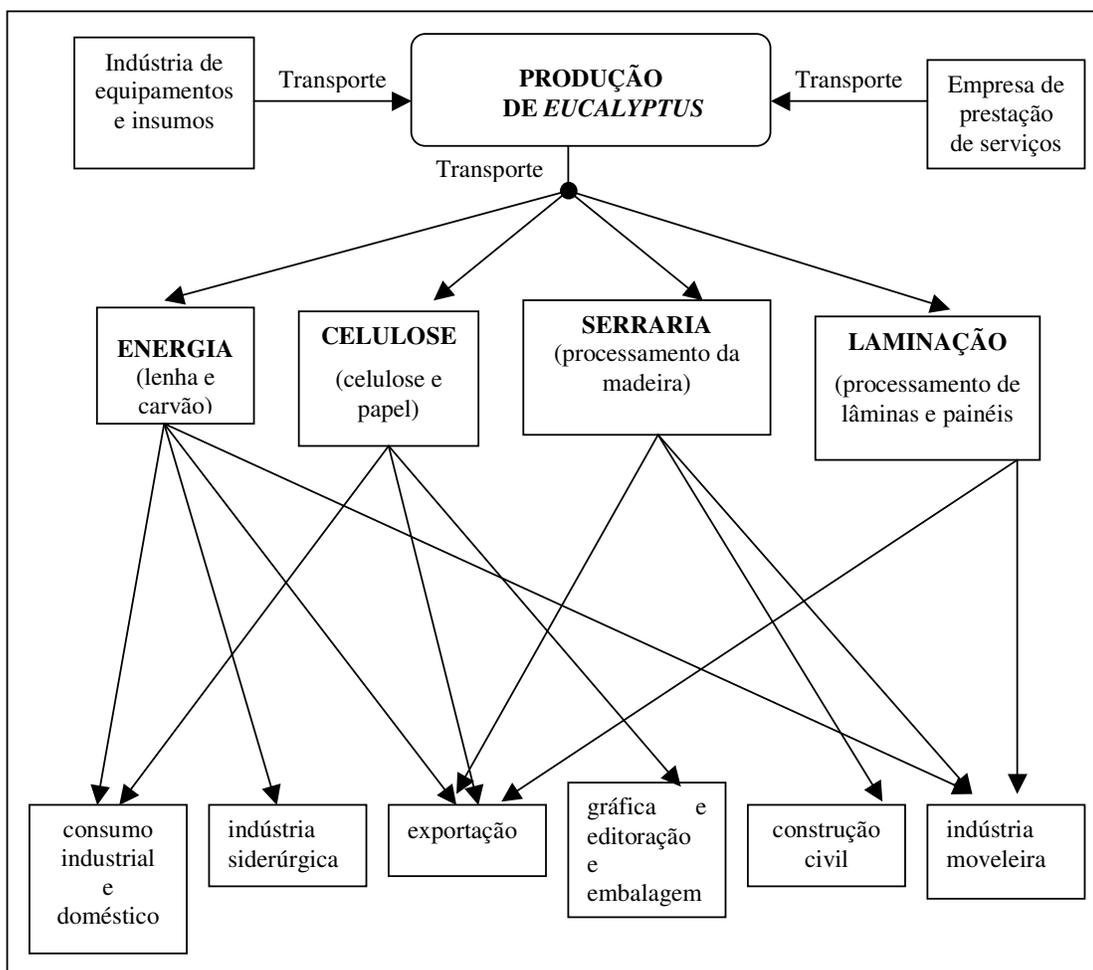
confrontar a visão teórica com a realidade, torna-se necessário classificar as pesquisas quanto ao seu delineamento. Dessa forma, esta pesquisa classifica-se como uma investigação documental por utilizar documentos internos de empresas e órgãos de pesquisas, nos quais alguns materiais ainda não receberam tratamento analítico, ou que ainda podem ser elaborados de acordo com os objetivos da pesquisa.

### **3.2 Procedimentos para Análise da Viabilidade Econômica**

Para determinar a viabilidade econômica da produção de *eucalyptus*, foi necessário estimar e analisar os custos da produção e a produtividade da madeira. Assim, inicia-se esta seção com os procedimentos utilizados para a determinação dos custos de produção. Posteriormente, tem-se a produtividade sob diferentes técnicas de manejo e, por fim, a análise da viabilidade econômica.

#### **3.2.1 Custos de produção**

Os custos de produção do *eucalyptus* variam conforme o canal de comercialização que vai ser atendido pelo investidor. Esses canais são: energia, celulose, serraria e laminação. Embora uma produção tenha como orientação principal um canal, ela pode atender a outros de forma secundária. Por exemplo, se a produção principal é para celulose, ela pode gerar madeira para energia, pois nem todos os galhos atendem ao limite de diâmetro desejado. A seguir apresenta-se na figura 1 a cadeia de base florestal da madeira de *eucalyptus* existente no Rio Grande do Sul.



**Figura 1: Sistema industrial de base florestal - eucalyptus**

Fonte: Adaptado de BACHA, C.J.C Cadeia Moveleira/Móveis (2000).

A indústria de equipamentos e de insumos, juntamente com as empresas prestadoras de serviços fomentam a produção de *eucalyptus*. A madeira produzida é transportada para o canal de comercialização que aceita o seu limite de diâmetro. Os limites de diâmetros aceitos em cada canal estão descritos no capítulo 5, quadro 8. Após a madeira segue destino para o consumidor final ou para a segunda transformação. Ressalta-se que o transporte é um dos fatores relevantes no cálculo do custo de produção, no deslocamento da matéria-prima e mão-de-obra até a produção e no deslocamento da madeira para o seu destino.

Para estimar os custos de produção, identificou-se quais são as operações desde o ano zero até a entrega da madeira posto fábrica. A operação de preparo de terreno está descrita no quadro 4.

<b>Preparo do Terreno</b>	<b>Ano de Ocorrência</b>	<b>Canal atendido</b>
Roçada	Ano zero	Todos
Capina Química pré-área total	Ano zero	Todos
Escarificação com fosfatagem	Ano zero	Todos
Construção de estradas	Ano zero	Todos
Gradagem	Ano zero	Todos

#### **Quadro 4: Operação preparo do terreno**

Fonte: ARACRUZ. Dados de custos e produtividade. Guaíba, jul. 2005.

Se o terreno for acidentado, mais gastos terá o investidor na hora de preparar o solo para o plantio. Para análise deste trabalho, adotou-se um perfil de terreno com poucas modificações a serem feitas, com vegetação rasteira ou com poucas árvores para serem removidas.

As próximas informações referem-se ao plantio, conforme se demonstra no quadro 5.

<b>Plantio</b>	<b>Ano de Ocorrência</b>	<b>Canal atendido</b>
Controle da formiga cortadeira	Ano zero	Todos
Aplicação do calcário	Ano zero	Todos
Plantio sem realinhamento 50%	Ano zero	Todos
Plantio com realinhamento 50%	Ano zero	Todos
Adubação de arranque	Ano zero	Todos
Replantio com adubação 2%	Ano zero	Todos
Aplicação do Herbicida pré-emergencial	Ano zero	Todos
Roçada manual na linha	Ano zero	Todos
Capina química na linha	Ano zero	Todos
Adubação de cobertura	Ano zero	Todos
Herbicida Glifosato	Ano zero	Todos

#### **Quadro 5: Operação plantio**

Fonte: ARACRUZ. Dados de custos e produtividade. Guaíba, jul. 2005.

No plantio, os gastos com as atividades a serem feitas variam sensivelmente dependendo da qualidade do solo, pois, se trata de prevenção e medidas para o desenvolvimento da planta influenciando na sua produtividade.

Nesta pesquisa, adotou-se a utilização de mudas clonadas no plantio, por serem mais

resistentes a pragas e intempéries, reduzindo o percentual de replantio para 2%<sup>8</sup>.

Para a condução do trabalho, necessita-se estimar quais são os custos com tratamentos culturais que o investidor terá, conforme quadro 6.

Tratos culturais	Ano de Ocorrência	Canal atendido
Adubação de Cobertura	Ano 1 e 2	Todos
Capina química entre linha	Ano 1 e 2	Todos
Desbaste	Ver simulação	Serraria e laminação
Desrama	Ano 1, e 2	Serraria e laminação

### Quadro 6: Operação tratamentos culturais

Fonte: ARACRUZ. Dados de custos e produtividade. Guaíba, jul. 2005.

A técnica de manejo, compreendida como desbaste e desrama, serve para concentrar a produção em um determinado canal pretendido. Para tanto, foram realizadas simulações para determinar qual é o período de desbaste e quanto da base deve ser retirada (m<sup>3</sup> ou n<sup>o</sup> de árvores) para concentrar a produção em diferentes canais de comercialização.

A análise deste estudo também utilizou o custo de oportunidade para a terra na determinação da viabilidade econômica. A pesquisa parte da premissa de que o investidor possui terra própria, logo, ele poderia receber recursos decorrentes desse arrendamento. Esse recurso que ele está deixando de receber por produzir *eucalyptus* é o seu custo de oportunidade.

O custo de arrendamento de terra está fundamentado nas informações cedidas pela EMATER junto às unidades regionais do estado, sendo: Bagé, Caxias do Sul, Estrela, Ijuí, Santa Maria, Santa Rosa, Porto Alegre, Pelotas, Erechim e Passo Fundo. Sendo o custo de arrendamento, orçado em sacas de soja como parâmetro de negociação.

Normalmente, terras com mais qualidade são utilizadas para o plantio de cereais e terras dobradas<sup>9</sup>, são utilizadas para florestamento com o objetivo de recuperação de terras ociosas. Este estudo procura verificar a viabilidade econômica de plantação de *eucalyptus* e

<sup>8</sup> Informação passada pela Aracruz Celulose S/A em uma entrevista com o coordenador florestal. Como medida conservadora nesta análise, adotar-se- o percentual de replantio de 10%.

<sup>9</sup> Termo utilizado por entidades do setor para as terras que não são planas.

para tanto a qualidade da terra é de fundamental importância para o aumento da produtividade. Desse modo, utiliza-se na análise o custo de arrendamento como sendo a média das terras para plantio de cereais.

Na série de preços do soja<sup>10</sup> foi preciso calcular os **índices estacionais** para ajustar os preços na média, obedecendo aos seguintes passos:

a) Calculou-se a média aritmética móvel centralizada em 12 meses ( $MM_t$ ) dos preços deflacionados, por meio da seguinte fórmula, proposta por Hoffmann (1991):

$$MM_t = 1/12 (P_{t-6} + P_{t-5} + \dots + P_t + P_{t+1} + \dots + 0,5 P_{t+5}) \quad (1)$$

b) Os índices estacionais mensais foram obtidos dividindo-se as séries originais mensais de preços da soja, pela média móvel correspondente, como a seguir:

$$IES_t = P_t / MM_t \quad (2)$$

Sendo:

$IES_t$  é denominado de Índice Estacional Simples.

Os índices estacionais obtidos no passo anterior ainda apresentam, incorporado em sua estrutura, o componente aleatório. Para eliminá-lo foi adotado o processo recomendado por Karmel e Polasek (1973), o qual consiste no cálculo de uma média aritmética dos índices simples para cada mês, o valor encontrado é o índice estacional médio para o mês  $i$  ( $IEM_i$ ).

$$IEM_t = \frac{\sum_{n-1}^n IES_t}{n} \quad (3)$$

---

<sup>10</sup> O preço médio corresponde à média ponderada móvel, dos preços de janeiro de 2000 a maio de 2005, coletados junto a Fundação Getúlio Vargas – FGV.

Duas propriedades a serem destacadas neste método são:

- o somatório dos índices estacionais é igual a 1200; e
- a média dos índices estacionais é igual a 100.

Caso os índices não atendam as propriedades ditas anteriormente, recomenda-se a utilização da seguinte fórmula para ajustamento, na qual foi realizada neste estudo:

$$IEP_t = IEM_t \times \frac{1200}{\sum IES_t} \quad (4)$$

Sendo:  $IEP$  = Índice Estacional de Preço Ajustado.

A seguir seguem os procedimentos para determinar a produtividade em cada canal de comercialização.

### 3.2.2 Produtividade e técnicas de manejo

Além dos custos de produção, mencionados anteriormente, é necessário utilizar informações sobre o rendimento de madeira. Para tanto é preciso saber quantos m<sup>3</sup> de madeira serão produzidos no período de 21 anos por hectare e quantos m<sup>3</sup> podem ser destinados às indústrias transformadoras de celulose, energia, serraria e laminação, neste horizonte de investimento.

Estudos comprovaram que a rentabilidade da produção depende da técnica de manejo e do período em que ela é realizada. Entre os estudos, a pesquisa de Soares (2003), procurou determinar, através de métodos de avaliação econômica, a idade econômica de corte de plantações de *eucalyptus* submetidas a desbaste. Os resultados evidenciaram que a rotação econômica propicia maior lucratividade quando é realizado desbaste, retirando 20% da área

basal no quinto ano de produção.

Desde então, a Embrapa Florestas de Curitiba/PR, desenvolveu um aplicativo, denominado “SisEucalípto” para simular o crescimento e a produção de plantações de *eucalyptus*, e este *software* foi utilizado para maximizar a produtividade em cada canal.

### 3.2.3 Análise econômica

Uma alternativa para estudar a lucratividade e estabelecer comparações entre sistemas de produção diferentes, é o uso de instrumentos de análise que apresentam indicadores a partir de estimativas sobre fluxos de caixa (Dossa, 2000 p.16).

Entre os métodos que vêm sendo constantemente usado para análise de investimentos, destacam-se os apresentados a seguir.

#### a) Valor presente líquido - VPL

Esse método consiste na soma dos valores presentes de cada um dos fluxos de caixa, tanto positivos como negativos, que irão ocorrer durante a vida útil de um projeto. Segundo Damodaram (2002 p. 174), a fórmula do VPL é:

$$VPL = \sum_{t=1}^{t=N} \frac{FC_t - II}{(1+r)^t} \quad (5)$$

Onde:

$FC_t$  = é o fluxo de caixa líquido esperado no período  $t$ ;

$II$  = é o valor do investimento inicial;

$r$  = é a taxa de desconto do projeto;

$t$  = é o tempo de vida do projeto.

Na sua fundamentação, quando o VPL for igual a zero, significa que os fluxos de caixa

gerados por determinado projeto são suficientes para recuperar o capital que foi investido. Se o VPL for positivo, quer dizer que está gerando mais caixa do que o necessário para pagamento do desembolso e provendo um retorno maior que o investidor estava exigindo, e do contrário, se for negativo, configurando como um projeto que deve ser rejeitado.

### **b) Taxa interna de retorno (TIR)**

É definida como a taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa esperadas de um projeto ao valor presente das saídas de caixa. Formalmente a TIR pode ser expressa como, (BRIGHAM; HOUSTON, 1999, p. 384).

$$\sum_{t=1}^{t=N} \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} = 0 \quad (6)$$

Onde:

$FC_t$  = é o fluxo de caixa no tempo  $t$ ;

$TIR$  = é a taxa interna de retorno;

$t$  = é o tempo de vida do projeto.

Quando o VPL for negativo a TIR será menor do que o custo de oportunidade. Por outro lado, quando o VPL for positivo, a taxa interna de retorno será superior ao custo de oportunidade.

Segundo Kammler (2004 p. 28), matematicamente, os métodos de VPL e TIR sempre levarão as mesmas decisões de aceitar ou de rejeitar projetos independentes porque, se o VPL for positivo, a TIR será superior a taxa de desconto.

No entanto, o VPL e a TIR podem chegar a conclusões conflitantes para projetos mutuamente excludentes (Brigham; Houston, 1999, p. 386), uma vez que o valor presente líquido de um projeto é definido em valores monetários e não leva em consideração a escala do projeto. Por sua vez a taxa interna de retorno, é uma taxa em percentual de retorno definida segundo a escala do projeto (DAMODARAM, 2002, p. 188).

Outra dificuldade na utilização da TIR se refere aos projetos que apresentam mudanças de sinal no seu fluxo de caixa, ou seja, em um dado período acontece uma saída, em outro subsequente uma entrada e posteriormente uma saída. Estas mudanças de sinais produzem várias TIR's (KAMMLER, 2004 p. 28).

O VPL apresenta uma série de vantagens em relação a outras medidas de avaliação, Segundo Ross, Westerfield e Jaffe (2002, p. 127), as mais importantes são:

**O VPL usa fluxos de caixa.** Os fluxos de caixa de um projeto podem ser utilizados para outras finalidades da empresa (pagamentos de dividendos, outros projetos de investimentos, ou pagamentos de juros). Em contraste, os lucros contábeis são uma figura artificial. Embora os lucros contábeis sejam úteis para os contadores, não devem ser utilizados na análise dos investimentos por não representarem fluxos de caixa.

**O VPL usa todos os fluxos de caixa do projeto:** Outros enfoques, como o *payback* ou *payback* descontado, ignoram fluxos de caixa além de certa data.

**O VPL desconta os fluxos de caixa corretamente:** Outros enfoques, como o *payback*, podem ignorar o valor do dinheiro no tempo quando lidam com fluxos de caixa. Qualquer critério de análise de investimentos que não reconheça o valor do dinheiro no tempo não pode ser adequado.

Em decorrência destas vantagens adotou-se a utilização do VPL como forma de avaliação de investimento neste trabalho.

#### 3.2.4 Dados para a realização da análise da rentabilidade

Nesta pesquisa realizou-se uma análise comparativa entre os custos da EMATER e da ARACRUZ, confrontando-se as quantidades e os valores dos insumos e serviços. Além disso, buscou-se determinar em outros estudos as quantidades apropriadas de aplicação dos insumos e quando não encontrado, realizou-se uma consulta com o mercado. Os dados coletados na ARACRUZ e na EMATER compreendem os custos de preparo do terreno, do plantio e da manutenção, bem como as quantidades de aplicação dos insumos e frequência da realização

da manutenção silvicultural.

Os custos de implantação de florestas de *eucalyptus* no Rio Grande do Sul foram ajustados para custo/hectare e apropriados para o período de análise de 21 anos para cada modalidade. As modalidades de serraria, laminação, celulose e energia, quando enfocadas como prioridade para o investidor, tiveram alguns custos diferenciados de manejo que foram considerados na apropriação do custo total.

Dentre os investidores florestais que mantêm parceria com a ARACRUZ, selecionou-se um investidor que possui escrituração plena dos custos de produção, cujo nome não foi divulgado por questões de direito. Esses custos compreendem a produção de um hectare de terra.

Os preços comercializados do *eucalyptus* no Rio Grande do Sul, para os fins de celulose, energia, laminação e serraria, foram obtidos com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, para o mesmo período em que foi coletado o custo de produção.

### **3.3 Procedimentos para Estabelecer a Elasticidade-Preço**

Esta seção trata dos procedimentos econométricos necessários para desenvolvimento do modelo de equação simultânea para estimar a elasticidade-preço da demanda de *eucalyptus* no Rio Grande do Sul, possibilitando a realização de análises prospectivas sobre o comportamento dos agentes nesse mercado, sendo útil tanto para políticas setoriais como para o planejamento da tomada de decisões.

A base conceitual está fundamentada na teoria microeconômica da oferta e demanda. Segundo Pindyck; Rubinfeld (2002 p. 21), a curva da demanda é a relação entre a quantidade de um bem que os consumidores desejam adquirir a cada nível de preços.

Qualquer elemento que modifique a demanda se não o preço do próprio bem, ter-se-á um deslocamento da curva e, quando o preço variar tem-se um deslocamento ao longo da curva. Ou seja, a demanda é definida em um preço e quantidade, e qualquer variação desses

valores denomina-se **variação de quantidade demandada** e variação nos outros fatores que afetam a demanda denomina-se de **variação da demanda**.

Sumarizando:

$$Qd = f(P; Ps; Pc; Y; Pf) \quad (7)$$

Onde:  $Qd$  = quantidade demandada;

$P$  = preço do próprio bem;

$Ps$  = preço do bem substituto;

$Pc$  = preço do bem complementar;

$Y$  = renda;

$Pf$  = preferência dos consumidores.

Sendo:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial Qd}{\partial P} < 0 \\ \frac{\partial Qd}{\partial Ps} > 0 \end{array} \right\} \text{Variação na quantidade demandada}$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial Qd}{\partial Pc} < 0 \\ \frac{\partial Qd}{\partial Y} > 0 \\ \frac{\partial Qd}{\partial Pf} \leq 0 \end{array} \right\} \text{Variação da demanda}$$

Segundo Maddala (2003 p. 183) em um modelo de regressão usual,  $Y$  é a variável dependente e  $X_1, X_2, \dots$  são as variáveis independentes ou determinantes. O pressuposto crucial que estabelece é que os  $X$ 's são independentes do termo do erro  $ei$ . Às vezes esse pressuposto é violado; por exemplo, nos modelos de oferta e demanda. Ele também é violado no caso em que os  $X$ 's são correlacionados com o erro.

$$q = \alpha + \beta p + ei \quad (8)$$

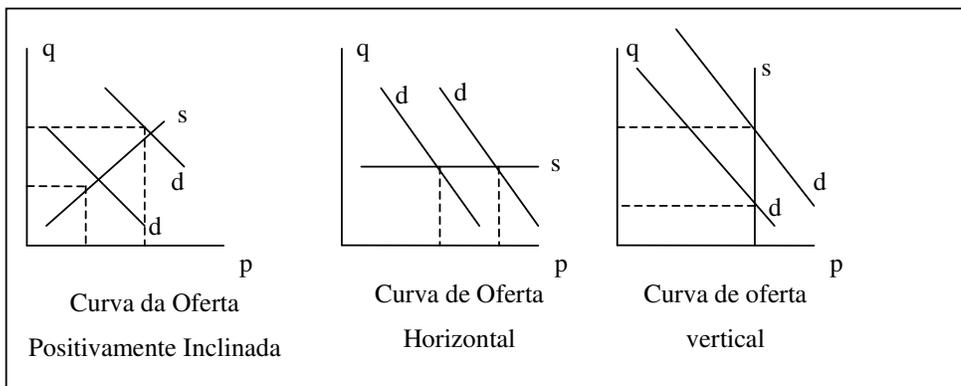
onde:

$q$  = quantidade demandada;

$p$  = preço;

$ei$  = termo de distúrbio.

Segue a visualização dos efeitos da variação da demanda no preço, na figura 2.



**Figura 2: Efeitos da variação da demanda no preço**

Fonte: Adaptado de Maddala (2003 p. 184)

Conforme figura 2, uma mudança na demanda produz uma mudança tanto na quantidade demandada quanto no preço se a curva de oferta tiver uma inclinação positiva. Se a curva de oferta for horizontal, ou seja, completamente inelástica, um deslocamento da curva de demanda produzirá mudança apenas no preço, e se a curva de oferta for vertical, ou seja, elasticidade-preço infinita, um deslocamento da curva de demanda irá produzir mudança apenas na quantidade.

Na situação ilustrada anteriormente, evidencia-se que o termo erro  $ei$  que está correlacionado com o  $p$  quando a curva da oferta for positivamente inclinada ou horizontal. Sendo assim, Maddala (2003 p. 183) afirma que uma estimação da equação pelos mínimos quadrados ordinários produz estimativas inconsistentes dos parâmetros.

Se a equação for reescrita, desta forma:

$$p = \alpha' + \beta' q + ei' \quad (9)$$

Novamente o erro  $ei'$  será relacionado com  $q$  se a função da oferta for positivamente inclinada ou vertical. Se a equação for escrita como o modelo (1) dizemos que ela é normalizada em relação à  $q$  e se for escrita como o modelo (2) dizemos que ela é normalizada com relação à  $p$ .

Logo, o que reflete é que não se pode considerar a função de demanda isoladamente quando se estiver estudando a relação entre quantidade e preço, pois a qualquer variação nesses valores ter-se-á um novo equilíbrio, consequência da intersecção da oferta e demanda. Para resolver o problema é necessário estimar as funções de oferta e demanda simultaneamente.

Em equações simultâneas a construção do modelo necessita do uso de variáveis endógenas e exógenas. As variáveis endógenas são as determinadas internamente pelo sistema e as variáveis exógenas são aquelas determinadas fora do sistema. Sendo que para estimar a elasticidade-preço deve-se que transformar as variáveis. Segundo Hill *et al* (2003 p. 62), uma forma conveniente de reportar os valores é em logaritmo.

Sendo assim, o modelo do sistema a ser estimado é:

$$\begin{aligned} LnQd_t &= \beta_0 + \beta_1 lnP_t + \beta_2 lnY_t + e_{1t} \\ LnQo_t &= \beta_3 + \beta_4 lnP_t + \beta_5 lnPs_t + e_{2t} \end{aligned} \quad (10)$$

onde:

$LnQd_t$  = quantidade logaritimada demandada de madeira no Rio Grande do Sul, em  $m^3$  no tempo  $t$ ;

$LnQo_t$  = quantidade logaritimada ofertada de madeira no Rio Grande do Sul, em  $m^3$  no tempo  $t$ ;

$\beta_0$  = coeficiente a ser estimado;

$\beta_1 lnP_t$  = preço logaritimado do *eucalyptus* no Rio Grande do Sul, em  $m^3$ , no tempo  $t$ ;

$\beta_2 lnY_t$  = renda brasileira, em Reais, logaritimada, no tempo  $t$ ;

$\beta_3$  = coeficiente a ser estimado;

$\beta_4 \ln P_t$  = preço logaritimado do *eucalyptus* no Rio Grande do Sul, em m<sup>3</sup>, no tempo t;

$\beta_5 \ln P_{s_t}$  = preço do bem substituto logaritimado, *representado pela madeira pinus* no Rio Grande do Sul, em m<sup>3</sup>, no tempo t;

$e_{1t}$  = erro aleatório que capta todas as outras dependências que não estão consideradas.

$e_{2t}$  = erro aleatório que capta todas as outras dependências que não estão consideradas.

O coeficiente  $\beta_1$  e representa a elasticidade-preço da demanda de *eucalyptus*. A expectativa quanto ao sinal desse coeficiente é de que ele seja negativo devido à relação inversa entre quantidade consumida da madeira e seu respectivo preço.

O coeficiente  $\beta_2$ , representa a renda brasileira no tempo t. Espera-se que seu coeficiente seja positivo devido á relação positiva entre o aumento da renda e o consumo.

O coeficiente  $\beta_4$ , representa a elasticidade-preço da oferta de madeira e espera-se que o valor deste coeficiente seja positivo, mostrando uma relação positiva entre o preço do bem e sua respectiva produção.

O coeficiente  $\beta_5$  representa a elasticidade cruzada por ser uma matéria-prima substituta a madeira de *eucalyptus*. A relação esperada entre essa variável e a variável quantidade de *eucalyptus* ofertada no Rio Grande do Sul é negativa, pois um preço mais atrativo da madeira de *pinus* deslocará parte da demanda de *eucalyptus*.

Realizou-se os testes descritos como testes de significância t- estatísticos a nível de 5%, testes de autocorrelação tanto pela ferramenta *serial correlation* quanto pelo *Durbin Watson* e testes de heterocedasticidade e de estacionariedade das séries.

### 3.3.1 Dados para estimação da elasticidade-preço da demanda

Para esta estimação da elasticidade preço, obteve-se o histórico das quantidades e dos preços comercializados do *eucalyptus* e do *pinus* no Rio Grande do Sul, destinados ao canal de celulose no período de 1990 a 2003 com o Banco de Dados Agregado – SIDRA, canal de Silvicultura, junto ao IBGE. A renda brasileira foi obtida com o FGV para o mesmo período.

A estimação foi realizada através do modelo de equação simultânea com a utilização do *software* Eviews 5.0.

## **4 CUSTOS DE PRODUÇÃO**

Este capítulo tem por finalidade apresentar os resultados obtidos na estimação dos custos de produção de *eucalyptus*, a fim de atender ao primeiro objetivo específico proposto no estudo.

Para estimar os custos totais de produção, comparou-se os itens que compõe os custos relatados pela EMATER e pela ARACRUZ, para as operações: preparo do terreno, plantio e tratamentos culturais. As operações são compostas por diversas atividades, e estão resumidas na tabela 4.

**Tabela 4: Custos de preparo do terreno, plantio, tratos culturais e assistência técnica, por hectare, anual e em Reais, segundo a EMATER e a ARACRUZ, no RS – 2005.**

Atividades	Custos EMATER – R\$			Custos ARACRUZ – R\$		
	Insumos	Serviços	Total	Insumos	Serviços	Total
<b>Preparo do terreno</b>						
1- Roçada	0,00	0,00	0,00	0,00	85,00	85,00
2- Escarificação e fosfato	0,00	60,00	60,00	119,20	205,00	324,20
3- Construção estradas	0,00	0,00	0,00	0,00	75,00	75,00
4- Gradagem	0,00	50,00	50,00	0,00	60,00	60,00
Sub-total	0,00	110,00	110,00	119,20	425,00	544,20
<b>Plantio</b>						
5- Controle da formiga cortadeira	25,00	60,00	85,00	26,96	61,87	88,83
6- Aplicação do calcário	0,00	0,00	0,00	52,00	58,62	110,62
7- Plantio com alinhamento de mudas	320,00	200,00	520,00	261,09	207,88	468,97
8- Adubação de arranque	115,00	0,00	115,00	65,86	68,62	134,48
9- Replantio com adubação 20% e 10%	64,00	26,00	90,00	26,09	30,00	56,09
10- Aplicação do Herbicida pré-emergencial	0,00	0,00	0,00	87,47	61,87	149,34
11- Roçada manual na linha	0,00	0,00	0,00	0,00	67,00	67,00
12- Capina química na linha	0,00	0,00	0,00	100,00	148,50	248,50
13-Adubação de cobertura	0,00	0,00	0,00	117,33	75,50	192,83
Sub - total	524,00	286,00	810,00	736,80	779,86	1.516,66
<b>Tratos culturais</b>						
14- Adubação de cobertura – 1º ano	120,00	60,00	180,00	117,33	68,62	185,95
15- Capina química entre linha 1º ano ou roçada	0,00	100,00	100,00	100,00	72,00	172,00
16- Capina química entre linha 2º ano ou roçada	0,00	100,00	100,00	100,00	72,00	172,00
Sub - total	120,00	260,00	380,00	317,33	212,62	529,95
<b>Assistência Técnica</b>						
17- Assistência por hectare/ano	0,00	0,00	0,00	0,00	57,40	57,40
Sub - total	0,00	0,00	0,00	0,00	57,40	57,40
<b>Total</b>	<b>644,00</b>	<b>656,00</b>	<b>1.300,00</b>	<b>1.173,33</b>	<b>1.474,88</b>	<b>2.648,21</b>

Fonte: ARACRUZ. Dados de custos e produtividade. Guaíba, jul. 2005.

EMATER. Informações técnicas. Passo Fundo, jul. 2005.

A análise abrangeu o conceito de utilização das atividades, a identificação pelas empresas, a quantidade ou intensidade aplicada, e, a cotação de valor permitindo a geração de subsídios para a tomada de decisão do custo a ser adotado. A seguir, descreve-se os itens contidos na tabela 4.

### 1- Roçada

Roçada é o corte de vegetação, manual ou mecanizado, na qual se mantém uma cobertura vegetal viva sobre o solo. A EMATER não considera a execução desta atividade partindo da premissa de que o terreno tem uma vegetação rasteira. A ARACRUZ relata um

custo de R\$ 85,00 de roçada mecanizada, com a utilização de uma hora de trator. A planta que disputa os nutrientes do solo com outras gramíneas pode ter seu desenvolvimento prejudicado, por esta razão e para facilitar a execução do plantio, o custo de roçada será utilizado neste estudo.

## **2- Escarificação e fosfato**

Escarificação ou subsolagem é o processo de rompimento da compactação do solo, sendo necessário, na maioria das vezes, para a facilitação do plantio. Esta atividade possui uma cotação de custo diferenciada entre ambas empresas. Isso se deve ao fato de que a EMATER realiza apenas a escarificação na linha com um custo de R\$ 60,00, não listando o fosfato afirmando de que ele é necessário para solos mais arenosos, onde o nutriente fósforo (P) é reduzido. A ARACRUZ recomenda a escarificação na área total com a aplicação de 200kg de fosfato por hectare, alcançando um custo de R\$ 324,20, sendo R\$ 119,20 de insumos e R\$ 205,00 de serviços.

O fosfato mantém o crescimento das raízes e da inflorescência das sementes, favorecendo o processo de lignificação, sendo importante para a atividade da microflora e microfauna do solo (AMBIANTE BRASIL, 2005). Por essa razão, a sua aplicação será levada em consideração neste planejamento.

## **3- Construção estradas**

A construção de estradas, além de facilitar o acesso, escoar a produção e reduzir o risco de perda total da floresta em situações de incêndio. Segundo a EMBRAPA, a floresta deve ser dividida em quadras de 10 hectares cada, com uma estrada de 6m de largura entre as elas. A EMATER não listou esta atividade porque o seu foco é o pequeno produtor. A ARACRUZ considera a construção de estradas com um custo por hectare de R\$ 75,00. Como se considera importantes questões da prevenção em relação a incêndios, e tendo em vista a produção não só de pequenos produtores, optou-se por incluir esse custo neste trabalho.

## **4- Gradagem**

A gradagem é o processo de uniformização do terreno, necessário, quando executado a

escarificação. Esta atividade apresentou variação de 20% entre o custo da EMATER e o da ARACRUZ, de R\$ 50,00 para R\$ 60,00 respectivamente. Não sendo possível detectar elementos que justificam essas variações, coletou-se o custo desse serviço com a Reflorestadora Nativa (2005), apresentando um custo R\$ 70,00 por hectare. No entanto, a empresa afirmou que se for áreas com mais de 10 hectares o custo reduz para R\$ 60,00. Percebe-se que o valor cotado com a Reflorestadora Nativa está próximo do custo informado pela ARACRUZ, no qual será utilizado.

### **5- Controle da formiga cortadeira**

O insumo formicida deve ser aplicado no plantio e após o corte da madeira, para que a brotação não seja obstruída pelas formigas. Essa atividade não apresentou variação na quantidade de insumo aplicada, sendo 8kg por hectare para ambas empresas, porém, apresentou uma variação de 4,51% do custo em função do preço, uma vez que para a EMATER era de R\$ 85,00 e para a ARACRUZ de R\$ 88,83. Para contribuir para a definição do custo a ser escolhido, cotou-se o preço do formicida com a empresa Fertibras (2005), que informou um custo de R\$ 5,70 o pacote de 500g do formicida Mirex-S. Logo, o custo de 8kg é de R\$ 91,20  $[(5,7 \times 2) \times 8]$  exatamente R\$ 2,32 a mais do que o custo fornecido pela ARACRUZ e R\$ 6,20 a mais do que a EMATER. Neste estudo, adotou-se o custo de R\$ 88,88 para um hectare, por estar mais próximo da cotação do mercado, pois se sabe que na compra de uma quantidade maior o preço tende a redução.

### **6- Aplicação do calcário**

A aplicação do calcário que é necessário para reduzir a acidez do solo, não está listada nos custos da EMATER, porém a empresa defende que a incorporação deste insumo deve ser realizada se a análise de fertilidade do solo exigir. A ARACRUZ, recomenda a aplicação de 1.000kg de calcário por hectare, o equivalente a 1kg a cada m<sup>2</sup> de área, com um custo total de R\$ 110,62, sendo R\$ 52,00 de insumos e R\$ 58,62 de serviços.

Segundo a ANDA (1991), o excesso de acidez no solo, não corrigido, reduz consideravelmente a produtividade. Desta forma, respeitando a necessidade de utilização comprovada por análise de fertilidade do solo, a aplicação de calcário foi levada em

consideração neste estudo, aplicando 1.000kg cada hectare com um custo de R\$ 110,62.

### **7- Plantio com alinhamento de mudas**

O custo de R\$ 520,00 informado pela EMATER, corresponde a uma densidade de 2.083  $[10.000 / (3 \times 1,60)]$  mudas. Para essa empresa as espécies custam R\$ 0,15 (320,00/2.083) cada unidade, por terem heterogeneidade tanto em termos fenótipos como genótipos. Os serviços de plantio apresentam um custo de R\$ 0,10 (200,00 / 2.083) por espécie, por utilizar o sistema manual.

A ARACRUZ relata um custo de R\$ 468,97 correspondente a uma densidade de 1.111  $[10.000 / (3 \times 3)]$  mudas. Cada espécie plantada custa R\$ 0,24 (261,09 / 1.111) por ser clonada. Logo o plantio terá um nível de homogeneidade maior, tendo benefícios em produtividade e qualidade da madeira. Para essa empresa os serviços de plantio têm um custo de R\$ 0,19 (207,88 / 1.111) por utilizar o sistema mecanizado.

Nota-se que os custo dos serviços do sistema de plantio mecanizado é superior ao o do sistema de plantio manual. Isso pode ser justificado pelo tempo improdutivo gasto com as manobras, as regulagens e ao abastecimento da máquina FESSEL (2003). No entanto, Stjernberg (1991), conclui que com o trabalho mecanizado do solo a produtividade dos trabalhadores envolvidos aumenta. Desse modo, o custo de plantio adotado neste estudo será o mecanizado com a implantação de mudas clonadas, conforme informado pela empresa ARACRUZ.

### **8- Adubação de arranque**

Esta atividade não apresenta variação na quantidade e no valor do insumo, sendo que ambas empresas recomendam 1Kg de adubo orgânico para cada planta, desde que o solo não apresenta outras deficiências.

No entanto a EMATER considera que a mão-de-obra da atividade plantar e adubar é a mesma. Já a ARACRUZ, cujo custo será adotado neste estudo, relaciona a mão-de-obra da atividade plantar no valor de R\$ 68,62 para uma densidade de 1.111 mudas. A necessidade de separação dos processos surge da execução do plantio de grande escala em prol da redução do

tempo gasto.

### **9- Replântio com adubação 20% e 10%**

O replântio ocorre porque algumas plantas não sobrevivem, podendo ser deficiência genética ou manuseio inadequado no plantio. Nota-se que a uma diferença nos percentuais, sendo a EMATER relacionando uma mortalidade de 20% com a utilização de mudas tradicionais e a ARACRUZ uma mortalidade de 10% com o plantio de mudas clonadas. Por estar definido anteriormente, no item 7, que o custo de plantio fornecido pela ARACRUZ será o utilizado, considerar-se-á o seu respectivo custo de replântio.

### **10- Aplicação do Herbicida pré-emergencial**

A EMATER não relacionou o controle a pragas e vegetais na atividade plantio. A ARACRUZ recomenda a aplicação de quatro litros de herbicida pré-emergencial a ser aplicado em toda área, com um custo total de serviços e insumos de R\$ 149,34. Este custo foi considerado neste estudo, pelo fato da aplicação de herbicida, retardar o crescimento de pragas e vegetais que dificultariam o desenvolvimento da muda.

### **11- Roçada manual na linha**

A roçada é outra atividade não relacionada pela EMATER. Por sua vez, a ARACRUZ, considera o custo de roçada manual na linha a ser plantada de R\$ 67,00 por hectare. Esta atividade não foi considerada pois será realizado uma capina química na linha.

### **12- Capina química na linha**

Capina química é a eliminação de vegetais, realizada através de aplicação de herbicidas que, além de matá-los, podem impedir ou retardar o seu crescimento. A EMATER não relacionou tal atividade. Já a ARACRUZ, institui a aplicação de oito litros de herbicida Glifosato, com um custo de R\$ 248,50 por hectare de insumos e serviços. A eliminação de vegetais através da capina química será considerada neste estudo.

### **13-Adubação de cobertura**

A adubação de cobertura que serve para reforçar a adubação de plantio será observada neste estudo. A EMATER não relacionou na sua estrutura esta atividade. A ARACRUZ, recomenda a aplicação de 126gramas de adubo composto por Uréia + Potássio 360012 para cada planta, apresentando um custo de R\$ 192,83 de insumos e serviços. Adotou-se neste estudo, a adubação de cobertura, fornecida pela ARACRUZ, como uma media conservadora.

### **14- Adubação de cobertura – 1º ano**

Para a atividade tratos culturais, tanto a EMATER quanto a ARACRUZ recomendam a aplicação de 2 toneladas de adubo orgânico para cada hectare, a ser aplicado na linha ainda no primeiro ano. Nesta atividade tem-se uma variação de 2,78% entre o custo da EMATER e o da ARACRUZ, de R\$ 180,00 e R\$ 185,95 respectivamente. Na comparação, escolheu-se o custo da ARACRUZ para fazer parte do trabalho, pois, todos os tratos culturais demonstrados a seguir também fazem parte da sua estrutura e da incorporação no estudo.

### **15- Capina química entre linha 1º ano ou roçada**

A EMATER não orçou esta atividade. A ARACRUZ elenca a aplicação de 8 litros de herbicida Glifosato, a ser aplicado ainda no primeiro ano, com um custo de serviços e insumos no valor de R\$ 172,00. Como não foi possível detectar porque a EMATER não orçou esta atividade, adotou-se o informado pela ARACRUZ como uma postura conservadora.

### **16- Capina química entre linha 2º ano ou roçada**

Idem ao item 15, sendo que sua aplicação deve ser realizada no segundo ano.

### **17- Assistência por hectare/ano**

A EMATER não relacionou esta atividade afirmando que o produtor tem acesso a informativos gratuitos e cursos que difundem a técnica de plantio, e que para projetos de pequena escala ele mesmo pode acompanhar. A ARACRUZ referenda um custo de assistência técnica anual de R\$ 57,40 por hectare que será incorporado ao estudo.

Procurando relacionar todos os custos incidentes na produção de *eucalyptus*, abordam-se a seguir, as atividades não consideradas por ambas empresas e que são incidentes no processo. As estimativas referem-se ao custo de desrama, de desbrota, de corte, de descasca, de baldeio, de transporte, do custo de oportunidade e da determinação do fluxo de caixa residual.

### **18- Desrama e desbrota**

A desrama consiste na retirada dos galhos que estão brotando no tronco, e deverá ser realizada no 1º ano e no 2º ano, sendo que esta atividade é realizada quando a produção atender os canais de serraria e laminação. Já a desbrota é a retirada de brotos excessivos que surgirão no toco quando a madeira é cortada, iniciando assim a segunda rotação.

Esta atividade não foi considerada pelas empresas, pois a EMATER relatou o custo total para uma rotação com prioridade a atender a produção de energia. A ARACRUZ informou o custo total de uma rotação com prioridade ao atendimento da fabricação de celulose. Esta atividade não incide na primeira rotação para ambos canais de comercialização focados.

Segundo a EMBRAPA(2005), o custo de desrama e desbrota para um hectare de terra é R\$ 93,00 (18,60 homen/dia x 5 dias) para a densidade de 2.000; R\$ 74,40 (18,60 homen/dia x 4 dias) para a densidade de 1.666 mudas, e , R\$ 55,80 (18,60 homen/dia x 3 dias) para as densidades de 1.333 e 1.111 mudas plantadas. O custo de desbrota necessário para todos os canais que tiverem mais do que um ciclo, e, o custo de desrama para o planejamento da produção se destina à serraria e a laminação. Se houver desbaste em um determinado ano, o custo de desbrota e desrama será proporcional ao número de árvores cortadas.

### **19- Corte, descasca e baldeio**

Os custos com o corte, a descasca e o baldeio foram cotados com a empresa EMPOFLOR (2005). A justificativa para a escolha da cotação desta empresa está na especialidade e na abrangência dos serviços prestados no estado do Rio Grande do Sul.

O custo apresentado pela empresa para cortar 1m<sup>3</sup> de *eucalyptus* é de R\$ 6,76, sendo este, incidente na realização do desbaste ou no corte final da floresta. A execução da descasca, necessária quando a produção atender a fabricação de celulose, está cotada em R\$ 6,38 para 1m<sup>3</sup>. Já o baldeio, que se refere ao empilhamento, normalmente em beira de estrada, apresenta um custo de R\$ 4,55 para 1m<sup>3</sup> de madeira de *eucalyptus*.

Essas operações são realizadas com o auxílio de equipamentos específicos para este tipo de atividade e o estudo em questão não inclui a aquisição das máquinas e sim a terceirização dos serviços. A atividade corte se refere à retirada dos galhos e da decepta da árvore, em seguida é executada a tiragem da casca e o direcionamento para o empilhamento, denominado baldeio. Estes custos têm incidência nas realizações dos desbastes e no corte final e são seguidos do custo de carregamento e transporte.

## **20- Carregamento e transporte**

A inclusão do custo do transporte é um dos fatores mais relevantes no planejamento florestal, pois, pode inviabilizar o retorno do investimento dependendo da distância da floresta até a sede compradora. O custo desta atividade também foi cotado com a EMPOFLOR (2005), pela sua especialidade e tradição no ramo.

O produtor que contratar o serviço de carregamento e transporte pagará o deslocamento e ida e volta da equipe que vai realizar o serviço. A cotação do custo tem diferenciação se a estrada for pavimentada ou não. A tabela 5 descreve-se o custo do carregamento e transporte da madeira de *eucalyptus* por distância da plantação até o consumidor, sendo o custo de deslocamento de ida e volta já embutido no preço por km rodado.

A primeira coluna referenda o custo de carregamento e transporte, por m<sup>3</sup> para cada faixa de distância. As colunas subseqüentes informam o preço por km e o custo total para a referida faixa tanto para estrada pavimentada como sem pavimentação.

**Tabela 5: Custo de carregamento e transporte da madeira de *eucalyptus*, em m<sup>3</sup>, por km rodado, em estrada pavimentada e não pavimentada, RS – 2005.**

Faixa de distância – KM	Estrada pavimentada		Estrada não pavimentada	
	R\$ Km	Total	R\$ Km	Total
50	0,13560	6,78	0,20040	10,02
100	0,10820	10,82	0,15100	15,10
150	0,09540	14,31	0,12613	18,92
200	0,09540	19,08	0,12613	25,23
250	0,09540	23,85	0,12613	31,53
300	0,09540	28,62	0,12613	37,84
350	0,09540	33,39	0,12613	44,15
400	0,09540	38,16	0,12613	50,45

Fonte: Dados brutos: EMPOFLOR. Informações sobre serviços. Porto Alegre, Ago, 2005.

O custo de transporte de estrada pavimentada diminui à medida que aumenta a distância percorrida até 150 km. A partir dessa distância se mantém constante com valor de R\$ 0,09540 por km. O mesmo ocorre com a estrada não pavimentada. O transporte da madeira realizado em estrada sem pavimentação tem um custo mais elevado. Entre os fatores determinantes dessa diferenciação destaca-se a taxa acelerada de depreciação do veículo e o tráfego lento do transporte na estrada sem pavimentação.

Sabe-se que, normalmente, o deslocamento é realizado parte em estrada pavimentada e parte em estrada não pavimentada, sendo que grande parte do deslocamento tem pavimentação.

Buscando-se estimar o custo de uma forma mais ampla e geral, considerou-se que o deslocamento da floresta até a sede compradora é composto pela seguinte equação:

$$CTD = 10(Y\tilde{N}P) + X(YP)$$

Onde:

CTD = custo de transporte para a distância determinada.

$Y\tilde{N}P$  = custo do carregamento e transporte, por km, da estrada não pavimentada para um m<sup>3</sup>.

X = diferença do descolamento total subtraído de 10.

YP = custo do carregamento e transporte, por km, da estrada pavimentada para um m<sup>3</sup>

Essa fórmula permite calcular o custo de carregamento e transporte considerando que à distância da floresta até a sede compradora tenha sempre 10 km de estrada sem pavimentação. A tabela 6 demonstra a composição do custo para as faixas de deslocamento.

**Tabela 6: Custo de carregamento e transporte da madeira de *eucalyptus*, em m<sup>3</sup>, por faixa de distância com 10km sem pavimentação, no RS – 2005.**

Faixas de distância	Total em m <sup>3</sup>
50	7,43
100	11,25
150	14,62
200	19,39
250	24,16
300	28,93
350	33,70
400	38,47

Fonte: Dados brutos: EMPOFLOR. Informações sobre serviços. Porto Alegre, Ago, 2005.

Exemplificando, se o produtor estiver na faixa de distância de 50km, pagará R\$ 7,43 [(10 x 0,20040) + (40 x 0,13560)], para carregar e transportar 1m<sup>3</sup> de madeira de *eucalyptus*.

## 21- Custo de Oportunidade

Outro fator que necessita ser considerado na análise da viabilidade econômica é o custo de oportunidade da terra, ou seja, quanto o investidor vai deixar de ganhar por ter optado por este investimento. A pesquisa parte da premissa de que o investidor possui terra própria, logo, ele poderia receber recursos decorrentes desse arrendamento. Esse recurso que ele está deixando de receber por produzir *eucalyptus* é o seu custo de oportunidade.

Considerando que o custo de arrendamento de terra no Rio Grande do Sul é cotado em sacas de soja como parâmetro de negociação, foram obtidas as cotações em diversas regiões. Os referidos custos foram coletados com as unidades regionais da EMATER, sendo a média praticada em cada região para plantação de cereais, referenciando desta forma, o custo de arrendamento de um hectare de terra plana ou de serrado. Seus valores podem ser visualizados na tabela 7:

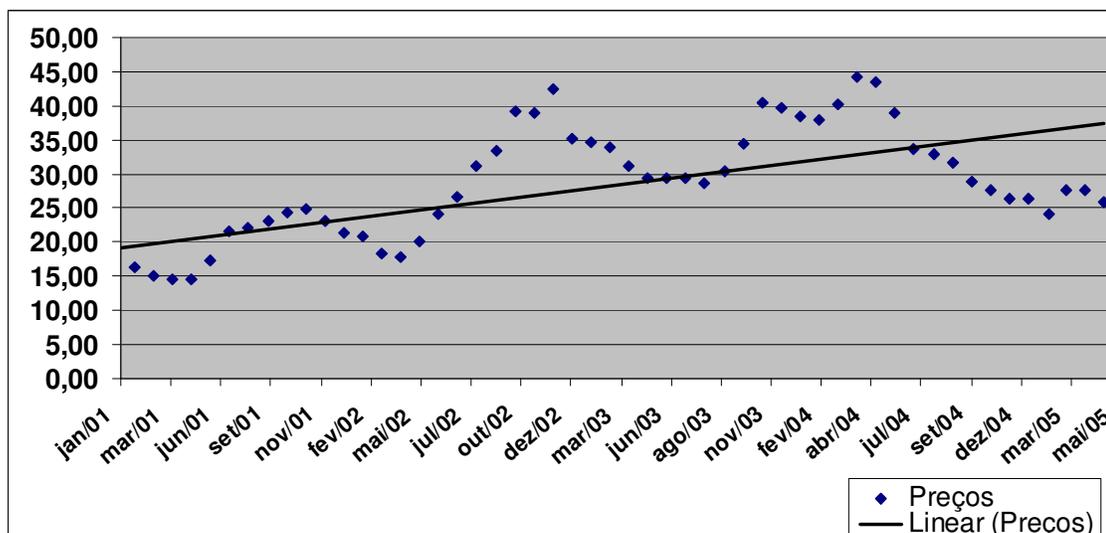
**Tabela 7: Custo de arrendamento anual, por hectare, em sacas de soja, para a produção de *eucalyptus*, no RS – 2005**

Região	Sacas
Bagé	07
Caxias do Sul	08
Erechim	09
Estrela	06
Ijuí	09
Passo Fundo	09
Pelotas	06
Porto Alegre	08
Santa Maria	09
Santa Rosa	09
Média	8,0
Desvio padrão	(+/-) 1,25

Fonte: Dados brutos: EMATER. Informações técnicas. Passo Fundo, Jul. 2005.

A média da quantidade de sacas praticada nas regiões, listadas na tabela 7, é de oito sacas (60kg) de soja por hectare, com um desvio padrão de  $\sigma = 1,25$ . Logo, para elaboração de um planejamento mais agressivo, subtrai-se um desvio padrão da média, resultando em 6,75 ( $8 - 1,25$ ) sacas de soja que devem ser consideradas como custo de arrendamento. No entanto, para a elaboração de um planejamento mais conservador, soma-se um desvio padrão a média, resultando em 9,25 ( $8 + 1,25$ ) sacas de soja.

A análise da viabilidade econômica deste estudo considera a média de 8 sacas de soja por ano, para o custo de oportunidade. Porém como o preço da soja varia de mês para mês, obteve-se a variação da série de preços da soja de janeiro de 2000 a maio de 2005, a fim de determinar o preço médio da soja, conforme figura 3.



**Figura 3: Preços da saca de soja (60kg) deflacionados pelo IGPDI, no RS, de janeiro 2000 a maio de 2005.**

Fonte: Dados brutos: FGV. Séries gratuitas: preços agropecuários. Rio de Janeiro, 2005.

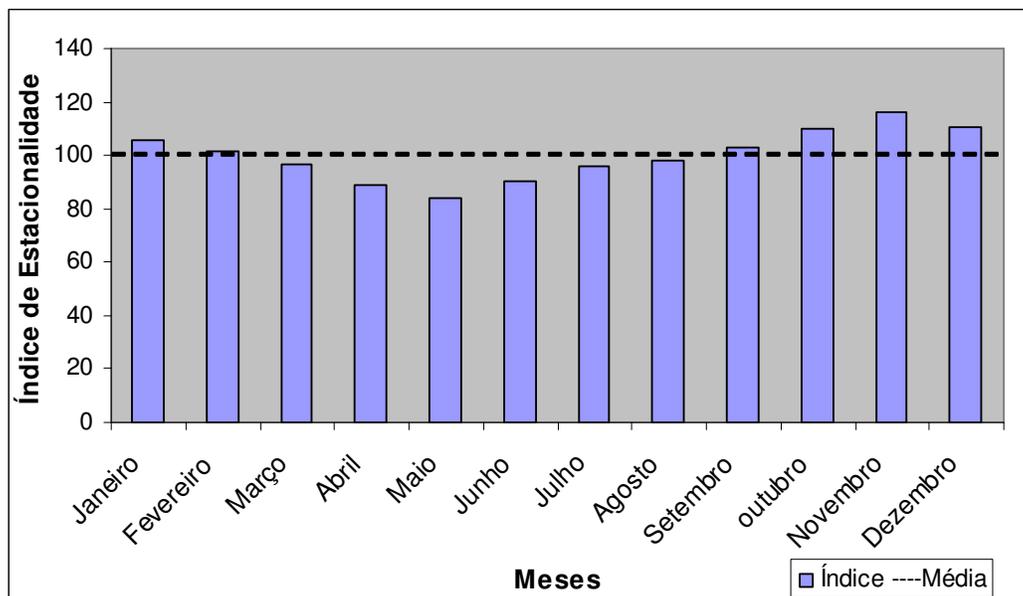
Observa-se que esses preços apresentam movimentos ao longo dos anos, influenciados pela variação cambial, e principalmente pela oferta de demanda do produto em uma determinada época do ano. Porém, para saber qual são os meses em que o preços estão abaixo da média, necessitou-se calcular os Índices de Estacionalidade das séries, permitindo identificar as variações dos preços comercializados, em cada mês, em relação a média total. O cálculo dos Índices Estacionais de preços foi efetuado utilizando a fórmula proposta por Hoffman (1991) e ajustado com a fórmula de Karmel e Polasek (1973). As séries dos preços coletados apresentaram os seguintes índices mensais que constam na tabela 8.

**Tabela 8: Estacionalidade dos preços de soja, no RS, no período de janeiro 2000 a maio 2005**

MESES	ÍNDICE DE ESTACIONALIDADE	MESES	ÍNDICE DE ESTACIONALIDADE
Janeiro	105,4202056	Julho	95,98659159
Fevereiro	101,2129984	Agosto	97,70528078
Março	96,28465164	Setembro	103,1581504
Abril	88,64948528	Outubro	109,9127364
Maio	84,24368795	Novembro	116,4717138
Junho	90,05071653	Dezembro	110,9037816

Fonte: Dados brutos: FGV. Séries gratuitas: preços agropecuários. Rio de Janeiro, 2005.

Plotando os valores dos índices obtidos com o cálculo da razão da média móvel para os preços comercializados da soja, obtemos a figura 4 a seguir:



**Figura 4: Variações estacionais dos preços da soja, no RS, para o período de janeiro de 2000 a maio de 2005.**

Fonte: Dados brutos: FGV. Séries gratuitas: preços agropecuários. Rio de Janeiro, 2005.

Conforme evidenciado na tabela 8 e visualizado na figura 4, os índices mais elevados são nos meses de janeiro, setembro, outubro, novembro e dezembro, onde a cotação da soja está acima da média dos meses do ano. No entanto, nos meses de março, abril, maio, junho e agosto a cotação da soja está abaixo da média. As variações nos preços comercializados são justificadas pelas variações da oferta e da demanda do produto. Nos meses em que o produtor de soja, necessita fazer desembolsos, a oferta tende a aumentar e o preço reduzir.

Toma-se o custo de arrendamento como sendo o custo da soja no mês de agosto, que é o mês recomendado para o início das atividades de plantio, com um preço corrente de R\$ 30,00<sup>11</sup> e ajusta-se a média. Para trazê-lo para a média, ter-se-ia que acrescentar 2,3% (100% - 97,70%) ficando em R\$ 30,69. Portanto, o custo de arrendamento anual a ser utilizado será de R\$ 245,52 (30,69 x 8 sacas) hectare/ano, como sendo o custo mais provável.

Utilizando o desvio padrão das sacas de soja de  $\sigma = 1,25$  tem-se: para uma análise agressiva, o custo de R\$ 207,15 [30,69 x (8 - 1,25)] hectare/ano, e, para uma análise mais conservadora tem-se o custo de R\$ 283,88 [30,69 x (8 + 1,25)] hectare/ano. As comparações

<sup>11</sup> O valor de R\$ 30,00 é o preço corrente da soja médio mensal, não deflacionado, no mês de junho de 2005.

dos resultados do planejamento, com o custo de oportunidade, são realizadas no mesmo período de tempo e os valores submetidos ao mesmo fator de desconto do fluxo de caixa.

## **22- Fluxo de caixa residual**

Segundo Gitman (2002) o fluxo de caixa residual é fluxo resultante do término e liquidação do projeto no final de sua vida econômica. O seu reconhecimento é importante, pois ele pode afetar significativamente a decisão de dispêndio de capital.

Esse planejamento não está considerando o valor de aquisição da terra, como custo do investimento inicial, pois parte da premissa que o produtor já a possui, e, se isso fosse considerado no término do projeto ele poderia vender a terra e obter um resultado líquido da receita da venda da terra, deduzido dos custos com remoção dos tocos das árvores para poder efetuar esta transação sem perdas relevantes.

Conforme propósito desse estudo, o produtor é proprietário da terra, considerando o custo de arrendamento como custo de oportunidade que será utilizado na comparação dos resultados. Mas isso não quer dizer que ele não irá ocupar a terra depois da liquidação do investimento, e para tanto, é necessário remover os tocos das árvores. Esses tocos, acoplados com raízes, poderiam ser vendidos para abater o custo do destocamento. Porém, conforme EMBRABA, o mercado paga R\$ 5,00 o m<sup>3</sup> para esses tocos, não compensando o custo de transporte referendado anteriormente, motivando a queima dos resíduos. Dessa forma, não será considerado receita no fluxo de caixa residual com a venda dos tocos, mas apenas o seu custo de remoção.

A remoção dos tocos denominada destoca é orçada por hora máquina utilizada. A cotação do preço desse serviço foi obtida com a EMPOFLOR (2005), por ter especialidade no ramo, atuação em nível de estado e por ser recomendada pela ARACRUZ que atua fortemente em projetos florestais. Para remover os tocos de uma floresta de 21 anos, utilizar-se-á 25 horas de escavação cotadas a R\$ 100,00 a hora, o equivalente a R\$ 2.500,00. O custo de destoca não varia pela densidade e sim pela idade da floresta. Pois a destoca irá realizar uma escavação generalizada na terra. Portanto, o tempo de remoção por árvore não varia, pois as escavações serão realizadas a uma mesma profundidade.

Como se verificou no decorrer desta seção, existem diferenças na estimação e na identificação dos custos apresentados pelas empresas EMATER e pela ARACRUZ para a produção de *eucalyptus*. Há também atividades que não foram informadas e que foram cotadas com empresa especialista no segmento. O quadro 7 a seguir, analisa qualitativamente as operações e relata a adoção realizada:

OPERAÇÕES	EMATER	ARACRUZ	CUSTOS ADOTADOS
Preparo do terreno	Incompleto	Completo	ARACRUZ
Plantio	Incompleto	Completo	ARACRUZ
Tratos culturais	Incompleto	Incompleto	ARACRUZ, EMBRAPA
Corte, descasca e baldeio	Não informado	Não informado	EMPOFLOR
Carregamento e transporte	Não informado	Não informado	EMPOFLOR
Assistência técnica	Não informado	Completo	ARACRUZ
Custo de oportunidade	Não informado	Não informado	EMATER
Fluxo de caixa residual	Não informado	Não informado	EMPOFLOR

**Quadro 7: Origem dos custos adotados para a produção de *eucalyptus***

Fonte: Dados da pesquisa.

Os custos divulgados pela ARACRUZ, com preparo do terreno, plantio, tratos culturais e assistência técnica, foram os escolhidos para a análise deste planejamento. Ressalta-se que no item tratos culturais, adotou-se o custo com desrama e desbrota coletado com a EMBRAPA.

Por sua vez, a adoção do custo de corte, descasca, baldeio, carregamento, transporte e destoca da madeira, são os divulgados pela EMPOFLOR. O custo de oportunidade foi coletado junto a EMATER como sendo o custo de arrendamento de terra, multiplicado pelo preço corrente da soja e ajustado pelo Índice Estacional do mês de agosto.

Finalmente, optou-se por descrever todos os custos incidentes na produção de *eucalyptus*, analisados anteriormente, a fim de determinar a estrutura que servirá de base para a estimação da viabilidade econômica. Os custos das atividades estão calculados para as densidades de 1.111, 1.666 e 2038 mudas. A justificativa para a mensuração dos custos para essas densidades está descrita na seção de produtividade.

**Tabela 9: Custos totais por densidade para produção de *eucalyptus***

ATIVIDADES	CUSTO EM R\$ POR DENSIDADE		
	2.038	1.666	1.111
<b>Preparo do terreno (i)</b>			
1- Roçada	85,00	85,00	85,00
2- Escarificação e fosfato	324,20	324,20	324,20
3- Construção estradas	75,00	75,00	75,00
4- Gradagem	60,00	60,00	60,00
Sub – total	544,20	544,20	544,20
<b>Plantio (ii)</b>			
5- Controle da formiga cortadeira	88,83	88,83	88,83
6- Aplicação do calcário	110,62	110,62	110,62
7- Plantio com realinhamento 50% - mudas	860,27	703,24	468,97
8- Adubação de arranque	246,69	201,66	134,48
9- Replantio com adubação 20% e 10%	102,89	84,11	56,09
10- Aplicação do Herbicida pré-emergencial	149,34	149,34	149,34
11- Roçada manual na linha	0	0	0
12- Capina química na linha	248,5	248,5	248,5
13-Adubação de cobertura	353,72	289,16	192,83
Sub – total	2.160,86	1.875,46	1.449,66
<b>Tratos culturais</b>			
<b>Do 1º ano – 1º rotação (iv)</b>			
14- Adubação de cobertura – 1º ano	341,10	278,84	185,95
15- Capina química entre linha 1º ano ou roçada	172,00	172,00	172,00
Sub – total	513,10	450,84	357,95
<b>Do 2º ano – 1º rotação (iv)</b>			
16- Capina química entre linha 2º ano ou roçada	172,00	172,00	172,00
18- Desrama 2 <sup>ª</sup> ano	-	* 74,40	55,80
18- Desrama 2 <sup>ª</sup> ano	-	* 74,40	55,80
Sub – total	172,00	320,80	283,60
<b>Do 1º ano – 2º e 3º rotação</b>			
5- Controle da formiga cortadeira	88,83	88,83	21,16
14- Adubação de cobertura – 1º ano	341,10	278,84	95,75
15- Capina química entre linha 1º ano ou roçada	172,00	172,00	48,28
18- Desbrota	93,00	74,40	22,46
Sub – total	694,93	614,07	187,65
<b>Do 2º ano – 2º e 3º rotação</b>			
16- Capina química entre linha 2º ano ou roçada	172,00	172,00	172,00
18- Desbrota 2 <sup>ª</sup> ano	93,00	74,40	22,46
18- Desrama 2 <sup>ª</sup> ano	0,00	* 74,40	22,46
18- Desrama 2 <sup>ª</sup> ano	0,00	* 74,40	22,46
Sub – total	265,00	395,20	239,38
<b>Total</b>	<b>4.522,09</b>	<b>4.200,57</b>	<b>3.062,44</b>
<b>Outros custos</b>			
17- Assistência Técnica por hectare/ano (iii)	57,40	57,40	57,40
19- Corte m <sup>3</sup> (vi)	6,76	6,76	6,76
19- Descasca m <sup>3</sup> (vi) **	6,38	6,38	6,38
19- Baldeio m <sup>3</sup> (vi)	4,55	4,55	4,55
20- Transporte por m <sup>3</sup> , deslocamento de 0-50 km (vii)	7,42	7,42	7,42
21- Custo de oportunidade anual da terra	245,52	245,52	245,52
22- Destoca na liquidação do projeto (viii)	2.500	2.500	2.500

Fonte: Dados da pesquisa

\* A produção para atender o canal de celulose não utiliza desrama.

\*\* Só precisa descascar a produção com destino a celulose.

Observa-se na tabela 9, que os custos de preparo do terreno têm as mesmas atividades e os mesmos valores para as densidades estimadas. Isso quer dizer que essa operação tem comportamento fixo quanto a quantidade de árvores plantadas em cada hectare, porém o custo total varia quando aumenta o número de hectares plantados.

Os resultados da estimação dos custos para o plantio e tratos culturais identificam um comportamento variável para as atividades plantio, replantio, e adubação correspondente a densidade da floresta, e, logo se aumentar o número de hectares plantados o custo total também varia.

Na estimação dos outros custos, identifica-se o custo de assistência técnica, o custo de oportunidade da terra e custo de destoca com comportamento fixo por hectare, não variando por unidade plantada. No entanto, as atividades de corte, descasca, baldeio e transporte variam por m<sup>3</sup> produzido em cada hectare.

Na determinação da viabilidade econômica alguns custos poderão ser repetidos dependendo do manejo florestal que será adotado. Para exemplificar, se para otimizar a produtividade for necessário realizar desbaste de uma determinada quantidade de árvores em uma certa data, terá incidência não só os custos de corte e transporte, mas também os tratos culturais para que as espécies desbastadas possam produzir novamente com um padrão de qualidade aceitável.

Assim, é necessário determinar a produtividade para atender diferentes canais de comercialização.

## 5 PRODUTIVIDADE

Neste capítulo, apresentam-se os resultados obtidos na estimação da produtividade da madeira de *eucalyptus*, atendendo desta forma ao segundo objetivo do trabalho. Inicialmente descrevem-se as ferramentas e os parâmetros utilizados na simulação, bem como, justifica-se a idade ótima da rotação e sua variação influenciada pela densidade escolhida. Logo após demonstra-se os resultados da otimização da produtividade por canal de comercialização utilizado densidades e escalas de desbastes nas simulações.

Para o atendimento do objetivo deste capítulo, utilizou-se o software SisEucalipto, desenvolvido pela EMBRAPA, que se destina basicamente à simulação do crescimento e produção de reflorestamentos de *eucalyptus grandis*. É um programa flexível, uma vez que a utilização de vários parâmetros proporciona uma infinidade de situações.

Seu recurso mais importante diz respeito aos desbastes. Através de um método interativo o usuário fornece os dados necessários para a realização dos cortes, os quais implicam não somente na produção gerada, mas também em um impacto no crescimento do povoamento remanescente.

A partir de um catálogo de produtos definido pelo usuário, o programa pode dividir o volume de madeira resultante dos desbastes e do corte final em volume por classes de utilização industrial como energia, celulose, serraria e laminação, considerando o diâmetro e o comprimento das toras.

A seguir trabalham-se as informações necessárias para a simulação do *software* e os

condicionantes determinados para geração da produtividade.

#### a) Índice de sítio:

Precisou-se informar o índice de sítio do planejamento, que é a média da altura dominante que as árvores conquistarão na região plantada.

Segundo o inventario florestal gaúcho realizado em 2001, a altura dominante das florestas plantadas de *eucalyptus* no Rio Grande do Sul é 28,3 metros. No entanto, segundo a EMBRAPA, com a utilização de mudas clonadas, a altura dominante atinge 35 metros de altura. Segundo a ARACRUZ, **em simulação** de crescimento, no Rio Grande do Sul, deve ser considerada uma altura dominante de 33 metros, pois a fertilidade do solo influencia substancialmente no índice de sítio.

Sendo assim, considerou-se a altura dominante de 33 metros de altura como índice de sítio da floresta.

#### b) Diâmetro aceito para cada canal:

A concentração da produtividade em canais de comercialização recebe influência do diâmetro e do comprimento aceito nas indústrias de transformação da madeira, conforme pode ser visto no quadro 8.

DISCRIMINAÇÃO	ENERGIA	CELULOSE	SERRARIA	LAMINAÇÃO
Diâmetro mínimo – $\Phi$	Sem restrição	8 cm	15 cm	25 cm
Diâmetro máximo – $\Phi$	40 cm	40cm	50cm	50cm
Comprimento mínimo	Sem restrição	1,2 m	2,4 m	1,35 m

#### Quadro 8: Dimensões aceitas da toras de *eucalyptus* nos canais de energia, celulose, serraria e laminação

Fonte: EMBRAPA. Informações técnicas. Passo Fundo, Jul. 2005.

Para o canal de energia a única limitação é que o diâmetro máximo não pode exceder de 40cm. Por sua vez para a madeira ser destinada para celulose, precisa ter um diâmetro de 8cm a 40cm com comprimento não inferior a 1,20m.

Para a concentração da produtividade da madeira nos respectivos canais de comercialização considerou-se os diâmetros listados no quadro 8. No entanto, nada impede

que uma tora que esteja na faixa do diâmetro aceito para laminação seja vendida para serraria ou que aquela que se enquadre na faixa de diâmetro da serraria seja vendida para a fabricação de celulose. O fato é que quanto maior o diâmetro maior o preço comercializado. Desta forma, a tora que possui um diâmetro acima de 25cm e um comprimento mínimo de 1,35m, deve ser direcionada para o canal de laminação para aumentar a receita do fluxo de caixa.

#### **c) A vida útil da plantação:**

Por recomendação da EMBRAPA e por limitação do *software*, utilizou-se para determinar qual a vida útil da floresta o parâmetro de 40 anos, sendo o tempo máximo aceito em um planejamento florestal para não causar redução na qualidade da madeira.

#### **d) Densidade:**

A densidade, definida como o povoamento da floresta, foi simulada conforme as categorias abaixo para cada canal de comercialização:

- ✓ 1.111 mudas com espaçamento de 3m x 3m;
- ✓ 1.333 mudas com espaçamento de 3m x 2,5m;
- ✓ 1.666 mudas com espaçamento de 3m x 2m;
- ✓ 2.038 mudas com espaçamento de 3m x 1,6m;
- ✓ 2.500 mudas com espaçamento de 2,5m x 1,6m.

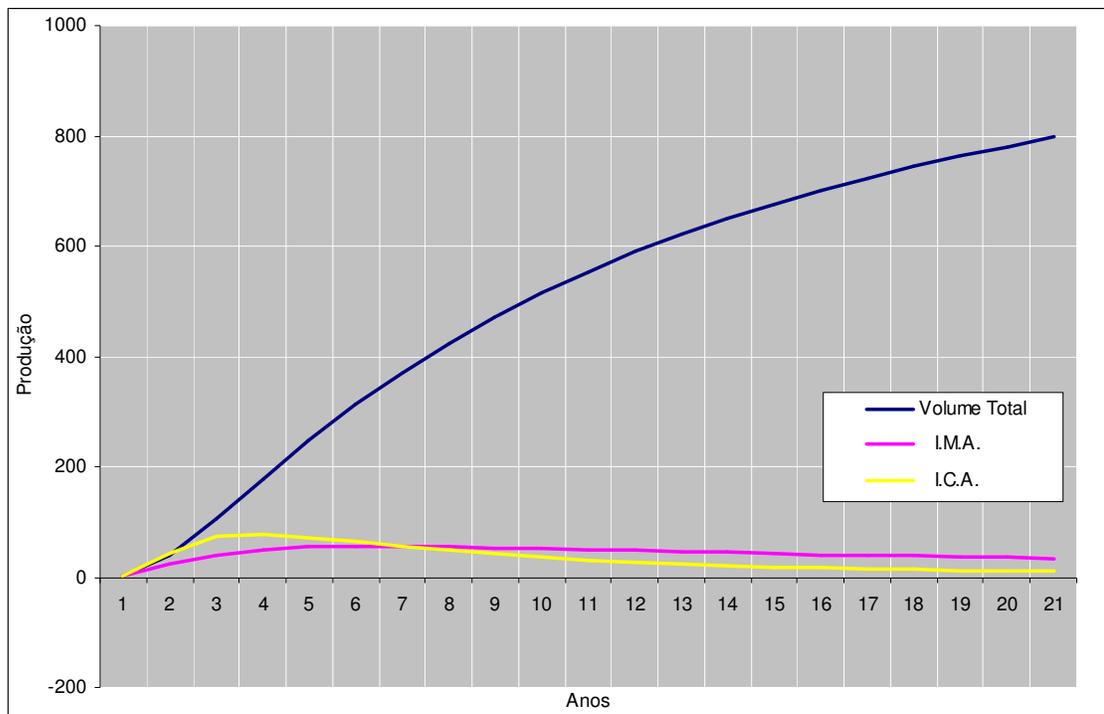
#### **e) Desbaste**

Simulou-se a realização de desbastes, no período do planejamento, em escalas de 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% da base.

#### **f) Ciclos de corte:**

Procurando definir a época em que devem ser realizadas as rotações, efetuou-se uma simulação de produtividade.

Na estimação, informou-se o índice de sítio de 33 metros, uma densidade de 2.038 mudas clonadas com sobrevivência de 99% e a idade do planejamento de 21 anos. A visualização está na figura 5.



**Figura 5: Época da rotação da produção de *eucalyptus***

Fonte: Dados da pesquisa

A linha azul é a produtividade em m<sup>3</sup> que será ganha ao longo dos anos. A linha rosa é o Incremento Médio Anual - IMA em m<sup>3</sup>. A linha amarela é o Incremento Corrente Anual - ICA em m<sup>3</sup>.

Observa-se que a floresta demora quatro anos para produzir 200 m<sup>3</sup>, necessitando de sete anos para produzir 400m<sup>3</sup>, doze anos para produzir de 600m<sup>3</sup>, e de 21 anos para produzir 800 m<sup>3</sup> de produtividade.

A época de cortar a floresta e iniciar a nova rotação é quando o incremento corrente anual cruza o incremento médio anual, pois, a partir desse ponto a produtividade corrente é menor do que a média dos anos. Portanto, a idade ótima para a rotação da plantação de *eucalyptus* é de **sete anos**.

A densidade da floresta interfere sensivelmente na idade da rotação. O quadro 9 demonstra o resultado da idade ótima da rotação para determinados números de densidades:

DENSIDADE	ANO DA ROTAÇÃO
1.111 mudas com espaçamento de 3 x 3 metros	7,8
1.333 mudas com espaçamento de 3 x 2,5 metros	7,6
1.666 mudas com espaçamento de 3 x 2 metros	7,4
2.038 mudas com espaçamento de 3 x 1,6 metros;	7,0
2.500 mudas com espaçamento de 2,5 x 1,6 metros	6,8
Média	7,32
Desvio padrão	0,43 (5 meses)

### Quadro 9: Idade da rotação por densidade

Fonte: Dados da pesquisa

Como se percebe no quadro 9, se a densidade for maior a época da rotação ocorre antes. Por sua vez, se a densidade for menor a época da rotação ocorre mais tarde. Cada densidade tende a concentrar a produtividade em um determinado diâmetro, atendendo com mais exclusividade um canal de comercialização específico. No entanto, a densidade influencia sensivelmente a idade de rotação, referendando um desvio padrão de cinco meses.

Segundo a ARACRUZ (2005), as rotações não devem exceder a três, pois, a cada corte perde-se 10% de produtividade. Sendo assim, este planejamento considerou três rotações de 7 anos cada, determinando, desta forma, a vida útil da floresta de 21 anos para as modalidades de energia, celulose, serraria e laminação. Souza (2001), também confirma a realizações de três rotações, como resultado da pesquisa realizada no estado de Minas Gerais, determinando o momento ótimo de substituição da floresta de *eucalyptus*.

A seguir verifica-se os resultados por canal de comercialização utilizando rotações, desbastes e densidades.

#### 5.1 Canal de energia

Realizou-se 150 simulações para otimizar a produtividade no canal de energia. As variáveis submetidas à análise, foram os percentuais de desbaste de 0% a 90% (escala de 10), três ciclos de rotações de sete anos cada e as densidades de 1.111, 1.333, 1.666, 2.038 e 2.500 mudas.

Na simulação, informou-se também que toda a madeira independente do diâmetro e do comprimento será destinada a geração de energia, desde que o diâmetro máximo não ultrapasse 40cm.

Obtiveram-se os melhores resultados com a densidade de 2.038 mudas em espaçamento 3m x 1,6m e com a realização de três rotações de sete anos cada uma. A técnica de desbastes durante as rotações não apresentou resultados satisfatórios para este segmento.

Na tabela 10, está resumido os resultados da otimização da madeira destinada à geração de energia.

A coluna idade apresenta os anos das rotações. Na seqüência, é apresentado o número de árvores existentes naquele ano, o diâmetro médio do povoamento, a altura média conquistada, o volume de madeira em m<sup>3</sup> produzido, o incremento médio anual em m<sup>3</sup> e o incremento corrente anual em m<sup>3</sup>.

Na simulação, informou-se uma sobrevivência do plantio de 100%, pois, na estimação dos custos considerou-se a realização da atividade de replantio. No entanto, mesmo assim, ocorrerá uma mortalidade natural das árvores influenciada pela disputa da fotossíntese e nutrientes do solo. Sendo assim, no ano sete da primeira rotação, conforme observado na tabela 10, a população da floresta será 2.008 árvores, 30 árvores a menos do que a densidade plantada no ano zero.

Nota-se que tanto o diâmetro médio quanto a altura média apresentam comportamento crescente de suas medidas. Ressaltando a tendência de estabilização do crescimento do diâmetro a partir do quarto ano.

O volume total de madeira produzida corresponde ao somatório do incremento corrente anual – ICA de todos os anos. O ICA é a quantidade agregada em m<sup>3</sup> em cada ano. Já o incremento médio anual – IMA, é a média aritmética do volume total produzido com a idade da floresta.

**Tabela 10: Otimização da produtividade para o canal de energia**

	Idade (anos)	Árvores (número)	Diâmetro médio (cm)	Altura Média (m)	Volume Total (m <sup>3</sup> )	I.M.A. (m <sup>3</sup> )	I.C.A. (m <sup>3</sup> )
<b>Produção da 1º Rotação</b>	1	2038	3,4	3,7	2,8	2,8	2,8
	2	2038	8,6	8,3	41,1	20,6	38,3
	3	2036	11,7	11,9	108,1	36,0	67,0
	4	2032	13,7	14,7	181,5	45,4	73,4
	5	2026	15,0	17,0	252,4	50,5	71,0
	6	2018	16,0	19,0	318,0	53,0	65,6
	7	2008	16,8	20,6	377,6	53,9	59,6
<b>Produção da 2º Rotação</b>	1	2008	3,2	3,5	2,3	2,3	2,3
	2	2008	8,3	8,0	35,5	17,8	33,2
	3	2006	11,3	11,4	95,1	31,7	59,5
	4	2003	13,3	14,1	161,1	40,3	66,0
	5	1997	14,6	16,3	225,4	45,1	64,3
	6	1990	15,6	18,1	285,2	47,5	59,8
	7	1981	16,4	19,7	339,8	48,5	54,5
<b>Produção da 3º Rotação</b>	1	1981	3,0	3,4	1,9	1,9	1,9
	2	1981	7,9	7,6	30,8	15,4	28,9
	3	1980	10,9	10,9	83,8	27,9	53,0
	4	1977	12,9	13,5	143,2	35,8	59,5
	5	1972	14,2	15,6	201,6	40,3	58,4
	6	1965	15,2	17,3	256,2	42,7	54,6
	7	1957	16,0	18,8	306,1	43,7	50,0

Fonte: Dados da pesquisa

Exemplificando, no terceiro ano da primeira rotação, ter-se-á uma população da floresta de 2.036 árvores. O diâmetro médio a ser conquistado é de 11,7cm. A altura média será de 11,9m. O volume total de madeira a ser produzida até o terceiro ano é de 108,10m<sup>3</sup>. O incremento médio destes três anos será de 36m<sup>3</sup> de madeira e o incremento exclusivamente do terceiro ano será de 67m<sup>3</sup>.

Como se pode observar, o incremento corrente é maior do que o incremento médio em todos os anos e em todas as rotações, sinalizando que as árvores estão em crescimento, com ganho de produtividade.

Obtêm-se na primeira rotação 377,60m<sup>3</sup> de madeira, 339,80m<sup>3</sup> na segunda e 306,10m<sup>3</sup> na terceira rotação. A cada corte perde-se 10% de produtividade, influenciada pela redução do número de árvores ao longo dos anos e pela perda de capacidade produtiva da planta quando submetida ao corte raso.

Para o canal de energia, os melhores resultados de produtividade foram resultantes da

densidade de 2.038 mudas, com espaçamento de 3m x 1,6m e com a realização de três rotações de sete anos cada uma, e, sem aplicação de desbastes. O resultado da produtividade simulada na primeira, segunda e terceira rotação foram de 377,6m<sup>3</sup> , 339,8m<sup>3</sup> e 306m<sup>3</sup>, respectivamente.

## 5.2 Canal de celulose

Para o canal de celulose, realizou-se o mesmo número de simulações e utilizou-se as mesmas variáveis descritas na seção 5.1.

Para este teste, ajustou-se o sistema para que toda a madeira com diâmetro de 8cm a 40cm e com um comprimento a partir de 1,20m, seja destinada a fabricação de celulose. As madeiras que não alcançarem este diâmetro ou este comprimento mínimo serão destinadas a geração de energia.

Os resultados indicavam que para otimizar a produtividade para a fabricação de celulose, era preciso que a floresta fosse densa. A densidade que proporcionou maior produtividade em m<sup>3</sup> foi a de 2.038 mudas. No entanto, devido a falta de absorção de fotossíntese, a maioria das árvores não alcançavam as especificações de diâmetro pré-definidas para este segmento<sup>12</sup>.

Após novos testes, obtiveram-se os melhores resultados para concentrar a madeira no canal de celulose, com a densidade de 1.666 mudas, espaçamento 3m x 2m com a realização de três rotações de sete anos cada uma. A técnica de desbastes durante as rotações também não apresentou resultados satisfatórios para este segmento. Ressalta-se que esta densidade é a recomendada pela EMATER e a não realização do desbaste, para esta modalidade, recomendado pela ARACRUZ.

Na tabela 11, resumem-se os resultados da otimização da madeira destinada a geração de celulose.

---

<sup>12</sup> A limitação de aumento de diâmetro que as árvores sofrem quando a floresta é densa está devidamente programada no *software* de simulação.

Nota-se que da densidade plantada, morrerão naturalmente 13 (1.666-1653) árvores. Uma justificativa para esta redução da mortalidade está na densidade menor, resultando em mais espaço para cada planta explorar, tanto na captação de nutrientes do solo como em absorção de luz.

Percebe-se que com essa densidade, o diâmetro médio se mantém crescente em todos os anos sem tendência de estabilização, como verificado anteriormente no canal de energia.

**Tabela 11: Otimização da produtividade para o canal de celulose**

	Idade (anos)	Árvores (número)	Diâmetro médio (cm)	Altura Média (m)	Volume Total (m <sup>3</sup> )	I.M.A. (m <sup>3</sup> )	I.C.A. (m <sup>3</sup> )
<b>Produção da 1º Rotação</b>	1	1666	3,4	3,7	2,4	2,4	2,4
	2	1666	8,9	8,4	35,9	18,0	33,6
	3	1665	12,1	12,0	95,8	31,9	59,8
	4	1664	14,2	14,9	162,0	40,5	66,2
	5	1661	15,6	17,2	226,6	45,3	64,6
	6	1658	16,7	19,1	286,8	47,8	60,3
	7	1653	17,5	20,8	342,0	48,9	55,2
<b>Produção da 2º Rotação</b>	1	1653	3,2	3,6	2,0	2,0	2,0
	2	1653	8,5	8,0	31,2	15,6	29,2
	3	1652	11,7	11,5	84,4	28,1	53,3
	4	1651	13,8	14,2	144,1	36,0	59,7
	5	1649	15,2	16,4	202,7	40,5	58,6
	6	1645	16,3	18,3	257,6	42,9	54,9
	7	1641	17,1	19,8	308,1	44,0	50,5
<b>Produção da 3º Rotação</b>	1	1641	3,0	3,4	1,6	1,6	1,6
	2	1641	8,1	7,7	27,0	13,5	25,4
	3	1641	11,3	11,0	74,5	24,8	47,5
	4	1639	13,3	13,6	128,3	32,1	53,8
	5	1637	14,8	15,7	181,5	36,3	53,2
	6	1634	15,8	17,4	231,6	38,6	50,1
	7	1630	16,6	18,9	277,9	39,7	46,3

Fonte: Dados da pesquisa

Citando, no sétimo ano da primeira rotação, a população da floresta será de 1.641 árvores. O diâmetro médio conquistará será de 17,50cm. A altura média alcançará 20,80 metros. O volume total de madeira produzida até o sétimo ano será de 342,00m<sup>3</sup>. O incremento médio destes primeiros sete anos será de 48,90m<sup>3</sup> de madeira e o incremento exclusivamente do sétimo ano será de 50,50m<sup>3</sup>.

Verifica-se que o incremento corrente em m<sup>3</sup> permanece maior do que o incremento médio em cada ano, justificando ganho de produtividade. Porém, a uma redução do incremento corrente de cada rotação mais acentuado do que a densidade de 2.038 espécies.

O volume das árvores removidas no segmento celulose, estão descritas na tabela 12.

**Tabela 12: Produtividade a ser removida no canal de celulose**

	<b>Volume total</b>	<b>Celulose</b>	<b>Energia</b>
Produção da 1ª rotação	342,00	323,10	18,90
Produção da 2ª rotação	308,10	285,60	22,50
Produção da 3ª rotação	277,90	259,80	18,10
Total	928,00	868,50	59,50

Fonte: Dados da pesquisa

Na primeira rotação, produzir-se-á 342m<sup>3</sup> de madeira, sendo destinado 323,10m<sup>3</sup> para a fabricação de celulose e 18,9m<sup>3</sup> para a geração de energia por terem um diâmetro menor que 8cm e um comprimento inferior a 1,20 metros.

Na simulação da produtividade para atender a fabricação de celulose, os melhores resultados foram obtidos com a densidade de 1.666 mudas, espaçamento de 3m x 2m e com a realização de três rotações de sete anos cada uma, e, sem a aplicação de desbastes. Os resultados da produtividade simulada na primeira, segunda e terceira rotação, foram de 342m<sup>3</sup>, 308,10m<sup>3</sup> e 277,90m<sup>3</sup> respectivamente.

### 5.3 Canal de serraria

Ajustou-se o sistema para que toda as toras com diâmetro de 15cm a 50cm e com um comprimento a partir de 2,4m fossem direcionadas para o beneficiamento em serrarias. As madeiras que não atenderem estas medidas exclusivas da serraria, mas que possuírem de 8cm a 40cm de diâmetro e um comprimento mínimo de 1,2m, poderão ser destinadas para a fabricação de celulose. Já aquelas que não atenderem estas especificações serão destinadas à geração de energia.

Inicialmente foram realizadas 120 simulações para concentrar a madeira no canal de serraria. As variáveis submetidas a análise, foram os percentuais de desbaste de 0% a 90% (escalas de 10), os ciclos de rotações de sete anos cada uma e as densidades de 1.111, 1.333,

1.6666 e 2.038 mudas.

Os resultados apontaram que para otimizar a produtividade nas especificações do canal de serraria, necessitava-se deixar a floresta mais do que sete anos em cada ciclo.

Testou-se então um ciclo de quatorze anos e um ciclo de sete anos, não obtendo resultados compensadores pelo fato da produtividade do ciclo de sete anos concentrar-se nas especificações do canal de celulose.

Desde então, para este segmento, estimou-se a produtividade concentrada em dois ciclos, sendo o primeiro de dez anos e o segundo de onze anos. Estas idades das rotações com uma densidade de 1.666 mudas, espaçamento 3m x 2m, obtiveram-se os melhores resultados para otimizar a produtividade no canal de serraria. A técnica de desbastes durante as rotações também não apresentou resultados satisfatórios para este segmento.

Na tabela 13, resumem-se os resultados da otimização da madeira destinada ao beneficiamento de serraria.

Nota-se que da densidade plantada, morrerão naturalmente 29 (1.666-1637) árvores. O diâmetro médio, a altura média e a produtividade permanecem com as suas medidas crescentes durante os anos.

**Tabela 13: Otimização da produtividade para o canal de serraria**

	Idade (anos)	Árvores (número)	Diâmetro médio (cm)	Altura Média (m)	Volume Total (m <sup>3</sup> )	I.M.A. (m <sup>3</sup> )	I.C.A. (m <sup>3</sup> )
	1	1666	3,4	3,7	2,4	2,4	2,4
	2	1666	8,9	8,4	35,9	18,0	33,6
<b>Produção da 1º Rotação</b>	3	1665	12,1	12,0	95,8	31,9	59,8
	4	1664	14,2	14,9	162,0	40,5	66,2
	5	1661	15,6	17,2	226,6	45,3	64,6
	6	1658	16,7	19,1	286,8	47,8	60,3
	7	1653	17,5	20,8	342,0	48,9	55,2
	8	1648	18,2	22,2	392,2	49,0	50,2
	9	1643	18,7	23,5	437,7	48,6	45,5
	10	1637	19,1	24,6	479,1	47,9	41,4

Continuação na próxima página

	Idade (anos)	Árvores (número)	Diâmetro médio (cm)	Altura Média (m)	Volume Total (m <sup>3</sup> )	I.M.A. (m <sup>3</sup> )	I.C.A. (m <sup>3</sup> )
<b>Produção da 2º Rotação</b>	1	1637	3,4	3,7	2,3	2,3	2,3
	2	1637	8,9	8,4	35,5	17,8	33,2
	3	1636	12,2	12,0	94,7	31,6	59,2
	4	1635	14,2	14,9	160,3	40,1	65,6
	5	1632	15,7	17,2	224,4	44,9	64,0
	6	1629	16,7	19,1	284,1	47,4	59,8
	7	1625	17,6	20,8	338,9	48,4	54,8
	8	1621	18,2	22,2	388,7	48,6	49,9
	9	1616	18,8	23,5	434,0	48,2	45,3
	10	1610	19,2	24,6	475,2	47,5	41,1
	11	1605	19,6	25,6	512,6	46,6	37,4

Fonte: Dados da pesquisa

Pode-se verificar que o incremento corrente anual de madeira no nono ano foi de 45,5m<sup>3</sup>, e que é menor do que o incremento médio anual que foi de 48,6m<sup>3</sup>. Isso significa que a partir deste ano a floresta não proporciona ganho em produtividade, mas aumento de diâmetro nas toras.

Analisando o volume das árvores removidas, descritas na tabela 14, a primeira rotação de dez anos, poderá proporcionar 479,10m<sup>3</sup> de madeira, sendo 311,90m<sup>3</sup> para serraria, 144,50m<sup>3</sup> para a fabricação de celulose e 22,70m<sup>3</sup> para a geração de energia. Por sua vez, a segunda rotação, poderá produzir 512,60m<sup>3</sup> de madeira, sendo 343,90m<sup>3</sup> para o beneficiamento de serrarias, 146,10m<sup>3</sup> para o canal de celulose e 22,60m<sup>3</sup> para o canal de energia.

**Tabela 14: Produtividade a ser removida no canal de serraria**

	Volume total	Serraria	Celulose	Energia
Produção da 1ª rotação	479,10	311,90	144,50	22,70
Produção da 2ª rotação	512,60	343,90	146,10	22,60
Total	991,70	655,80	290,60	45,30

Fonte: Dados da pesquisa

Percebe-se que a segunda rotação obteve resultados mais significativos quanto à maximização da produtividade da madeira para o canal de serraria.

Em sua pesquisa, Oliveira (2002), concluiu que o melhor ciclo para ganhar diâmetro é o de dez anos, desbastando 70%, 80%, 90%, ou 100%. Esses resultados condizem com a simulação realizada neste trabalho, porém, ressalta-se que o desbaste de 100% é mais viável,

por aumentar o diâmetro das toras, concentrando desta forma, para o segmento de serraria.

#### 5.4 Canal de laminação

Nesta maximização, adaptou-se o sistema para que as toras com diâmetros de 25cm a 50cm e com comprimento mínimo de 1,35m, pudessem ser direcionadas para o segmento de laminação. As madeiras que não atenderem estas medidas, mas que se enquadrarem na faixa de 15cm a 50cm de diâmetro e com comprimento a partir de 2,4m, poderão ser direcionadas para o beneficiamento em serrarias. As madeiras que não atenderem estas medidas exclusivas das serrarias, mas que possuírem de 8cm a 40cm de diâmetro e um comprimento mínimo de 1,2m, enquadrar-se-ão para a fabricação de celulose. Já aquelas que não atenderem nenhuma destas especificações serão destinadas à geração de energia.

Realizou-se neste segmento, 120 simulações objetivando otimizar a produtividade no canal de laminação. Inicialmente, as variáveis submetidas à análise, foram os percentuais de desbaste de 0% a 90% (escalas de 10), os ciclos de rotações de sete anos cada e as densidades de 1.111, 1.333, 1.6666 e 2.038 mudas.

Dentre as simulações, obtiveram-se os melhores resultados com uma única rotação no vigésimo primeiro ano utilizando a densidade de 1.111 mudas com espaçamento de 3m x 3m.

Após a determinação do período do ciclo e da densidade, identificou-se que o desbaste influencia significativamente no aumento do diâmetro para este segmento. No entanto, quanto mais intenso for o desbaste menor será a produtividade em m<sup>3</sup> da floresta.

Na tentativa de maximizar a produtividade no canal de laminação, testou-se escalas de desbastes diferentes das pré-definidas.

Obtiveram-se os melhores resultados realizando um desbaste seletivo de 63,10% no nono ano, extraindo o equivalente a 701 árvores.

A mortalidade natural das árvores dos primeiros nove anos é reduzida em relação as

outras densidades, como mostra a tabela 15, essa perda é de apenas 4 (1.111-1.107) árvores por hectare. Isso ocorre porque as plantas não precisam disputar os nutrientes do solo e podem absorver mais luz por estarem submetidas a uma densidade menor.

As medidas do diâmetro médio, altura média e produtividade permanecem crescentes com tendência a estabilização ao longo dos anos.

Nota-se que o incremento corrente anual no nono ano é de 38,5m<sup>3</sup> de madeira, sendo inferior incremento médio dos anos de 39,2m<sup>3</sup> até o respectivo ano. No entanto, com o desbaste de 701 árvores, o ICA aumentou para 77m<sup>3</sup> no décimo ano e reduziu para 21,90m<sup>3</sup> no décimo primeiro ano. Esta oscilação de produtividade acontece porque as árvores cortadas iniciarão uma brotação, gerando novos metros cúbicos de madeira naquele ano.

**Tabela 15: Otimização da produtividade para o canal de laminação**

	Idade (anos)	Árvores (número)	Diâmetro médio (cm)	Altura Média (m)	Volume Total (m <sup>3</sup> )	I.M.A. (m <sup>3</sup> )	I.C.A. (m <sup>3</sup> )
<b>Produção da</b>	1	1111	3,5	3,8	1,6	1,6	1,6
	2	1111	9,3	8,5	26,7	13,3	25,0
<b>1º Rotação</b>	3	1111	12,9	12,2	73,2	24,4	46,5
	4	1111	15,2	15,0	125,8	31,4	52,6
<b>Antes do Desbaste</b>	5	1110	16,8	17,4	177,8	35,6	52,1
	6	1110	18,0	19,4	227,0	37,8	49,2
	7	1109	19,0	21,0	272,6	38,9	45,6
	8	1108	19,7	22,5	314,6	39,3	42,0
	9	1107	20,3	23,8	353,1	39,2	38,5
<b>O povoamento foi devastado com a remoção de 701 árvores</b>							
Continuação							
	10	406	24,7	28,2	226,7	43,0	77,0
	11	406	25,3	29,4	248,6	41,1	21,9
	12	406	25,9	30,4	269,0	39,4	20,4
<b>Produção da</b>	13	406	26,4	31,3	288,0	37,8	19,0
	14	406	26,8	32,2	305,7	36,4	17,7
<b>1º Rotação</b>	15	406	27,2	33,0	322,4	35,0	16,6
	16	406	27,6	33,7	337,9	33,8	15,6
<b>Após os desbastes</b>	17	406	27,9	34,4	352,6	32,7	14,7
	18	406	28,2	35,1	366,4	31,7	13,8
	19	406	28,4	35,7	379,5	30,7	13,0
	20	406	28,6	35,9	388,6	29,6	9,1
	21	406	28,9	36,1	396,8	28,6	8,2

Fonte: Dados da pesquisa

O desbaste simulado removerá 203,40m<sup>3</sup> de madeira, sendo destinado 152m<sup>3</sup> serraria, 42,70m<sup>3</sup> para celulose e 8,70m<sup>3</sup> para energia.

O corte final no vigésimo primeiro ano proporcionará 396,80m<sup>3</sup> de madeira, podendo direcionar 214,30m<sup>3</sup> para laminação, 144,10m<sup>3</sup> para serraria, 34,40m<sup>3</sup> para a fabricação de celulose e 4m<sup>3</sup> para a geração de energia.

**Tabela 16: Produtividade a ser removida no canal de laminação**

	<b>Volume total</b>	<b>Laminação</b>	<b>Serraria</b>	<b>Celulose</b>	<b>Energia</b>
Produção do 1º desbaste	203,40	0,00	152,00	42,70	8,70
Produção da 2ª rotação	396,80	214,30	144,10	34,40	4,00
<b>Total</b>	<b>600,20</b>	<b>214,30</b>	<b>296,10</b>	<b>77,10</b>	<b>12,70</b>

Fonte: Dados da pesquisa

Percebe-se que embora esta simulação pretendu maximizar a produtividade no segmento laminação, grande parte da madeira ficou concentrada no segmento serraria, pois são poucas as árvores que irão alcançar as especificações para processos de laminação.

A seguir apresenta-se um resumo dos principais resultados em cada canal, no que tange a densidade, ao espaçamento, a realização de desbastes, ao número de rotações e época de ocorrência, bem como, a produtividade a ser alcançada somando todas as rotações.

<b>ESPECIFICAÇÕES</b>	<b>ENERGIA</b>	<b>CELULOSE</b>	<b>SERRARIA</b>	<b>LAMINAÇÃO</b>
Densidade (nº árvores)	2.038	1.666	1.666	1.111
Espaçamento (metros)	3x1,6	3x2	3x2	3x3
Realização de desbastes	Não	Não	Não	9º ano, 63,10% da base
Número de rotações	3	3	2	1
Tempo (anos) de cada rotação	7, 7, 7	7, 7, 7	10, 21	21
<b>PRODUTIVIDADE</b>				
Produtividade energia (m <sup>3</sup> )	1.023,50	59,50	45,30	12,70
Produtividade celulose (m <sup>3</sup> )	0	868,50	290,60	77,10
Produtividade serraria (m <sup>3</sup> )	0	0	655,80	296,10
Produtividade laminação (m <sup>3</sup> )	0	0	0	214,30
<b>Total da produtividade</b>	<b>1.023,50</b>	<b>928,00</b>	<b>991,70</b>	<b>600,20</b>

**Quadro 10: Principais resultados da produtividade em cada canal**

Fonte: Dados da pesquisa

Percebe-se que cada canal possui especificações próprias para maximizar a produtividade.

Para o canal de energia pode-se inserir 2.038 mudas por hectare de terra, com espaçamento de 3m x 1,6m, com rotações de sete anos cada e sem a realização de desbastes. Com essas especificações a produtividade poderá alcançar 1.023,50m<sup>3</sup> de madeira sendo direcionada na sua totalidade para a geração de energia.

Comparando as especificações do canal de energia com o canal de celulose, percebe-se diferenciação quanto a densidade e espaçamento. A produtividade do canal de celulose é de 928,00 (59,50 + 868,50) m<sup>3</sup>, onde, 868,50m<sup>3</sup> poderão ser destinados para a fabricação de celulose e 59,50m<sup>3</sup> para a geração de energia, pois não alcançam o diâmetro mínimo aceito neste canal.

Comparando o canal de serraria com o canal de celulose, contata-se que a única especificação diferente esta nas rotações. Para maximizar a produção da madeira para serraria deve-se realizar uma rotação com dez anos e outra com onze anos. A sua produtividade poderá ser de 991,70 (45,30+290,60+655,80) m<sup>3</sup>, sendo, 655,80m<sup>3</sup>, destinado para serraria, 290,60m<sup>3</sup> para celulose e 45,30m<sup>3</sup> para energia por não alcançarem o diâmetro mínimo aceito neste setor.

Já para atender a fabricação de lâminas de *eucalyptus* o produtor deverá inserir 1.111 mudas por hectare, com espaçamento de 3m x 3m. Necessitará realizar um desbaste no nono ano, retirando 63,10 % da base, e uma única rotação no vigésimo primeiro ano. Assim, a produtividade poderá chegar a 600,20 (12,70 + 77,10 + 296,10 + 214,30) m<sup>3</sup>, sendo 214,30m<sup>3</sup>, destinado a laminação e 296,10m<sup>3</sup>, 77,10m<sup>3</sup> e 12,70m<sup>3</sup>, destinados a serraria, celulose e energia, respectivamente, por não terem diâmetro aceito neste setor.

O conhecimento dos custos de produção e da produtividade por canal permite a análise da viabilidade econômica, que esta descrita no capítulo 6.

## 6 VIABILIDADE ECONÔMICA

Neste capítulo, apresentam-se os resultados da projeção do fluxo de caixa atendendo desta forma ao terceiro objetivo do trabalho. O cálculo da viabilidade econômica requer a utilização dos custos e das receitas, com a discriminação da época de ocorrência de ambos, que serão submetidos a uma taxa de desconto, denominada custo de oportunidade do capital. Inicialmente, descreve-se a adoção da taxa de desconto do fluxo de caixa e do preço comercializado da madeira. Logo após, demonstra-se o fluxo de caixa da produção de madeira de *eucalyptus* atendendo a diferentes canais de comercialização.

As entradas e as saídas de valores do fluxo de caixa foram cotadas a preços correntes, no entanto, sabe-se que o dinheiro que está disponível pode render juros, se aplicado em uma Instituição Financeira até a data do desembolso. Da mesma forma, sabe-se que devido a inflação, o poder de compra do dinheiro difere no tempo.

Desse modo, para descontar as saídas e as entradas de caixa no período do investimento, utilizou-se como custo do capital a taxa de 9,38% ao ano. Essa taxa refere-se a média aritmética do rendimento diário da caderneta de poupança de 01/09/00 a 31/08/05, coletado com a FGV. Esta taxa líquida é facilmente obtida pelo produtor de madeira, pessoa física, em aplicações financeiras.

As cotações de preços de comercialização de madeira de *eucalyptus* no Rio Grande do Sul foram obtidas no IBGE, sendo a média comercializada na região sul. O *eucalyptus* para a geração de energia está cotado em R\$ 38,00 o m<sup>3</sup> posto fábrica ou beira de estrada. Para a fabricação de celulose paga-se R\$ 50,00 por m<sup>3</sup> de *eucalyptus* descascado posto fábrica. A madeira para beneficiamento nas serrarias tem um valor de mercado de R\$ 90,00 o m<sup>3</sup> posto

fábrica. Já o *eucalyptus* que atende as medidas para o segmento laminação, tem um preço de mercado de R\$ 110,00 posto fábrica.

A seguir verifica-se o fluxo de caixa da produção *eucalyptus* com o objetivo de direcionar a madeira para os canais de energia, celulose, serraria e laminação.

### 6.1 Canal de energia

Esse planejamento possui uma densidade de 2.038 mudas, com um espaçamento de 3m x 1,60m, com a realização de três rotações e sem a aplicação de desbastes. Tal observação se faz necessária, pois, cada canal, tem uma estrutura de custos própria condizente com a densidade. Os dados de custos desta densidade estão relacionados na tabela 9, capítulo 4.

Representa-se o fluxo de caixa em uma linha do tempo, esboçando os valores que entram e saem do caixa cotados em moeda nacional, submetidos a uma taxa de desconto, para apurar-se o valor presente líquido – VPL do investimento.

Nota-se que o fluxo de caixa, esboçado na figura 6, está dividido em três rotações de sete anos cada, sendo que a primeira rotação além destes tem o período zero. O período zero é o período do investimento inicial, onde incidem os custos de preparo do terreno (i), os custos de plantio (ii). O custo de assistência técnica (iii) tem incidência em todos os anos do planejamento, inclusive no ano zero.

Os tratos culturais (iv) que ocorrem nos primeiros dois anos de cada rotação têm um custo mais representativo na segunda e na terceira rotação do que a primeira. Isso ocorre porque quando termina uma rotação, é preciso realizar a adubação dos tocos, eliminar os outros vegetais existentes no solo, combater as e as formigas e selecionar os melhores brotos que surgirão para que a próxima rotação tenha desempenho. Ainda, nos tratos culturais do segundo ano da segunda e terceira rotação, é realizada a segunda desbrota para selecionar os melhores brotos que permanecerão até o final da rotação.

O cálculo da receita (v) foi realizado com a obtenção da respectiva produtividade do



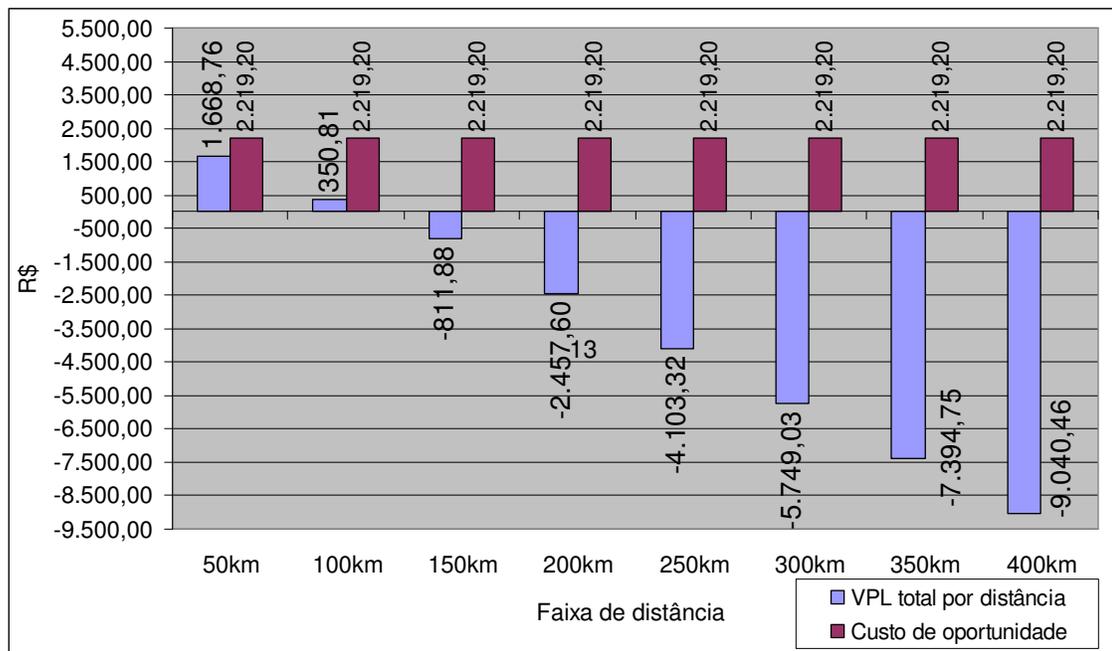
representados no fluxo foram calculados multiplicando a produtividade da respectiva rotação pelo custo do transporte em m<sup>3</sup>, para a distância de 50km, descrito na tabela 6. No final do projeto, considerou-se a destoca denominada de fluxo de caixa residual (viii) para deixar o terreno com condições de ser submetido a qualquer outro investimento, custo também relatado na tabela 9.

Observa-se na figura 6, que os VPL's das rotações tem significativas diferenças de resultado. A produtividade de 377,60m<sup>3</sup>, 339,80m<sup>3</sup> e 306,10m<sup>3</sup> respectivamente para as três primeiras rotações não foi a variável que teve influencia na redução do resultado. Porém, o elevado custo do investimento inicial, incidente na primeira rotação e, o elevado custo de destoca incidente na terceira rotação, contribuíram para os respectivos VPL's reduzidos.

O VPL da primeira rotação informa que o produtor está ganhando R\$ 222,03 a mais do que a taxa de desconto do capital de 9,38% a.a. Na segunda rotação esse resultado é de R\$ 2.351,85 e na terceira rotação reduz para R\$ 670,67. O VPL de todo o período informa que o produtor estaria ganhando R\$ 1.668,76 a mais do que se estivesse investido o capital em uma Instituição Financeira que pagasse 9,38% a.a.

A representação da TIR de 10,37 % a.a, identifica que a taxa de retorno **acima** do custo do capital na primeira rotação é de 0,99% (10,37 – 9,38). Se o VPL fosse zero, a TIR seria exatamente 9,38%, sendo o fator de desconto do capital neste estudo. No entanto, como o VPL é positivo em R\$ 222,03 a TIR deve obrigatoriamente ser superior ao custo de oportunidade do capital, sendo representada em 10,47% ao ano. A TIR de todo o projeto é de 13,94%, exatamente 4,56% (13,94 – 9,38) a mais do que o custo do capital.

Como o VPL calculado na figura 6 considerou o custo do transporte de apenas 50km, realizou-se uma análise de sensibilidade dos VPL's por distâncias da plantação até a sede compradora. Além disso, como no VPL, obtido na figura 6, não está considerando o custo de oportunidade, calculou-se esse valor na análise permitindo assim, detectar a rentabilidade desse investimento por segmentos de distância. Conjuntamente com o custo de oportunidade o gráfico 5 resume estas informações.

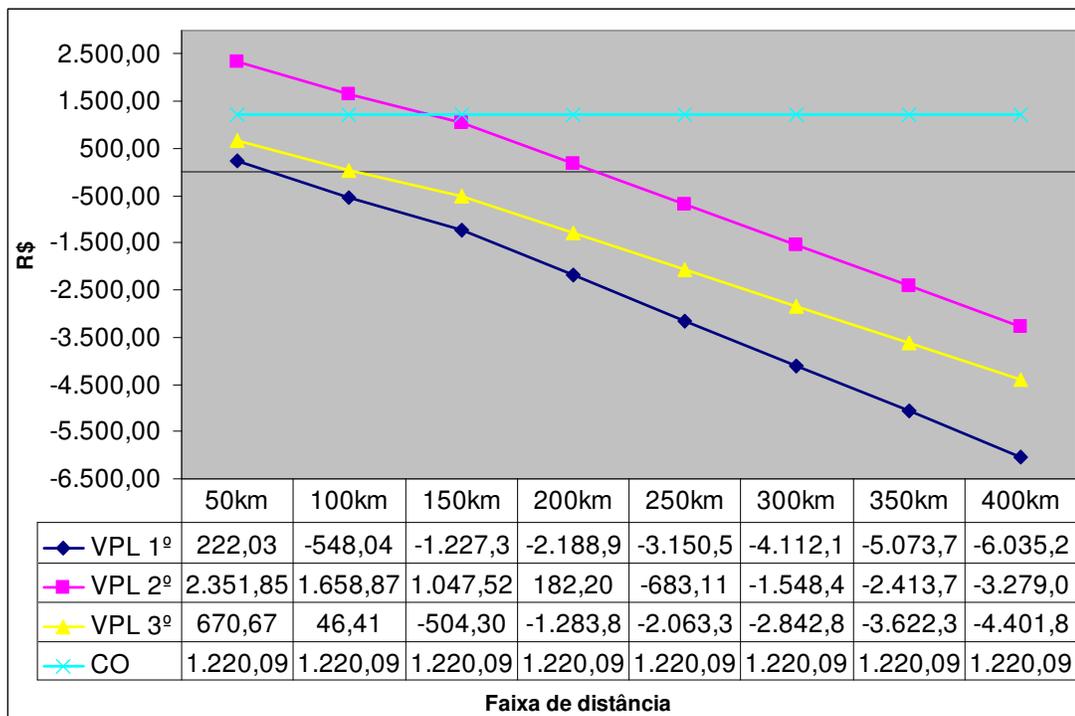


**Gráfico 5: Viabilidade econômica da produção de *eucalyptus*, em Reais, destinada ao canal de energia, por distância do produtor ao consumidor, para o período de 21 anos, no RS – 2005.**

Fonte: Dados da pesquisa

Analisando o gráfico 5, verifica-se que os produtores que estiverem em uma distância de 50km da sede compradora, poderão obter um VPL de R\$ 1.668,76 e que esse valor não cobre o custo de oportunidade que é de R\$ 2.219,20. Para aqueles produtores que estiverem a uma distância acima de 100km da sede compradora obterão prejuízo contábil se realizarem o investimento. Ressalta-se que a rentabilidade da produção de *eucalyptus* para a geração de energia não cobre o custo de oportunidade em nem uma faixa de distância analisada, ou seja, considerando os custos econômicos o canal de energia gera prejuízo em qualquer situação. Considerando os custos contábeis, existe lucro até para a produção localizada até 100km da sede compradora.

Abrindo as informações do VPL total em três rotações e plotando em um gráfico semelhante ao anterior, porém agora em linha apenas para facilitar a visualização, obtêm-se o gráfico 6.



**Gráfico 6: Viabilidade econômica da produção de *eucalyptus*, em Reais, destinada ao canal de energia, por distância do produtor ao consumidor, em rotações de sete anos cada, no RS – 2005.**

Fonte: Dados da pesquisa

Pelas informações contidas no gráfico 6, pode-se verificar que a primeira e a segunda rotação não cobrem o custo de oportunidade do período de sete anos de R\$ 1.220,09, para nenhuma faixa de distância. Já a segunda rotação apresenta viabilidade superior ao custo de oportunidade até para o produtor que estiver a 100km de distância do consumidor. O VPL reduzido da primeira rotação decorre do custo do investimento inicial e redução da rentabilidade na terceira rotação decorre do custo de destoca.

Seguindo a mesma estrutura desta seção apresenta-se a viabilidade da produção de *eucalyptus* atendendo o canal de celulose.

## 6.2 Canal de celulose

Esse planejamento possui uma densidade de 1.666 mudas, com um espaçamento de

3m x 2m, com a realização de três rotações e sem a aplicação de desbastes, cujos custos foram esboçados na tabela 9. O custo de adubação, plantio, adubação de cobertura e adubação no primeiro ano, da produção de *eucalyptus* para celulose é menor do que da produção para energia por ter uma densidade menor.

Ressalta-se que a madeira para celulose tem o custo de R\$ 6,38 o m<sup>3</sup> a mais do que as outras modalidades, pois necessita ser entregue na fábrica descascada. Logo os m<sup>3</sup>s que não tem o diâmetro mínimo aceito para celulose ( $\Phi$  8 cm), serão destinados a geração de energia e não necessitarão de descasca, uma vez que se fosse realizado prejudicaria a combustão da madeira para esta finalidade.

A produtividade destinada para celulose será vendida ao preço de R\$ 50,00 o m<sup>3</sup> e a produtividade destinada a geração de energia ao preço de R\$ 38,00. O volume de produção para este canal, por rotação, está descrito na tabela 12.

Representa-se o fluxo de caixa em uma linha do tempo, esboçando os valores que entram e saem do caixa cotados em moeda nacional, submetidos a uma taxa de desconto, para apura-se o valor presente líquido – VPL do investimento. A legenda do fluxo de caixa é a mesma comentada na seção 6.1.

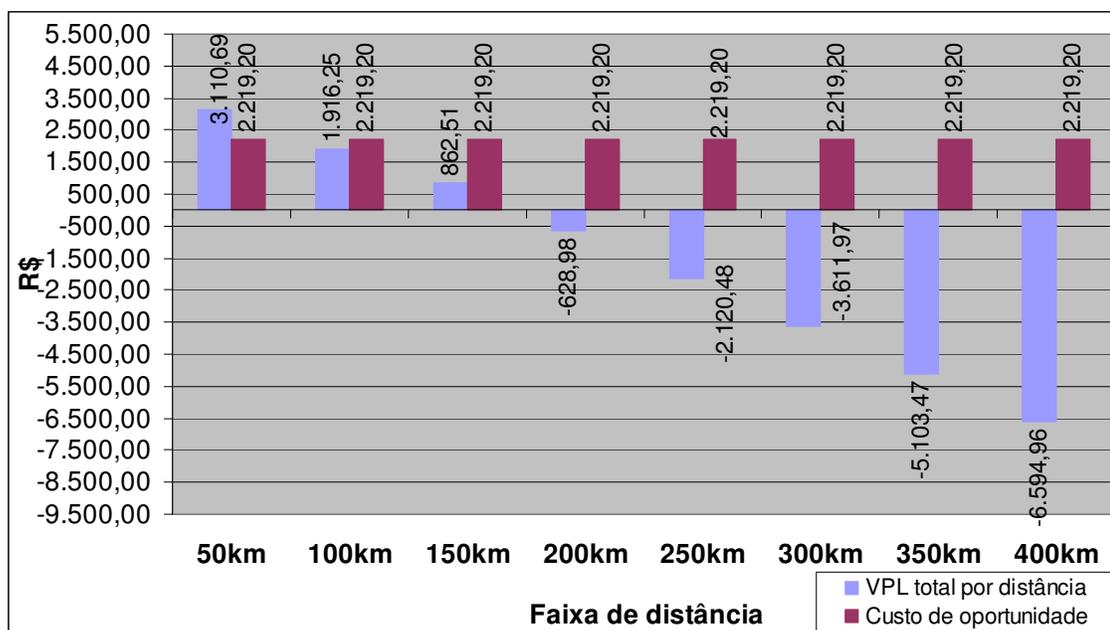
Observa-se na figura 7 que os VPL's das rotações do canal de celulose também têm significativas diferenças no resultado. A mesma regra se aplica, no canal de celulose, quanto ao custo do investimento contribuir para a redução do VPL na primeira rotação e do custo de destoca reduzir o VPL da terceira rotação.

Embora a quantidade total de m<sup>3</sup> produzido no canal de celulose é menor que o produzido no canal de energia, (produtividade evidenciada no quadro 10), os resultados dos seus VPL's são maiores. Isso se deve ao fato do preço do m<sup>3</sup> de madeira para celulose ser maior do que o de energia, e, pelo fato custo de produção no canal de celulose ser menor por utilizar uma densidade menor.



estivessem investido o capital em uma instituição financeira que pagasse 9,38% a.a.

A análise de sensibilidade dos VPL's por distância da plantação até a sede compradora comparado com o custo de oportunidade da terra para o período de 21 anos, pode ser verificada no gráfico 7.



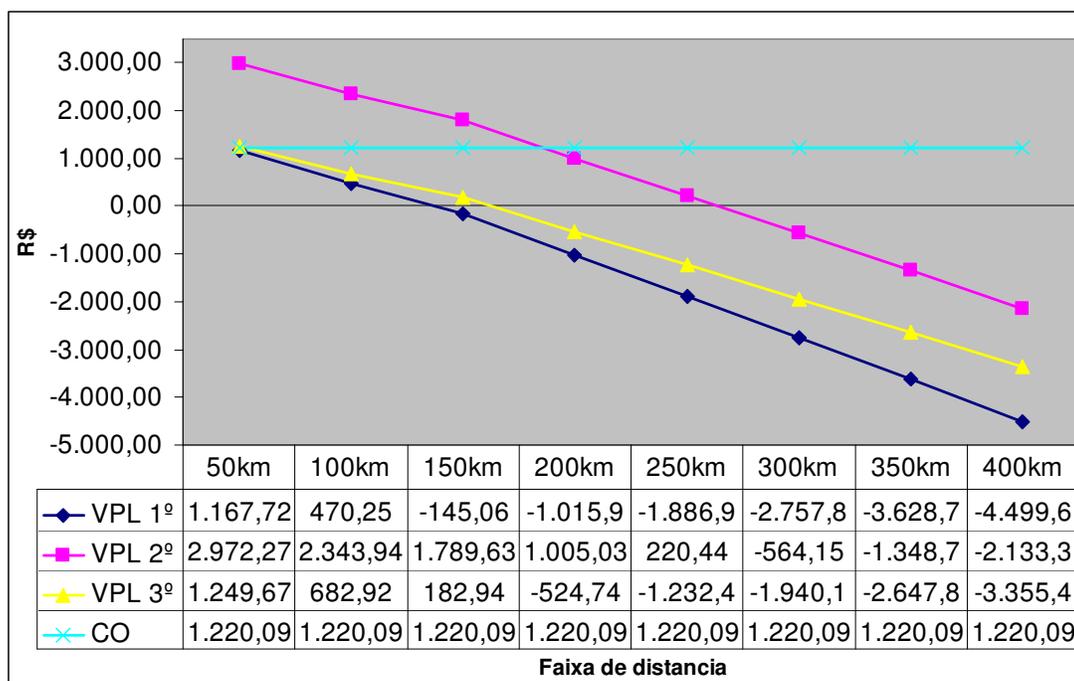
**Gráfico 7: Viabilidade econômica da produção de *eucalyptus*, em Reais, destinada ao canal de celulose, por distância do produtor ao consumidor, para o período de 21 anos, no RS – 2005.**

Fonte: Dados da pesquisa

Analisando o gráfico 7, verifica-se que os produtores que estiverem em uma distância de até 50km da sede compradora, obterão um VPL de R\$ 3.110,69 e que este valor cobre o custo de oportunidade da terra que é de R\$ 2.219,20. Para os produtores que estiverem na faixa de distância de 100km a 150km da fábrica, a produção gera lucro, mas não cobre o custo de oportunidade.

Em resumo, considerando os custos contábeis, os produtores que estiverem localizados até 150km da fábrica obterão lucro. No entanto, na consideração dos custos econômicos, produzir *eucalyptus* para atender o canal de celulose, somente dará lucro para os produtores que estiverem localizados a 50km da fábrica.

Abrindo as informações do VPL total em três rotações e plotando em um gráfico semelhante ao anterior, porém agora em linha apenas para facilitar a visualização, obtêm-se o gráfico 8.



**Gráfico 8: Viabilidade econômica da produção de *eucalyptus*, em Reais, destinada ao canal de celulose, por distância do produtor ao consumidor, em rotações de 7 anos cada, no RS – 2005.**

Fonte: Dados da pesquisa

Observando o gráfico 8, e tomando como base a distância de 50km, percebe-se que o VPL de R\$ 2.972,27 da segunda rotação e o VPL de R\$ 1.249,67 da terceira rotação, cobrem o seu respectivo custo de oportunidade do período que é de R\$ 1.220,09. Porém o VPL de R\$ 1.167,72 da primeira rotação é menor do custo de oportunidade, não somente nesta faixa de distância, mas em todas analisadas.

A baixa rentabilidade da primeira rotação, influenciada pelo custo do investimento inicial, pode desestimular o produtor a não continuar o investimento florestal na segunda e terceira rotação. Pode ser esta, a justificativa do abono dos insumos e da liberação de recursos financeiros que os produtores têm nos projetos de reflorestamento com a empresa ARACRUZ, uma vez que se desembolsassem todo o investimento inicial certamente não

renovariam o contrato nas próximas rotações.

Em resumo, produzir *eucalyptus* para atender o canal de celulose somente traz viabilidade superior ao custo de oportunidade se a produção estiver até a 50km da fábrica, cabendo ressaltar, que na primeira rotação o retorno é menor do que o custo de oportunidade do período.

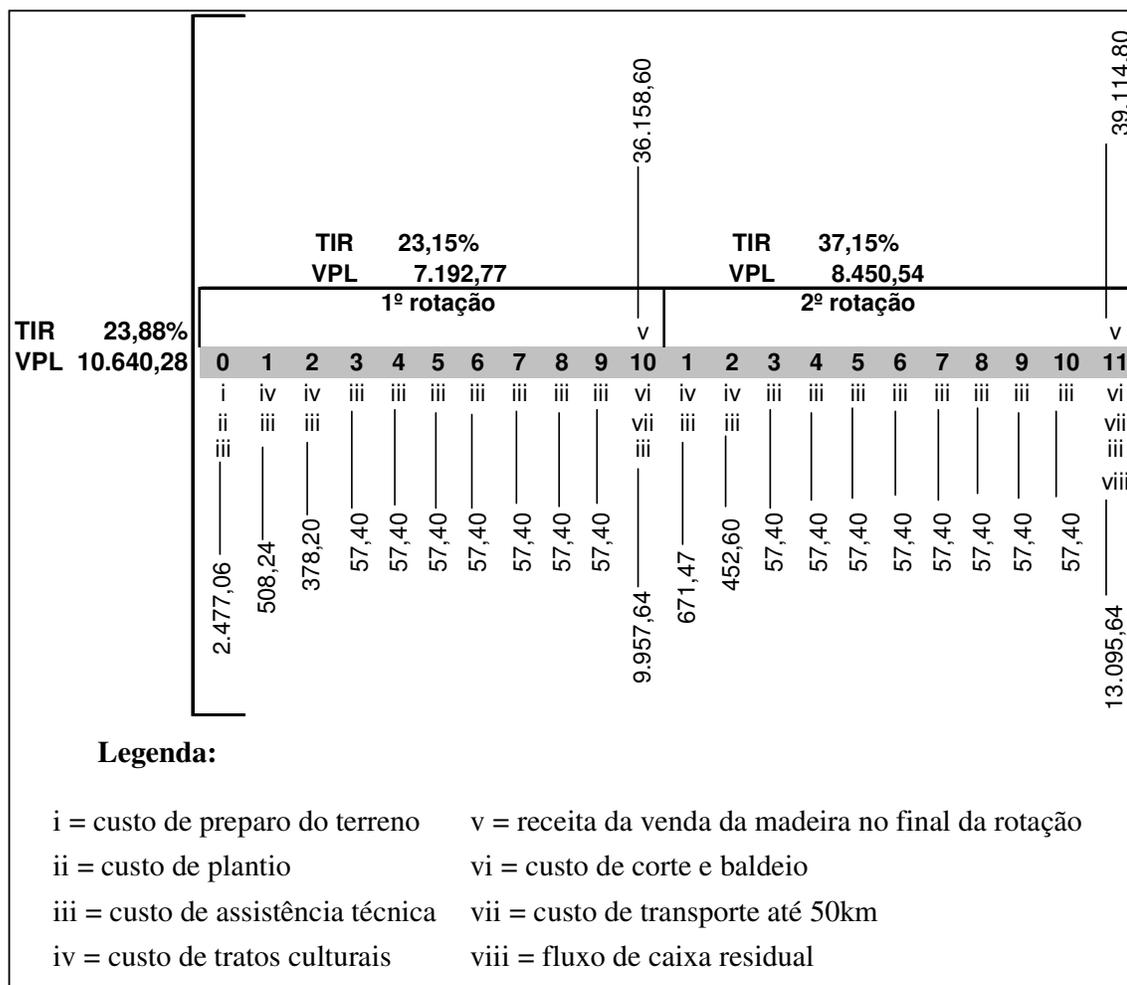
Seguindo a mesma estrutura desta seção apresenta-se a viabilidade da produção de *eucalyptus* atendendo o canal de serraria.

### 6.3 Canal de serraria

Esse planejamento possui uma densidade de 1.666 mudas, com um espaçamento de 3m x 2m, com duas rotações e sem a aplicação de desbastes, conforme custos descritos na **tabela 9**. O custo utilizado para essa modalidade (adubação, plantio, adubação de cobertura e adubação no primeiro ano), é o mesmo da produção de *eucalyptus* para celulose, por utilizarem a mesma densidade. A diferenciação está no custo da desrama que será realizada no segundo ano de cada rotação, sendo com duas frequências, uma no início e outra no fim do mesmo ano.

O cálculo da receita (v) foi realizado com a obtenção da respectiva produtividade do canal de serraria multiplicado pelo preço médio da madeira de *eucalyptus* para serraria descrito no início do capítulo 6. A madeira que não alcançou o diâmetro mínimo foi redirecionada para o canal de celulose ou de energia conforme dados esboçados na **tabela 14**.

Representa-se o fluxo de caixa em uma linha do tempo na **figura 8**, esboçando os valores que entram e saem do caixa cotados em moeda nacional, submetidas a uma taxa de desconto, para apura-se o valor presente líquido – VPL do investimento. A legenda do fluxo de caixa é a mesma comentada na seção 6.1.



**Figura 8: Fluxo de caixa da produção de *eucalyptus*, em Reais, para um hectare, atendendo o canal de serraria, em rotações de 10 e 11 anos cada, no RS – 2005.**

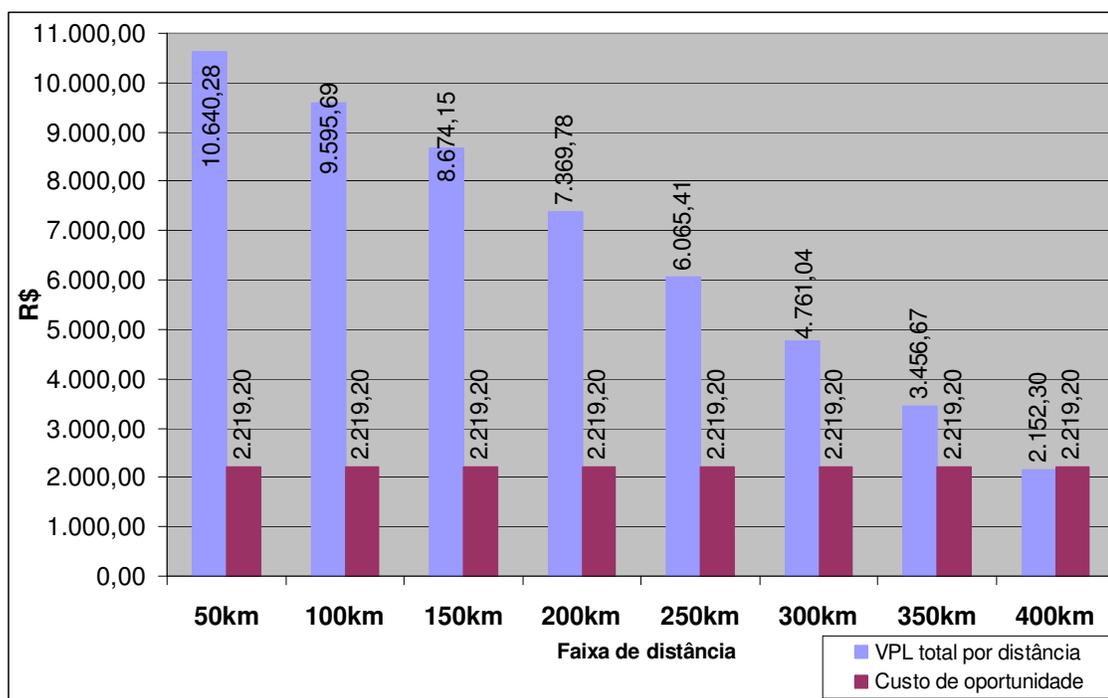
Fonte: Dados da pesquisa

Observa-se na figura 8, que o VPL da segunda rotação é que traz a maior viabilidade entre as rotações. Isso ocorre porque a segunda rotação produz 33,50m<sup>3</sup> (512,60 - 479,10) a mais do que a primeira por ter um período maior.

Observando o VPL total, verifica-se que o investimento trará um retorno de R\$ 10.640,28 a mais do que o custo de oportunidade do capital. Representando o VPL em percentual, a TIR foi de 23,88%, o equivalente a 14,50% (23,88 – 9,38) a mais do custo do capital.

No gráfico 9 demonstra-se a análise de sensibilidade dos VPL's por distância da

plantação até a sede compradora e apresenta-se o custo de oportunidade da terra para o período de 21 anos.

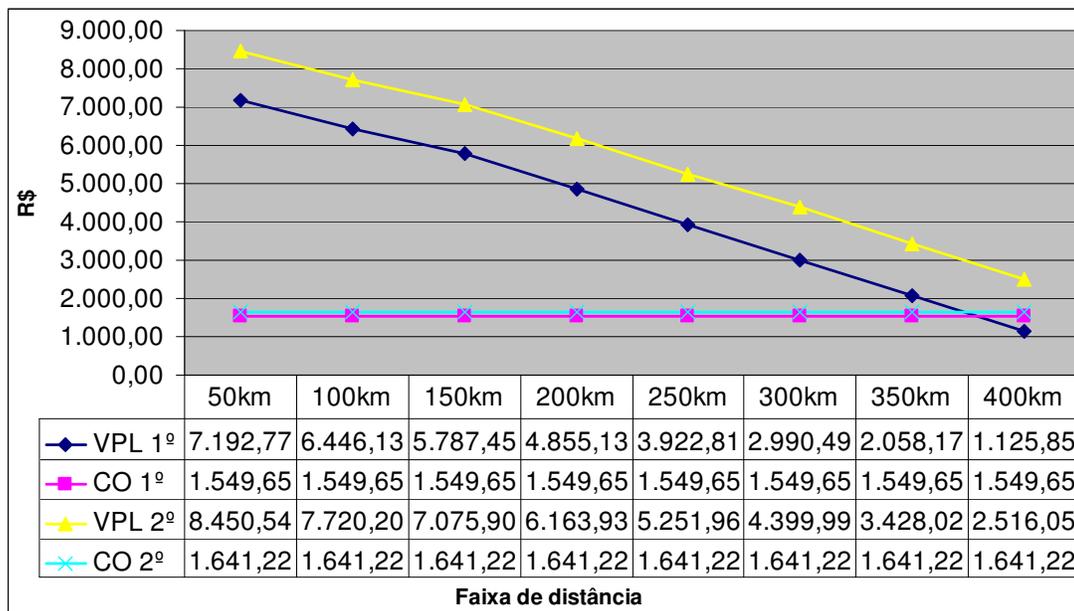


**Gráfico 9: Viabilidade econômica da produção de *eucalyptus*, em Reais, destinada ao canal de serraria, por distância do produtor ao consumidor, para o período de 21 anos, no RS – 2005.**

Fonte: Dados da pesquisa

Analisando o gráfico 9, pode-se verificar que o retorno é superior ao custo de oportunidade até a faixa de distância de 350km entre produtor e consumidor.

Abrindo as informações do VPL total em duas rotações e plotando em um gráfico em linha, obtêm-se o gráfico 10.



**Gráfico 10: Viabilidade econômica da produção de *eucalyptus*, em Reais, destinada ao canal de serraria, por distância do produtor ao consumidor, em rotações de 10 e 11 anos, no RS – 2005.**

Fonte: Dados da pesquisa

Pelas informações contidas no gráfico 10, verifica-se que a segunda rotação, traz viabilidade superior ao custo de oportunidade até a distância de 400km. No entanto, a primeira rotação somente até a distância de 350km.

Sendo assim, para o produtor que estiver a uma distância de 400km da serraria, o VPL obtido de R\$ 2.152,30 não cobre o custo de oportunidade da terra de R\$ 2.219,20 para o mesmo período. Para as distâncias até 350km o projeto traz viabilidade superior ao custo econômico.

Seguindo a mesma estrutura desta seção apresenta-se a viabilidade da produção de *eucalyptus* atendendo o canal de laminação.

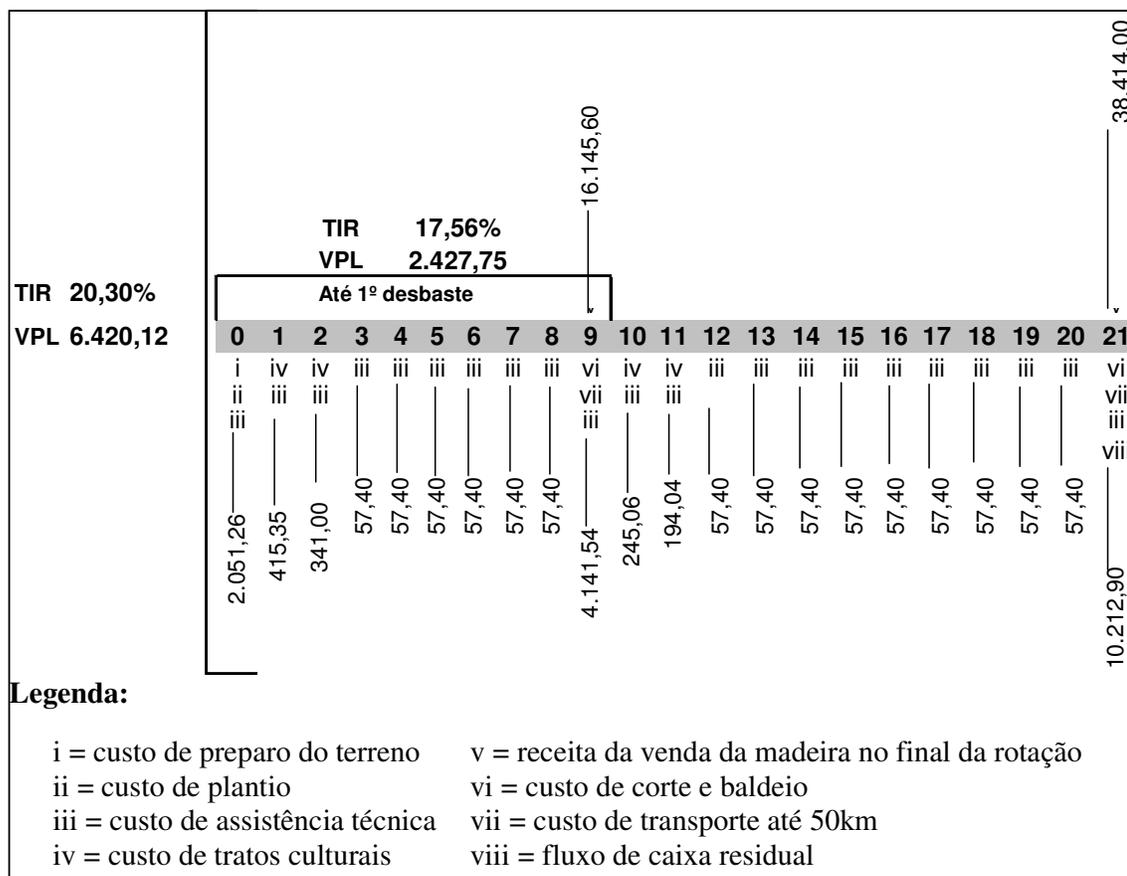
#### 6.4 Canal de laminação

Esse planejamento possui uma densidade de 1.111 mudas, com um espaçamento de 3m x 3m, com uma única rotação no vigésimo primeiro ano, conforme custos descritos na tabela 9. Para a maximização da produtividade realizar-se-á um desbaste no nono ano de 63,10 % da base, removendo 701 árvores.

O cálculo da receita (v) foi realizado com a obtenção da respectiva produtividade do canal de laminação, descrita na tabela 16, multiplicado pelo preço da madeira de *eucalyptus* descrito no início do capítulo 6.

Para maximizar a produtividade no canal de laminação precisar-se-á realizar duas desramas no segundo ano, sendo um no início e outra no final do ano. Esta atividade esta agrupada com os tratos culturais (iv) e pode ser identificada no tabela 9.

Representa-se o fluxo de caixa em uma linha do tempo na figura 9, esboçando os valores que entram e saem do caixa cotados em moeda nacional, submetidos a uma taxa de desconto, para apurar-se o valor presente líquido – VPL do investimento. A legenda do fluxo de caixa é a mesma comentada na seção 6.1.



**Figura 9: Fluxo de caixa da produção de *eucalyptus*, em Reais, atendendo o canal de laminação, em uma rotação de 21 anos, no RS – 2005.**

Fonte: Dados da pesquisa

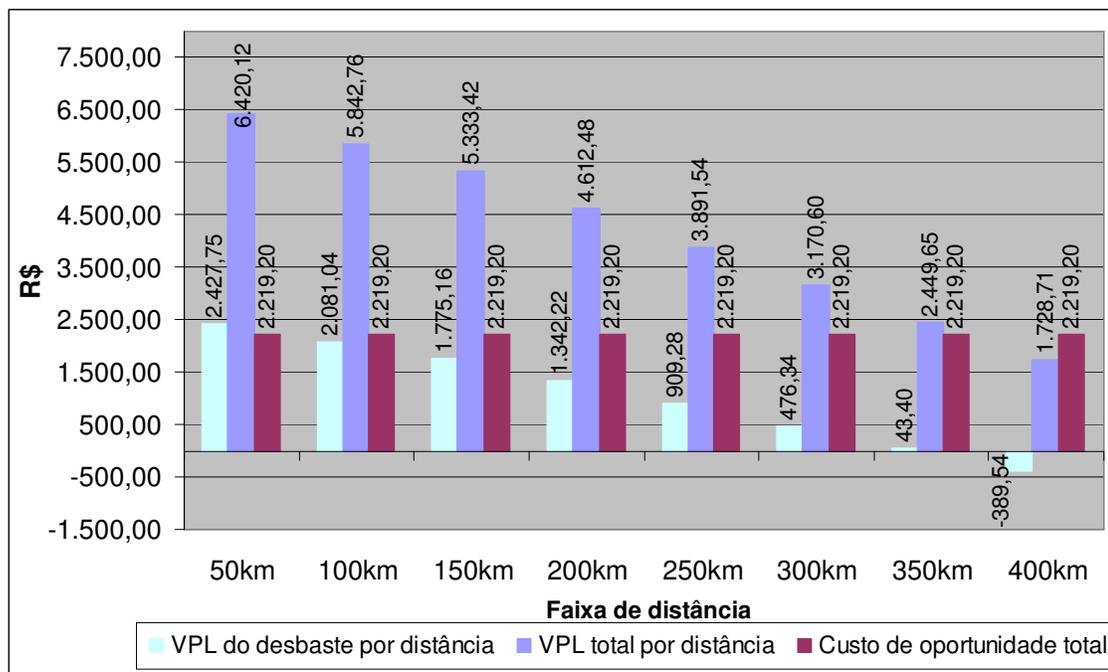
O custo da produção por hectare para atender o canal de laminação é menor em relação a serraria por utilizar uma densidade menor. Outro fator de relevância para o canal de laminação é que preço pago por m<sup>3</sup> é maior do que nos demais canais.

No entanto, o VPL total de R\$ 6.420,12 é menor em relação ao VPL de R\$ 10.640,28 conquistado na modalidade serraria. Isto ocorre porque produção no canal de serraria é de 991,70m<sup>3</sup> e no canal de laminação a produção é de 600,20m<sup>3</sup>, ou seja, 391,50m<sup>3</sup> a menos. Esta perda de produtividade no canal de laminação ocorre porque deseja-se ganhar maior diâmetro nas toras e para isso o seu corte é tardio.

No nono ano deverá ser realizado um desbaste de 63,10 % da base, o equivalente a 701 árvores, para que as árvores restantes tenham mais espaço e fotossíntese favorecendo o aumento de diâmetro. A receita obtida na realização do desbaste foi suficiente para cobrir as saídas de caixa e o investimento inicial, conforme evidenciado pelo VPL de R\$ 2.427,75.

Com base na figura 9, verifica-se que a TIR obtida neste investimento é de 20,30% a.a, o equivalente a 10,92 % (92,30 – 9,38) a mais do que o custo de oportunidade do capital.

Em seguida, no gráfico 11, verifica-se o VPL do desbaste e do investimento por distância do produtor ao consumidor.

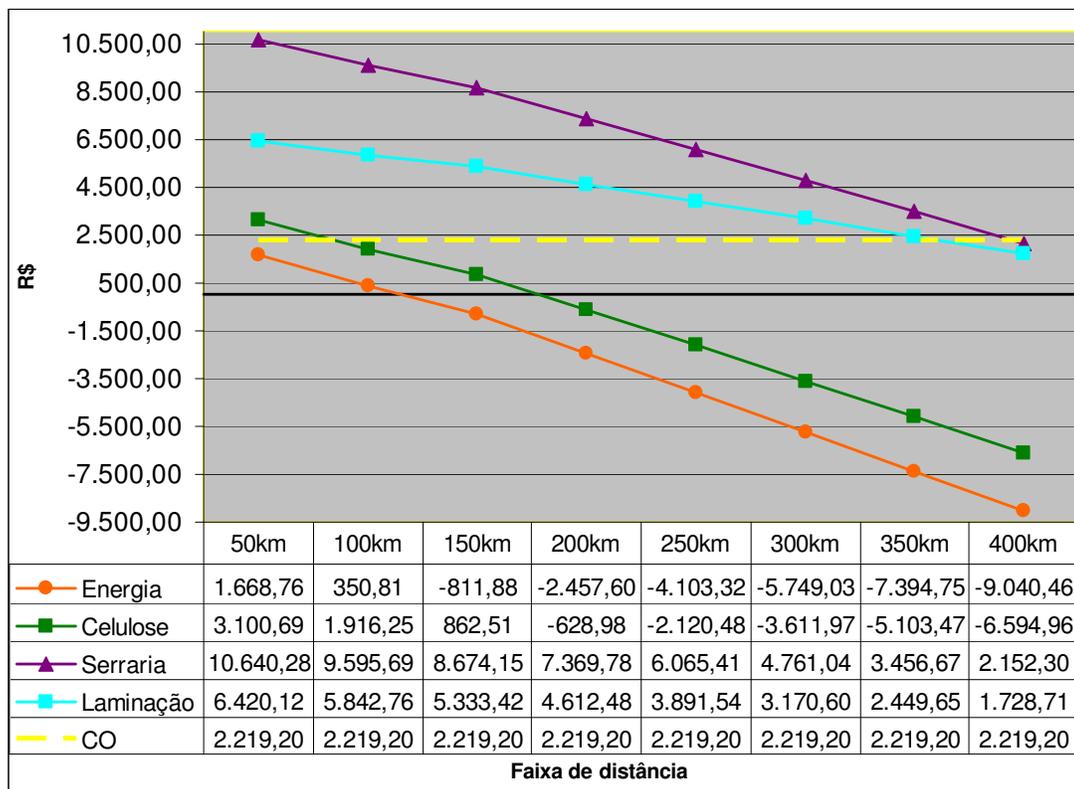


**Gráfico 11: Viabilidade econômica da produção de *eucalyptus*, em Reais, destinada ao canal de laminação, por distância do produtor ao consumidor, para o período de 21 anos, no RS – 2005.**

Fonte: Dados da pesquisa

Verifica-se que a viabilidade será superior ao custo de oportunidade até a distância de 350km do produtor ao consumidor. Já para a faixa de distância de 400km, a receita obtida com o desbaste de 701 árvores não será suficiente para cobrir os custos com corte e transporte.

Plotando os valores obtidos na determinação da viabilidade de cada canal, tem-se o gráfico 12.



**Gráfico 12: Comparação da viabilidade econômica da produção de *eucalyptus*, no período de 21 anos, atendendo os canais de energia, celulose, serraria e laminação, por distância percorrida, no RS – 2005.**

Fonte: Dados da pesquisa

Percebe-se que a produção de *eucalyptus* para atender o canal de energia não apresentará viabilidade superior ao custo de oportunidade em nenhuma faixa de distância analisada.

A produção de *eucalyptus* direcionando a madeira para o canal de celulose, obter-se-á viabilidade superior ao custo de oportunidade somente para a distância analisada de 50km.

Já a produção de madeira para atender o canal de serraria apresentar-se-á uma viabilidade superior à produção direcionada a atender o canal de laminação. Mas, ambas terão viabilidade superior ao custo de oportunidade até a faixa de distância de 350km entre produtor e consumidor.

Em resumo, o canal de energia não apresenta viabilidade. O canal de celulose

apresentar para a distância de 50km, porém a viabilidade da primeira rotação não será estimuladora. O canal de serraria apresentar viabilidade tendo a primeira realização da receita no décimo ano. O canal de laminação apresentar viabilidade tendo uma realização de receita parcial, com o desbaste, no nono ano e o restante no vigésimo primeiro ano.

Como síntese desse capítulo, tem-se o quadro 11 trazendo os principais resultados por canal de comercialização.

<b>PRINCIPAIS RESULTADOS</b>				
	<b>VPL POSITIVO</b>	<b>VPL POSITIVO SUPERIOR AO CUSTO OPORTUNIDADE</b>	<b>TIR</b>	<b>TEMPO DAS ROTAÇÕES</b>
Energia	Somente para a distância de até 50 km.	Em nenhuma distância analisada	13,94 % a.a	7, 7, 7 = 21 anos
Celulose	Até para a distância de 150 km.	Somente para a distância de até 50 km	17,71 % a.a	7, 7, 7 = 21 anos
Serraria	Até para a distância de 400 km	Até para a distância de 350 km	23,88 % a.a	10, 11 = 21 anos
Laminação	Até para a distância de 400 km	Até para a distância de 350 km	20,30 % a.a	9, 12 = 21 anos

**Quadro 11: Principais resultados da análise da viabilidade econômica em cada canal**

Fonte: Dados da pesquisa

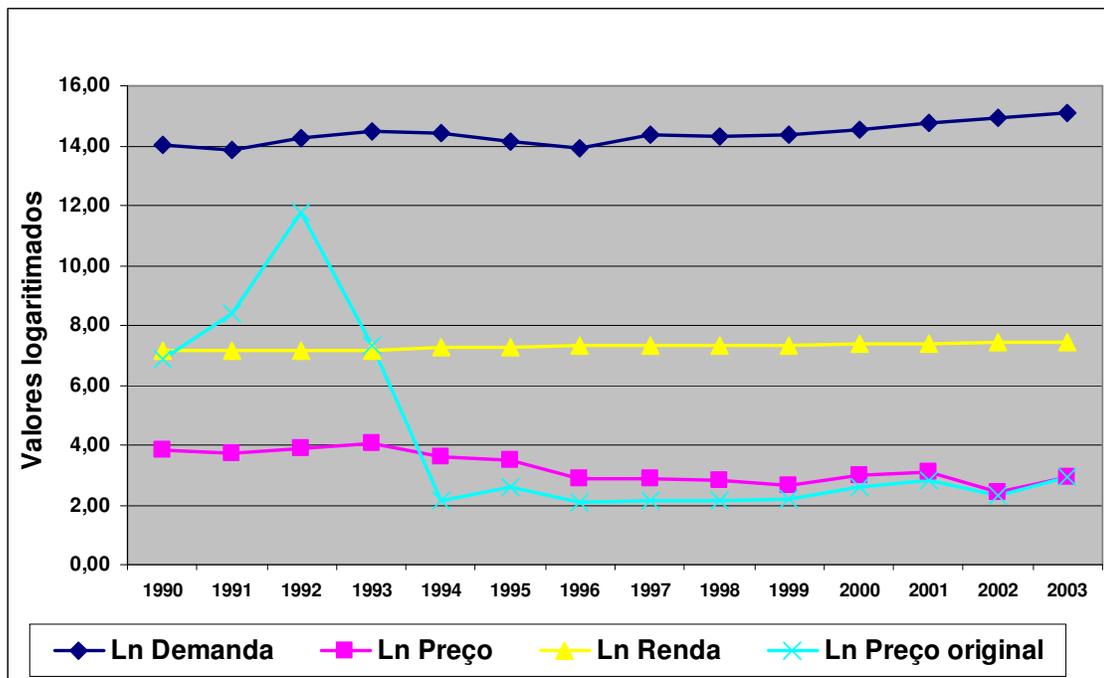
## **7 ESTIMAÇÃO DA ELASTICIDADE-PREÇO DA DEMANDA DO *EUCALYPTUS* PARA CELULOSE NO RIO GRANDE DO SUL**

Apresentam-se neste capítulo, os resultados obtidos na estimação da elasticidade da demanda do *eucalyptus* no Rio Grande do Sul do canal de celulose, e, projeta-se um cenário futuro para este mercado, atendendo desta forma, ao quarto e ao quinto objetivo deste estudo.

Historicamente, o Rio Grande do Sul não vinha tendo como prioridade o investimento em florestas exóticas. Tal fato repercute em dificuldades na coleta de informações por não ter um banco de dados que contemple as negociações de uma série maior, ao contrário de outros estados, como Minas Gerais, Paraná e São Paulo que já tinham uma política florestal definida.

As variáveis utilizadas na regressão do sistema foram a quantidade demandada de *eucalyptus* para celulose em m<sup>3</sup> (Qd), o respectivo preço em m<sup>3</sup> (P) e a renda brasileira para o mesmo período (Y). No apêndice A, pode-se verificar os valores originais, o índices anuais utilizados para deflacionar os preços e os valores logaritimados que geraram a regressão.

A figura 10, a seguir, demonstra o comportamento dos valores originais e deflacionados, logaritimados para facilitar a visualização.



**Figura 10: Comportamento das variáveis utilizadas na regressão do sistema – 1990-03**

Fonte: IBGE. Banco de dados agregados: silvicultura. Passo Fundo, jun. 2005.

FGV. Séries gratuitas: indicadores sociais. Rio de Janeiro, jun 2005.

Conforme evidenciado na introdução deste estudo e na figura 10, a elevação do preço do *eucalyptus* (Ln Preço) se agravou em 2003 e 2004, pelo fato da quantidade demandada crescer a uma taxa maior do que a quantidade ofertada. A queda acentuada do preço original entre 1992 a 1994 deve-se mudança da moeda de Cruzeiros de Reais para Reais.

Nota-se que a quantidade demandada (Ln demanda) não respondeu imediatamente as variações no preço do bem, isso pode ser explicado pela dificuldade de ofertar mais madeira tendo em vista o tempo de formação da floresta.

Embora uma amostragem reduzida pode interferir na significância da equação da demanda, a estimação do índice de elasticidade-preço da madeira de *eucalyptus*, serviu para medir a intensidade da resposta da quantidade demandada a alteração no preço.

Primeiramente, testou-se a renda como variável instrumental mas a regressão apresentou problemas de autocorrelação e heterocedasticidade.

Optou-se então, por defasar a variável preço para identificar se o preço de ontem

influencia na demanda de hoje.

Acredita-se que pelo tempo de formação da madeira, o preço no tempo t-7 poderia ter uma significância maior na explicação das variações das quantidades de equilíbrio entre oferta e demanda no tempo t. No entanto a regressão com esta variável não foi possível devido ao tamanho reduzido da amostra.

Obtiveram-se os melhores resultados defasando o preço no tempo t-4. Os resultados desta regressão podem ser observados no quadro 12.

**Quadro 12: Resultado da regressão do sistema  $LnQdt = \beta_0 + \beta_1 lnP_{t-4} + \beta_2 lnY_t$**

Variável dependente: LNQD				
Método: Dois estágios mínimos quadrados				
Data: 12/25/05 hora: 14:44				
Período: 1994 2003				
Observações inclusas: 10				
Variável instrumental: LNY				
Variável	Coefficiente	Erro	t - Estatístico	Probabilidade
LNP(-4)	-0,619156	0,149171	-4,150661	0,0032
C	16,58443	0,509394	32,55717	0,0000
R- quadrado	0,727000	Variável dependente média		14,48579
R – quadrado ajustado	0,692875	S.D. var. Dependente		0,353384
S.E. de regressão	0,195841	Quadrado dos resíduos		0,306830
F-estatístico	17,22798	Teste do Durbin-Watson		2,027846
Prob. F-estatístico	0,003206			

**Quadro 13: Resultado da regressão do sistema  $LnQdt = \beta_0 + \beta_1 lnP_{t-4} + \beta_2 lnY_t$**

Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados apontam que o modelo de equação da demanda corresponde com a teoria, apresentando um coeficiente  $\beta_1$  negativo e com t- estatístico com nível de significância de 1%.

No teste do *Durbin-Watson* o indicador gerado de 2,02 situou-se na zona do H0 rejeitando qualquer possibilidade existência autocorrelação. Fato também evidenciado com a utilização da ferramenta *serial correlation*, verificando que o modelo tem ausência de autocorrelação com a probabilidade de cair em H0 de 64%. A hipótese de existência de heterocedasticidade também foi rejeitada com um coeficiente maior que 5%.

Usualmente, amostras pequenas não explicam a população em um grau aceitável, porém, nesta testada, a amostra consegue explicar 69,28% da população com um grau de

liberdade de apenas onze observações.

O  $\beta_1$ , sendo o indicador de elasticidade-preço da demanda de *eucalyptus*, apresenta um sinal esperado conforme define a literatura. Seu valor de -0,619 % evidencia que **para cada 1% de aumento no preço tem-se uma redução de 0,61% na quantidade comercializada**, sendo portanto, inelástica em relação ao preço.

O aumento ou a queda da receita depende da elasticidade da demanda, e como a demanda de *eucalyptus* é inelástica, **uma queda nos preços provocaria uma redução na receita total**, pois a variação da demanda não acompanha a variação do preço.

Na busca da reação do preço a um aumento de oferta, testou-se novamente o modelo da demanda normalizado em relação a  $\ln Pt-4$  (preço do bem) e tendo o  $\ln Y$  (renda) como variável explicativa, obtendo-se um novo  $\beta_1$ , de -1,615101. **O que significa que se aumentar a quantidade comercializada em 1% o preço do bem reduz 1,61%**, reduzindo a receita total dos produtores que ofertam consideravelmente.

### **Projeção de cenário**

Tendo em vista que a demanda de *eucalyptus* no Rio Grande do Sul para fabricação de celulose é inelástica, e que um aumento na quantidade comercializada provocaria uma redução considerável no preço, procurou-se, identificar quanto a quantidade comercializada pode aumentar para que o investimento dos produtores ainda traga viabilidade econômica.

Primeiramente, foi preciso determinar qual o preço do  $m^3$  do *eucalyptus* que torna o VPL igual a zero. Sabe-se que a distância do transporte tem peso considerável na apuração da viabilidade, desde então, considerou-se que a floresta situa-se no máximo a 50km da fábrica.

Após a realização de algumas simulações, no fluxo de caixa elaborado do canal de celulose, chegou-se a conclusão de que se o preço pago do  $m^3$  de celulose posto fábrica for de R\$ 39,40 o VPL do investimento será de R\$ 0,39. Desde então, verifica-se uma variação

negativa no preço de 21,20%  $(((39,40-50)/50) \times 100)$ , entre o preço atual de R\$ 50,00 para o preço de equilíbrio de R\$ 39,40.

Utilizando a denominação dada anteriormente, (que se aumentar a quantidade comercializada em 1% o preço do bem reduz 1,61%) realizou-se uma progressão reduzindo o preço até 21,20%, sendo a redução que irá tornar o VPL igual a zero.

O resultado obtido aponta que se a quantidade comercializada aumentar 13% o preço reduz 21,20%. Referendando os valores do ano 2003, obtidos com o IBGE, de 17.878,11 mil hectares de *eucalyptus* comercializados verifica-se que a quantidade não poderia ultrapassar 20.202,26  $\{(17.878,11) \times [1+(13/100)]\}$  mil hectares de madeira comercializados.

Em resumo, *ceteris paribus*, se a quantidade comercializada aumentar mais do que 13% os investimentos florestais trarão prejuízo, independente da distância do produtor ao consumidor.

## 8 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Na possibilidade de as conseqüências do “apagão florestal”, tratadas na introdução, decorrerem da falta de rentabilidade do setor florestal, realizou-se esta pesquisa, com o objetivo de analisar a viabilidade econômica da produção de *eucalyptus* no Rio Grande do Sul, para atender a diferentes canais de comercialização.

Analisando os custos de produção, verificou-se que a atividade de maior custo é a destoca, seguida do plantio, tratos culturais e preparo do terreno. Sendo que destes, o preparo do terreno e a destoca não variam por densidade. Observação ser faz ao custo do transporte que dependendo da distância do produtor ao consumidor pode inviabilizar o retorno do investimento.

Na estimação da produtividade, propósito do segundo objetivo, concluiu-se que a vida útil do projeto florestal é de 21 anos com três rotações de sete anos cada uma, pois neste período, obter-se-á um incremento de produtividade corrente na maioria dos anos. É preciso destacar que, quando o objetivo do planejamento florestal é atender a um canal de comercialização específico, nem toda a produtividade gerada poderá ser destinada para esse fim, devido a restrição de diâmetro das toras de cada segmento.

No que se refere à produtividade, foi possível concluir que para o canal de energia, os melhores resultados foram obtidos com uma densidade de 2.038 mudas, inseridas em um espaçamento de 3m x 1,60 m, sem a aplicação de desbastes com três rotações de sete anos cada uma. A sua produtividade total foi de 1.023,50m<sup>3</sup> que puderam ser direcionados para a geração de energia.

Otimizando a produtividade para atender ao segmento de celulose, a densidade de 1.666 mudas com espaçamento de 3m x 2 m, com a realização de três rotações de sete anos cada uma e sem desbastes foi mais eficiente. A produtividade total gerada foi de 928m<sup>3</sup>, sendo direcionado 868,50m<sup>3</sup> para a fabricação de celulose e 59,50m<sup>3</sup> para a geração de energia por não terem alcançado o diâmetro mínimo do segmento.

No atendimento do canal de serraria, utilizou-se a mesma densidade de celulose e o mesmo espaçamento, sem aplicação de desbastes com duas rotações, sendo a primeira no décimo ano e a segunda no décimo primeiro ano. A produtividade total foi de 991,70m<sup>3</sup>, sendo destinado 655,80m<sup>3</sup> para as serraria, e, 290,60m<sup>3</sup> e 45,30m<sup>3</sup> redirecionados para a fabricação de celulose e geração de energia, respectivamente, por não alcançarem o diâmetro mínimo aceito para serem vendidos no canal de serraria.

No que tange à produtividade para atender ao canal de laminação, o planejamento com uma densidade de 1.111 mudas, com um espaçamento de 3m x 3m, com uma única rotação no vigésimo primeiro ano, teve maior desempenho. A produtividade gerada foi de 600,20m<sup>3</sup>, sendo direcionado 214,30m<sup>3</sup> para o canal de laminação e, 296,10m<sup>3</sup>, 77,10m<sup>3</sup> e 12,70m<sup>3</sup> redirecionados respectivamente para os canais de serraria, celulose e energia, por não alcançarem o diâmetro mínimo desse setor.

Com base no estudo, afirma-se que a produção de *eucalyptus* para atender o canal de energia, não traz viabilidade econômica superior ao custo de oportunidade em nenhuma faixa de distância analisada. A partir da distância de 100km do produtor ao consumidor o projeto florestal apresenta prejuízo. Identificou-se também, que a primeira e a terceira rotação trazem uma rentabilidade inferior do que a da segunda, tendo em vista o investimento inicial e o fluxo de caixa residual.

A produção de *eucalyptus* para atender o canal de celulose, apresenta viabilidade econômica superior ao custo de oportunidade somente para a produção que estiver na faixa de distância de até 50km da fábrica e apresenta lucro contábil até a distância de 150km. A partir da distância de 150km a produção apresenta prejuízo contábil.

Na busca da rentabilidade de cada rotação do canal de celulose, descobriu-se, que a primeira rotação não alcança viabilidade superior ao custo de oportunidade do respectivo

período, em nenhuma faixa de distância analisada. A baixa rentabilidade da primeira rotação pode influenciar o produtor a não continuar com as próximas rotações, podendo esta, ser uma justificativa do abono dos insumos e da liberação dos recursos financeiros que os produtores têm em projetos de parceria com ARACRUZ.

Por sua vez, tanto a produção atendendo o canal de serraria quanto laminação, apresentam viabilidade superior ao custo de oportunidade até a distância de 350km. Sendo o segmento de serraria o segmento que alcançou a maior viabilidade entre os analisados, porém destaca-se que nesta, a realização da receita ocorre a partir do décimo ano após o plantio.

Em resumo, o canal que apresentou maior retorno foi o canal de serraria com um VPL de R\$ 10.640,28 para uma distância de até 50km e uma TIR de 23,88% a.a. Nessa modalidade, o valor adicionado foi R\$ 8.421,08 acima do custo de oportunidade da terra, no período, que é de R\$ 2.219,20. O canal com o menor retorno foi o de energia, apresentando um VPL de R\$ 1.668,76 para uma distância de até 50km e uma TIR de 13,94% a.a, não cobrindo o custo de oportunidade da terra que é de R\$ 2.219,20 para o mesmo período.

Destaca-se ainda, que, analisando apenas os retornos contábeis, as distâncias para cada canal que possibilitam lucros, foram: 100km para o canal de energia, 150km para o canal de celulose, 400km para o canal de serraria e 400km para o canal de laminação.

Foi possível também verificar, que a demanda de madeira de *eucalyptus* para celulose é inelástica, ou seja, se aumentar o preço em 1% a quantidade demandada reduz 0,61%. Desse modo, a intensidade da resposta da quantidade demandada a alterações no preço é pouco substancial.

Com vistas a reação do preço a um aumento da quantidade de equilíbrio, identificou-se que se aumentar a quantidade comercializada em 1% o preço da madeira para celulose reduz 1,61%.

Logo, verificou-se também, tomando como base a menor distância analisada, que se a quantidade comercializada aumentar 13% o preço da madeira por m<sup>3</sup> reduz 21,20%, tornando o VPL do investimento igual a zero. Assim, observou-se que o preço do m<sup>3</sup> da madeira de *eucalyptus* para a fabricação de celulose pode reduzir até R\$ 39,40 o m<sup>3</sup> para que os

produtores não tenham prejuízo.

Na busca de uma explicação para o problema relatado na introdução, pode-se concluir, que as insuficientes viabilidades econômicas da produção de madeira para geração de energia e para a fabricação de celulose justificam as decorrências causadas pelo suposto “apagão florestal”, fato não justificado para os canais de serraria e laminação.

Os segmentos de serraria e de laminação apresentam excelentes viabilidades econômicas, fruto do elevado preço da madeira intensificado pela dificuldade de ofertar, levando em consideração, que no segmento serraria a produção demora dez anos para poder ser vendida e no segmento laminação demora vinte e um anos.

### **Recomendações**

Tem-se como limitação deste estudo a amostra reduzida para a rotação da regressão na determinação dos índices de elasticidade. Fato devido, a falta de uma política florestal gaúcha que ordene as informações de produtividade, preço comercializado e destino da madeira.

Para trabalhos futuros, recomenda-se um estudo sobre o impacto econômico de uma implantação florestal, tanto no PIB da região e *percapita*, quanto na geração de empregos diretos e indiretos, e, principalmente nas conseqüências ambientais causadas.

Outra recomendação é identificar se o racionamento de capital dos produtores, para suportar grandes plantios de árvores, tem influência nas conseqüências do “apagão florestal”, visto que alguns canais de comercialização são rentáveis.

E por fim, outra possibilidade de estudo, é continuar esta análise de viabilidade econômica em todos os elos da cadeia produtiva descritos na figura 1. Desta forma, poder-se-á identificar as margens de comercialização de cada agente, servindo como base para a realização de um planejamento estratégico governamental que administre a competitividade da cadeia produtiva florestal gaúcha.

## REFERÊNCIAS

ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo setorial 2003: Produtos sólidos de madeira**. P. 1-30. Paraná, 2003.

ABIMÓVEL - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MOBILIÁRIO. **Panorama do setor moveleiro no Brasil**. Junho/ 2004.

ABRAF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTAS. **Apagão**. **Revista Dinheiro Rural**, fev, 2005.

AGEFLOR - ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DE EMPRESAS FLORESTAIS. **Indústria florestal: opção para o desenvolvimento sócio-econômico da região sul do estado do Rio Grande do Sul**. Set, 2002.

\_\_\_\_\_. **Cadeia produtiva de base florestal: visão atual**. Out. 2004.

AMBIENTE BRASIL. **Manejo de reflorestamento**. Disponível em <<http://www.ambientebrasil.com.br/manejo.htm>> Acesso em: 04 de ago. 2005.

ANDA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Acidez do solo e calagem**. Boletim técnico nº 1. São Paulo, 1991.

ARACRUZ, - Aracruz Celulose S/A. **Negócios – mercado – vendas**. Disponível em <<http://www.aracruz.com.br/negocios.htm>>, acessado em 28/02/2005.

\_\_\_\_\_. Aracruz Celulose S/A. **Revista do programa produtor florestal da Aracruz Celulose**. Ano I, nº 5 - Novembro 2004.

\_\_\_\_\_. Aracruz Celulose S/A. **Dados de custos e de produtividade**. Guaíba. Jul. 2005.

BOLAND, D.J., *et al.* **Forest trees of Australia**. Melbourne: Elson-CSIRO, 1984.

BORSSATO, I. *et al.* **Efeito do preparo do solo sobre o desenvolvimento do eucalyptus saligna**. Silvicultura, v.8, n.28, 1983.

BRACELPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Relatório estatístico florestal**. São Paulo, 2003.

BRAGA, H.C; MAKWALD, R.A. **Funções de oferta e demanda de manufaturados no Brasil: estimação de um modelo simultâneo**. Pesquisa e planejamento econômico, 1983.

BREALEY, Richard A.; MYERS, Stewart C. **Princípios de finanças empresariais**. 5. ed. Portugal: McGraw-Hill, 1998.

BRIGHAM, Eugene F. HOUSTON, Joel F. **Fundamentos da moderna administração financeira**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

BRUM, Fábio L. **A influência do valor da madeira de mercado sobre o ordenamento de florestas plantadas para o suprimento parcial de uma indústria de celulose e papel: uma aplicação da programação linear**. Dissertação de mestrado. São Paulo. ESALQ/USP, 2002.

CASAGRANDE, Elton E. **As teorias keynesianas do investimento**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2002.

CASAROTTO, N.Kopittke, B.H. **Análise de investimentos**. 7º ed. São Paulo. Atlas: 1996.

CARUSO, Raquel.C. **Análise da oferta e demanda de açúcar no estado de São Paulo**. Dissertação de mestrado em ciências/concentração em economia. São Paulo. USP, 2002.

CHIPPENDALE, G.M. **Eucalyptus buds and fruits**. Department of nacional development, Canberra, 1968.

CRC/RS - CONSELHO REGIONAL DE CONTABILIDADE DO RIO GRANDE DO SUL. **Princípios fundamentais de contabilidade e normas brasileiras de contabilidade**. Porto Alegre, 2004.

DALBEM, Mauricéia. **Fomento florestal da Aracruz Celulose S/A**. Monografia de conclusão de curso. Espírito Santo. Faculdade de Ciências Humanas de Aracruz, 2003.

DAMODARAM, Aswath. **Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

\_\_\_\_\_ **Finanças corporativas aplicadas**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

DEDECEK, R.A; GAVA, J.L. **Compactação do solo pela colheita de eucalyptus: sua avaliação e efeito na produtividade da rebrota**. In. Conferência IUFRO sobre sivilcultura e melhoramento de eucalyptus. Anais. Salvador. CNPF, 1997.

DIAS, Renato.R. **Canais de distribuição na indústria do mobiliário do Rio Grande do Sul**. Santa Maria/RS. UFSM, 1983.

DOSSA, Derli. **A decisão econômica num sistema agroflorestal**. Circular técnica 39. ISSN 1517-5278, p. 16. Embrapa. Colombo,2000.

\_\_\_\_\_ **Produção e rentabilidade do eucalyptus em empresas florestais**. Circular técnica 83. ISSN 1517-5030, p. 3. Embrapa. Colombo, 2001.

EMATER - EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Informações técnicas**. Passo Fundo, Jul. 2005.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Informações técnicas**. Passo Fundo, Jul.2005.

EMPOFLOR – EMPRESA DE OPERAÇÕES FLORESTAIS. **Informações sobre serviços**. Porto Alegre, Ago, 2005.

FERTIBRAS, **Informações sobre produtos**. Santa Catarina. Dezembro, 2005. Disponível na página <http://www.fertibras.gov.br/produtos/mirex-s.htm>, acessado em 10/12/2005.

FESSEL, Vitor A. **Qualidade, desempenho operacional e custos de plantio, manual e mecanizado, de eucalyptus grandis implantados com cultivo mínimo de solo**. Dissertação de mestrado. São Paulo. ESALQ/USP, 2003.

FGV – FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Séries gratuitas: preços agropecuários**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível no site: <http://www.fgvdados.fgv.gov.br>, acessado em 30/06/2005.

\_\_\_\_\_. **Séries gratuitas: indicadores sociais**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível no site: <http://www.fgvdados.fgv.gov.br>, acessado em 30/06/2005.

FLORESTA BRASIL. **Florestas plantadas no Brasil**. Disponível em <<http://www.florestabrasil.com.br/florplant.htm>>, acessado em 28/02/2005.

FOELKEL, Celso. Bendito apagão florestal. **Revista do programa produtor florestal da Aracruz Celulose**. Ano I – nº 5, p. 2, p. 5-6, nov. 2004.

GANTOIS, Gustavo. Apagão. **Revista dinheiro rural**, Bahia, p. 36-39, fev. 2005.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4º ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de administração financeira**. Tradução de Principles of Managerial Finance. 7º ed. São Paulo, Harbra, 2002.

HANSEN, Don R. **Gestão de custos: contabilidade e controle**. São Paulo. Pioneira Thomson Leargin, 2003.

HILL, R. C, GRIFFITHS, W. E, JUDGE, G. **Econometria**. São Paulo, Saraiva, 2003.

HOFFMANN, Rodolfo. *Et al.* **Administração da empresa agrícola**. São Paulo: Pioneira, 1976.

\_\_\_\_\_. **Estatística para economistas**. São Paulo: Pioneira, 1991.

HOMMA, Alfredo. K.O. Et al. **A dinâmica de extração de madeira no estado do Pará**. Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Volume II. Brasília, 1994.

KARMEL, P.H., POLASEK, M. **Estatística geral e aplicada à economia**. São Paulo: Atlas,

1973.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados agregados: silvicultura.** Passo Fundo, 2005. Disponível no site: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>, acessado em 05/06/2005.

IPEF - INSTITUTO DE PESQUISAS FLORESTAIS. **Tecnologia e informação para a indústria.** Disponível em <<http://www.ipef.br/publicações/ctecnica/nr194.pdf>> Acesso em Julho de 2002.

LOBO, A. **Influência da economia dualista brasileira sobre a estacionalidade do mercado bursátil.** Disponível em <<http://www.lobo.com.br/palavra/menu/estudos/estudos240798.asp>>. Acesso em 03 de maio de 2005.

LOPES. M. **Agrupamento de árvores matrizes de eucalyptus grandis em função das variáveis dendrométricas e das características tecnológicas da madeira.** Dissertação de mestrado. Rio Grande do Sul. UFSM, 2003.

MONTEMAGGIORE, Paulo C. F., CORREA, D. K. **A indústria de reflorestamento e seus aspectos mercadológicos no Brasil e no Rio Grande do Sul.** Porto Alegre. Think, v. 2, n. 2, p. 44-49, jul. / dez. 2004.

MOVERGS - ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS BRASILEIRAS DE MÓVEIS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Importação de madeira dobrou em relação do ano passado.** Porto Alegre, 2004.

KAMMLER, Edson. **Análise da capacidade explicativa do investimento pelo modelo de “q” de Tobin e do Acelerador adaptados com variáveis contábeis: um estudo com empresas de capital aberto.** Dissertação de mestrado. São Leopoldo. Unisinos, 2004.

KOLM, Luciana. **Ciclagem de nutrientes e variações do microclima em plantações de eucalyptus grandis hill ex maiden manejadas através de desbastes progressivos.** Dissertação de mestrado. São Paulo. ESALQ/USP, 2001.

MADDALA, G.S. **Introdução a econometria.** 3º ed. Rio de Janeiro. LTC, 2003.

MORAIS, Márcia A.F. **Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio.** Cadeia: Madeira e móveis. Universidade Estadual de Campinas Instituto de Economia, 2002.

OLIVEIRA, A. D, *et al*, **Avaliação econômica da regeneração da vegetação de cerrados, sob diferentes regimes de manejo.** Revista da árvore, vol. 26, Viçosa, nov/dez. 2002.

OLIVEIRA, P.R.S. **Diagnóstico e indicadores de sustentabilidade em fomento florestal no estado do Espírito Santo.** Dissertação de mestrado. UFV, 2003.

PINDYCK, Robert S. RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia.** São Paulo. Prentice Hall, 2002.

PROTIL, Roberto. M. **Análise de risco em investimentos florestais**. Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Volume I. Brasília, 1994.

QUADROS, José L., **Rio Grande sob a ameaça do apagão**. Zero Hora, Jornal de Economia, p. 3. Porto Alegre, 2004.

REFLORESTADORA NATIVA. **Informações sobre serviços**. Porto Alegre, Ago, 2005.

REMADE - REVISTA DA MADEIRA. **Eucalipto a madeira do futuro**. N. 59, ano 11, set, 2001.

ROCHA, Marcio. P. **Eucalyptus grandis hill ex maiden e eucalyptus dunnii maiden como fontes de matéria prima para serrarias**. Tese de doutorado, p. 15, p. 137-138. UFPR. Curitiba, 2000.

RODIGHERI, Honorino R. **Viabilidade econômica de plantios florestais solteiros e de sistemas agroflorestais**. Comunicado técnico nº 22. Embrapa, 1998.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey F. **Administração financeira**. São Paulo: Atlas, 2002.

SCARPINELLA. G. **Reflorestamento no Brasil e o protocolo de quioto**. Dissertação de Mestrado. São Paulo. USP, 2002.

SEMA - SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Inventário florestal do Rio Grande do Sul**, 2001.

SCOTTON, Ivanor. **Importação de madeira dobrou em relação do ano passado**. Zero Hora – Jornal de economia, p.3. Porto Alegre, 2004.

SOARES, Thelma. S. *et al.* Avaliação econômica de plantações de eucalipto submetidas a desbaste. **Revista da árvore**, Viçosa-MG, V. 27, n. 24, p. 481-486, 2003.

SOUZA, Álvaro N. *et al.* **Momento ótimo de substituição de povoamentos de eucalyptus spp – o caso da tecnologia constante**. Minas Gerais. Cerne, v7, n2, p.093-103, 2001.

STJERNBERG, E. I. **Planter productivity in prepared and unprepared ground: a case study**. Feric Technical Note, n.162. Aug.1991.

STCP Engenharia de Projetos Ltda. **Apagão florestal no Brasil**. Disponível em <<http://www.stcp.com.br/>> acesso em 16/05/2005.

\_\_\_\_\_. **Sustentabilidade florestal como meta principal**. 29º Fórum de análise de mercado de celulose, papel e indústria gráfica. Anave. Agosto/2004.

\_\_\_\_\_. **A tecnologia da informação no suprimento da madeira**. Informativo, n 7, 2004.

STEELE, Howard L. *et al.* **Comercialização agrícola**. São Paulo: Atlas, 1971.

TORMA, Carolline. **Rio Grande sob a ameaça do apagão**. Zero Hora, Jornal de Economia, p. 2-3. Porto Alegre, 2004.

URCAMP - UNIVERSIDADE REGIONAL DA CAMPANHA. **Reflorestar é preservar**. Jun.2005.

VALENÇA, Antônio Carlos. **Produtos florestais: celulose de mercado**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, 2001.

WIKIPEDIA, A enciclopédia livre: Diâmetro. Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Di%C3%A2metro>>, acessado em 24 de ago, 2005.

### APÊNDICE A – Dados para a Regressão do Sistema

Regressão do sistema						
Anos	Dados Originais			Deflação do Preço		
	Qd	P	Y milhões	P original	IGPDI	P deflacionado
1990	1223882	966,30	1248,50	966,30	146,04	45,93
1991	1019428	4354,34	1261,38	4354,34	146,04	40,32
1992	1510940	127051,28	1254,52	127051,28	146,04	49,86
1993	1991027	1548,26	1316,30	1548,26	146,04	59,40
1994	1856688	8,57	1393,34	8,57	146,04	36,07
1995	1415016	13,33	1452,20	13,33	146,04	33,51
1996	1136683	8,05	1490,80	8,05	146,04	17,93
1997	1692410	8,61	1539,57	8,61	146,04	17,94
1998	1628958	8,61	1541,60	8,61	147,23	17,04
1999	1686560	8,76	1553,71	8,76	176,65	14,46
2000	2056652	13,27	1621,45	13,27	193,97	19,93
2001	2642251	16,32	1642,69	16,32	214,14	22,22
2002	3019523	10,26	1674,39	10,26	270,69	11,04
2003	3575622	18,26	1683,52	18,26	291,46	18,26
Dados logaritimados						
Anos	LnQd	LnP	LnY			
1990	14,02	3,83	7,13			
1991	13,83	3,70	7,14			
1992	14,23	3,91	7,13			
1993	14,50	4,08	7,18			
1994	14,43	3,59	7,24			
1995	14,16	3,51	7,28			
1996	13,94	2,89	7,31			
1997	14,34	2,89	7,34			
1998	14,30	2,84	7,34			
1999	14,34	2,67	7,35			
2000	14,54	2,99	7,39			
2001	14,79	3,10	7,40			
2002	14,92	2,40	7,42			
2003	15,09	2,90	7,43			

#### Quadro 14: Dados da regressão do sistema

Fonte: Dados brutos: IBGE. Banco de dados agregados: silvicultura. Passo Fundo, jun, 2005.  
 Dados brutos: FGV.Séries gratuitas: preços agropecuários. Rio de Janeiro, jun, 2005

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS  
NÍVEL MESTRADO

**AUTORIZAÇÃO**

Eu Juliano André Pavan CPF: 926536420-34 autorizo o Programa de Mestrado em Ciências Contábeis da UNISINOS, a disponibilizar a Dissertação de minha autoria sob o título **Viabilidade Econômica da Produção de *Eucalyptus* no Rio Grande do Sul**, orientada pelo(a) professor(a) doutor(a) Tiago Wickstrom Alves, para:

Consulta  Sim  Não

Empréstimo  Sim  Não

Reprodução: Parcial  Sim  Não Total  Sim  Não

Divulgar e disponibilizar na Internet gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, o texto integral da minha Dissertação citada acima, no *site* do Programa, para fins de leitura e/ou impressão pela Internet

Parcial  Sim  Não

Total  Sim  Não

Em caso afirmativo, especifique:

Sumário:  Sim  Não

Resumo:  Sim  Não

Capítulos:  Sim  Não

Bibliografia:  Sim  Não

Anexos:  Sim  Não

São Leopoldo, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Assinatura do(a) Autor (a)

Visto do(a) Orientador(a)



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)