



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

**SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO DA  
PRODUÇÃO DE *Pinus elliottii* Engelm.  
NA SERRA DO SUDESTE, RIO GRANDE DO SUL**

**TESE DE DOUTORADO**

**Eduardo Pagel Floriano**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2008**

F635s Floriano, Eduardo Pagel, 1957 -  
Subsídios para o planejamento da produção de  
*Pinus elliottii* Engelm. na Serra do Sudeste, Rio Grande  
do Sul. / por Eduardo Pagel Floriano / ; orientador Paulo  
Renato Schneider. - Santa Maria, 2008.  
178 f. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2008.

1. Engenharia Florestal 2. Silvicultura 3. Economia  
florestal 4. Planejamento florestal 5. Desenvolvimento  
regional 6. *Pinus elliottii* 7. Rio Grande do Sul 8. Serra  
do Sudeste

CDU: 630.9(816.5)

**SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO DE  
*Pinus elliottii* Engelm. NA SERRA DO SUDESTE,  
RIO GRANDE DO SUL**

**por**

**Eduardo Pagel Floriano**

**Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Florestal,  
Área de Concentração em Manejo Florestal, da  
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito  
parcial para obtenção do grau de  
Doutor em Engenharia Florestal**

**Orientador: Prof. Dr. Paulo Renato Schneider**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2008**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Tese de Doutorado**

**SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO DE  
*Pinus elliottii* Engelm. NA SERRA DO SUDESTE,  
RIO GRANDE DO SUL**

**elaborada por  
Eduardo Pagel Floriano**

**como requisito parcial para obtenção do grau de  
Doutor em Engenharia Florestal**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Paulo Renato Schneider, Dr.  
(Presidente/Orientador)**

**Luciano Weber Scheeren, Dr. (Defensoria Pública, RS)**

**Sandro Vaccaro, Dr. (Fac. Cenecista de Bento Gonçalves, RS)**

**Ivanor Müller, Dr. (UFSM)**

**Rudinei Soares Pereira, Dr. (UFSM)**

**Santa Maria, 10 de março de 2008.**

## AGRADECIMENTOS

É difícil lembrar de todos aqueles que participaram deste trabalho a quem se deveria agradecer, portanto, peço desculpas às dezenas de pessoas que não serão citadas. Foram muitos os que deram sua contribuição diretamente. Alguns, também, de quem foram aproveitadas metodologias e idéias importantes.

Mas, é imprescindível citar e agradecer aos que suaram mais, coletando dados e desenvolvendo partes do trabalho. Em primeiro lugar ao orientador, não desta Tese, mas de toda uma vida profissional, com seu apoio, conhecimento, paciência e sugestões desde a graduação iniciada em 1975: Prof. Dr. Paulo Renato Schneider.

E aos orientadores, professores, colegas e amigos, relacionados sem ordem, a seguir:

Prof. Dr. César Augusto Guimarães Finger, co-orientador e orientador de Mestrado;

Engº Florestal Cláudio Thomas, coleta de dados e análise de tronco;

Prof. Dr. Doádi Antônio Brena, professor, pela motivação sobre o tema;

Prof. Dr. Frederico Dimas Fleig, co-orientador;

Engº Florestal João Adriano Mazuin, coleta de dados;

Prof. Dr. Ivanor Müller, pela parceria e apoio;

Engº Florestal Eduardo Righi dos Reis, apoio e sugestões;

Sr. Neri Gilberto Basso, apoio e sugestões;

Sr. Dalci Maso, apoio e sugestões;

Sr. Ipageú Goulart Teixeira, apoio e sugestões;

Sra. Cerlene Machado, secretária do PPGEF por sua paciência e apoio.

Aos funcionários das empresas que participaram da coleta de dados e a todas as demais pessoas que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho,

Muito Obrigado!

Santa Maria, 30 de abril de 2008.

Eduardo Pagel Floriano

## RESUMO

Tese de Doutorado

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### **SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO DE *Pinus elliottii* Engelm. NA SERRA DO SUDESTE, RIO GRANDE DO SUL**

Autor: Eduardo Pagel Floriano

Orientador: Dr. Paulo Renato Schneider

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 10 de março de 2008.

No Rio Grande do Sul, a Serra do Sudeste vem sendo alvo de grandes investimentos florestais devido aos programas governamentais de desenvolvimento regional para o setor nos três níveis da administração. Uma das espécies com maior área de plantio na região é o *Pinus elliottii* Engelm. Dois grandes municípios vizinhos com áreas típicas da fisiografia da Serra do Sudeste têm despertado especial atenção para seu desenvolvimento florestal: Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul. A produção florestal já é uma realidade para ambos e se mostra bastante promissora. A localização estratégica, o clima e solos favoráveis impulsionaram o desenvolvimento florestal na região onde empresas de pequeno a grande porte possuem plantações. Este estudo teve como objetivo geral analisar a produção de madeira de *Pinus elliottii* nos municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul, no Rio Grande do Sul, e como objetivos específicos: a) levantar dados sobre os demais aspectos ambientais e socioeconômicos envolvidos na atividade, de forma a fornecer subsídios para o planejamento do desenvolvimento florestal na região com vistas ao manejo florestal sustentável; b) determinar os custos de produção e rendas possíveis; c) realizar a análise econômica e financeira da produção de madeira de *Pinus elliottii* nas condições regionais; d) caracterizar o crescimento e produção de *Pinus elliottii* por sortimentos. Em 2005 e 2006, respectivamente, foram medidas 481 e 542 parcelas amostrais em povoamentos de *Pinus elliottii* na Serra do Sudeste, RS, e 6 árvores foram abatidas em diferentes sítios e submetidas à análise de tronco. O Índice de Sítio (IS) foi definido como a altura dominante na idade de 22 anos, sendo que as parcelas amostrais apresentaram uma variação de IS entre 18 e 38 metros. Foi observada inclinação ascendente da curva de IS das florestas mais velhas para as mais jovens, que ainda se mantém, fazendo prever que ainda é possível melhorar a produtividade dos povoamentos. Os custos de implantação dos povoamentos foram estimados em R\$ 2.292,09/ha e os de manutenção variaram

entre R\$ 134,84/ha e R\$ 363,98/ha anuais, estando na faixa de custos de outros estudos encontrados na literatura. As produções totais por hectare no regime de manejo atual, com rotação de 26 anos e 4 desbastes, ficaram entre 528 m<sup>3</sup>/ha no IS 22 e 1.140 m<sup>3</sup>/ha no IS 34, mas acredita-se que valores médios mais prováveis de se obter nas condições atuais na Serra do Sudeste estejam entre as produtividades dos IS 26 e 28, que ficam entre 25,8 e 29,8 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. A partir do Índice de Sítio 28, com Valor Presente Líquido (VPL) de R\$ 1.147,17/ha, a produção de madeira de *Pinus* passa a ser interessante, sendo que no IS 26 com uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 6,86% já seria possível remunerar os juros do PROPFLORA de 6,75%. O IS 28 serviu como base de comparação com um Valor Anual Equivalente (VAE) de R\$ 94,78/ha, sendo o primeiro que apresenta alguma atratividade, semelhante ao valor mínimo do arrendamento de terras para pecuária na região, próximo ao valor de 40 kg de boi vivo por hectare. A análise de diferentes regimes de manejo para o IS 28 mostrou que o maior VPL é obtido com rotação de 26 anos e 4 desbastes em ciclo de 4 anos, iniciando-se os cortes aos 10 anos. Foi elaborado um cenário de desenvolvimento florestal prevendo a ampliação do parque de serrarias e a instalação de uma indústria de placas de fibras de grande porte que venham a se complementar no consumo dos sortimentos de madeira produzidos. Foram identificados 92 mil hectares como passíveis de serem cultivados com *Pinus* na área estudada, que poderiam injetar cerca de R\$ 92,8 milhões da silvicultura ao Valor Adicionado Bruto (VAB) na região, sendo que a industrialização da madeira poderia acrescentar outros R\$ 370 milhões anuais, gerando mais de 15 mil empregos. O *Pinus elliottii* tem apresentado bons resultados na região, tem bom incremento, sem motivo para preocupação quanto a invasão de áreas naturais, sendo positivo na recuperação dos solos, geralmente esgotados, melhorando e regulando o regime hídrico, trazendo mais renda e empregos do que o uso atual com a pecuária, diversificando a matriz produtiva rural, reduzindo os riscos do produtor e gerando a perspectiva de instalação de um grande parque industrial de base florestal, que deverá impulsionar o desenvolvimento não só no aspecto econômico, mas principalmente na área social, gerando mais oportunidades de desenvolvimento cultural, influenciando a mudança nos indicadores de saúde e educação e melhorando o bem-estar da população. A análise econômica foi realizada com bastante prudência, usando-se níveis de produtividade moderados, custos dentro de padrões que podem ser considerados entre médios e altos e preços de venda comedidos para o mercado de madeira atual. Mesmo com as restrições impostas à análise, os resultados para a silvicultura são promissores, principalmente se for considerado que há uma forte tendência de aumento dos preços praticados pelo mercado regional e que há grande probabilidade de instalação de laminadoras de madeira para absorver as toras produzidas de maior dimensão. Dentro dos critérios de análise adotados, demonstrou-se que as taxas de juros oficiais e os prazos de pagamentos praticados no Brasil são incompatíveis com a silvicultura de longa rotação, que tem como objetivo a obtenção de madeira de grandes dimensões e maior valor agregado, sendo necessário criar políticas governamentais adequadas e específicas para esse tipo de empreendimento.

Palavras-chave: *Pinus*, Silvicultura, Planejamento florestal, Desenvolvimento regional, Economia florestal, Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul.

## ABSTRACT

Tese de Doutorado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### **SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO DE *Pinus elliottii* Engelm. NA SERRA DO SUDESTE, RIO GRANDE DO SUL**

(ALLOWANCES FOR PLANNING THE PRODUCTION OF *Pinus elliottii* Engelm. IN SERRA  
DO SUDESTE, RIO GRANDE DO SUL)

*Author:* Eduardo Pagel Floriano

*Advisor:* Dr. Paulo Renato Schneider

*Date and Place of Defense:* Santa Maria, march 10, 2008.

In Rio Grande do Sul, the Serra do Sudeste has been the target of large forest investments due to government programs for sectorial regional development in the three levels of the administration. One of the species with the largest planted area in the region is the *Pinus elliottii* Engelm. Two large neighboring counties with typical physiography areas of Serra do Sudeste have aroused special attention to its forestry development: Cachoeira do Sul and Encruzilhada do Sul. The forestry production is already a reality for both and is very promising. The strategic location, favourable climate and soils, boosted the forestry development in the region where small to large companies have plantations. This study aimed to examine the overall production of *Pinus elliottii* wood in the municipalities of Cachoeira do Sul and Encruzilhada do Sul, in Rio Grande do Sul, and the specific objectives: a) raise data on all environmental and socioeconomic aspects involved in activity, in order to provide subsidies for the forestry development planning in the region with a view to sustainable forest management, b) determine production costs and possible revenue, c) achieve the economic and financial analysis of wood's production of *Pinus elliottii* at regional conditions d) characterize the growth and production of *Pinus elliottii* by log's size. In 2005 and 2006, respectively, 481 and 542 sample plots were measured in populations of *Pinus elliottii* in Serra do Sudeste, RS, and 6 trees were felled in different sites and submitted to the analysis of trunk. The Index of Site (IS) was defined as the dominant height at the age of 22 years, and the sample plots showed a variation of IS between 18 and 38 meters. It was observed tilt upward curve of the IS from the older to the younger forests, which still remains, making foresee that it is still possible to improve the productivity of populations. The costs of the deployment

of populations were estimated at R\$ 2.292,09/ha and the maintenance ranged between R\$ 134.84/ha and R\$ 363.98/ha yearly, and are in the range of costs of other studies in the literature. The total production per hectare in the current system of management, with rotation of 26 years and 4 thinnings, were between 528 m<sup>3</sup>/ha at IS 22 and 1,140 m<sup>3</sup>/ha at IS 34, but it is believed that averages more likely to get in the current conditions in the Serra do Sudeste are among the productivity of IS 26 and 28, who are between 25.8 and 29.8 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>. From the IS 28, with Net Present Value (NPV) of R\$ 1.147,17/ha, the production of wood of *Pinus* becomes interesting, and on the IS 26 with an Internal Rate of Return (IRR) of 6,86% already could pay the interest of PROPFLORA of 6.75%. The IS 28 served as a comparing base with a Annual Equivalent Value (AEV) of R\$ 94.78/ha, the first that shows some attractiveness, similar to the minimum value of the lease of land for livestock in the region, closed to the value of 40 kg of livestock per hectare. The analysis of different management regimes for the IS 28 showed that increased NPV is obtained with rotation of 26 years and 4 thinnings in cycle of 4 years, starting up the cuts to 10 years. It was drawn up a scenario of forestry development providing for the expansion of the sawmills park and installation of a bulky fiberboard industry, that would be complementary in the consumption of produced wood's logs sizes. It were identified 92 thousand hectares as likely to be cultivated with *Pinus* in the study area, which could inject about R\$ 92.8 million of forestry Gross Added Value (GAV), and the industrialization of wood could add other R\$ 370 million annually, generating more than 15 thousand jobs. The *Pinus elliottii* has shown good results in the region, has good increase, without reason for concern about the invasion of natural areas, and is positive in the recovery of land, usually exhausted by improving and regulating the water system, bringing more income and jobs than the current use with livestock, diversifying the rural productive matrix, reducing the risk of rural producer, and generating the prospect of installing a large forest-based industrial park, which will boost development not only in the economic aspect, but mainly in the social scope, generating more opportunities for cultural development, influencing the change in the indicators for health and education and improving the welfare of the population. The economic analysis was performed with considerable caution, using moderate levels of productivity, costs within patterns that can be considered between middle and high prices and restraint at today's market of wood. Even with the restrictions imposed on the analysis, the results are promising for the forestry, especially if it is considered that there is a strong trend of increase of prices charged by regional market and that there is high possibility of installing wood veneer industries to absorb the production of larger log's size. Within the criteria adopted for the analysis, it was shown that official interest rates and payment periods practised in Brazil are incompatible with the long rotation forestry, which aim to obtain wood of large and greater added value, being necessary to create appropriate and specific government policies to this type of venture.

Keywords: *Pinus*, Forestry, Forestry planning, Regional development, Forest economy, Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produtividade de florestas de coníferas e folhosas no Brasil e países selecionados (m <sup>3</sup> /ha/ano). Fonte: ABRAF (2006) et al.; SBS (2006). .....	20
Figura 2 - Produção, consumo e exportação de madeira serrada no Brasil em 2005. Fonte: ABIMCI (2006) et al. SBS (2006). .....	22
Figura 3 - Principais compradores de madeira serrada do Brasil em 2005. Fonte: ABIMCI (2005) et al. SBS (2006). .....	22
Figura 4 - Fisiografia de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul. Fonte: Extraído do Mapa fisiográfico do Rio Grande do Sul - UFSM/SEMA-RS (2001). .....	26
Figura 5 - Solos dos Municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul, RS. Fonte: IBGE (2002). .....	27
Figura 6 - Mapa de suscetibilidade à erosão dos solos do Rio Grande do Sul - Municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul em destaque. Fonte: ANA (2005). .....	28
Figura 7 - Potencial agrícola das terras do Rio Grande do Sul. Fonte: IBGE (2005). .....	29
Figura 8 - Compilação dos mapas de potencial agrícola, classe potencial de uso, tipo de solo e erodibilidade, caracterizando as terras próprias para culturas permanentes (área achureada) nos Municípios de Cachoeira do sul e Encruzilhada do Sul, com fisiografia da Serra do Sudeste, RS. Fontes: IBGE (2002 e 2005) e ANA (2005). .....	30
Figura 9 - Balanço hídrico climático - Encruzilhada do Sul, RS - latitude: 30,53 S; longitude: 52,52 W; altitude: 427 m; período: 1961-1990. Fonte: INMET (2007). .....	32
Figura 10 - Cadeia produtiva da produção de madeira. Fonte: Aracruz (2005). .....	50
Figura 11 - Cadeia produtiva da madeira. Fonte: BNDES (2005). .....	51
Figura 12 - Sistema de produção de celulose kraft. Fonte: Aracruz (2005). .....	56
Figura 13 - Sistema agroindustrial da goma-resina e seus derivados. Fonte: Adaptado de Ferreira (2001). .....	62
Figura 14 - Produção mundial de breu. Fonte: Naval Store (2000) apud Neves et al. (2001). .....	63
Figura 15 - Subsistema da indústria moveleira. Fonte: Bacha apud Moraes e Nassar (2002). .....	65
Figura 16 - Fatores determinantes para o desenvolvimento florestal. Fonte: Tuoto (2005). .....	67
Figura 17 - Região de ocorrência natural dos <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> . Fonte: eFloras (2008). .....	78
Figura 18 - Esquema genérico do fluxo de caixa de um projeto de investimento convencional. Fonte: Rezende (2005). .....	83
Figura 19 - Custo médio da produção de madeira para celulose posto fábrica em 2004. Fonte: Banco do Brasil (2006). .....	92
Figura 20 - Seqüência de atividades na silvicultura. .....	101
Figura 21 - Etapas da silvicultura de <i>Pinus</i> no sul do Brasil para produção de fibras e energia (madeira de pequenas dimensões) e para madeira sólida (madeira de grandes dimensões). .....	102
Figura 22 - Equação para estimar o número de árvores por hectare e resíduos da mesma. .....	124

Figura 23 - Freqüência por hectare de povoamentos de <i>Pinus elliottii</i> , por sítio e por idade, na Serra do Sudeste, RS; à esquerda: valores observados; à direita: valores estimados pela equação.....	124
Figura 24 - Curvas de índice de sítio calculadas tomando por base a análise de tronco de árvores de <i>Pinus elliottii</i> .....	125
Figura 25 - Número de parcelas do inventário por sítio e por idade.....	126
Figura 26 - Índices de Sítio das parcelas amostrais por idade.....	126
Figura 27 - Equação modelada para estimar o diâmetro médio em função do sítio e idade e os resíduos gerados pela mesma.....	128
Figura 28 - Equação modelada para estimar o Coeficiente de Variação do diâmetro médio em função do sítio e idade e os resíduos gerados pela mesma....	128
Figura 29 - Diâmetros médios observados e estimados por sítio e por idade.....	129
Figura 30 - Coeficientes de Variação do diâmetro médio, observados e estimados por sítio e por idade. ....	129
Figura 31 - Equação modelada para estimar a altura média em função do diâmetro, do sítio e da altura dominante e os resíduos gerados pela mesma. ....	130
Figura 32 - Equação modelada para estimar o Coeficiente de Variação da altura média em função do sítio e idade e os resíduos gerados pela mesma.....	130
Figura 33 - Alturas médias observadas e estimadas por sítio e por idade. ....	131
Figura 34 - Coeficientes de Variação da altura média, observados e estimados por sítio e por idade.....	131
Figura 35 - Produção por Índice de Sítio em cada intervenção nas idades de 10, 14, 18, 22 e 26 anos para povoamentos de <i>Pinus elliottii</i> na Serra do Sudeste, RS. Em que as unidades de medida usadas em cada linha de dados são: Corte Final, Desbastes e Total ( $m^3.ha^{-1}$ ); IMA ou incremento médio anual em volume ( $m^3.ha^{-1}.ano^{-1}$ ); Índice de Sítio, ou altura dominante na idade de 22 anos (m).....	134
Figura 36 - Receita prevista em R\$/ha por sítio por intervenção nas idades de 10, 14, 18, 22 e 26 anos para povoamentos de <i>Pinus elliottii</i> na Serra do Sudeste, RS, em outubro de 2007. ....	135
Figura 37 - VPL DA PRODUÇÃO DE MADEIRA DE <i>PINUS ELLIOTTII</i> NA SERRA DO SUDESTE, RS (2007).....	136
Figura 38 - Razão Benefício/Custo da produção de madeira de <i>Pinus elliottii</i> na Serra do Sudeste, RS (2007). ....	137
Figura 39 - TIR da produção de madeira de <i>Pinus elliottii</i> na Serra do Sudeste, RS (2007).....	137
Figura 40 - VAE da produção de madeira de <i>Pinus elliottii</i> na Serra do Sudeste, RS (2007).....	138
Figura 41 - Variação do VPL no Sítio 28 com a variação da taxa de juros de 0 a 10%.....	139
Figura 42 - Produções prognosticadas por Regime de Manejo em rotações de 12, 18, 22, 26 e 30 anos, para povoamentos de <i>Pinus elliottii</i> na Serra do Sudeste, RS. Em que as unidades de medida usadas em cada linha de dados são: Corte Final, Desbastes e Total ( $m^3.ha^{-1}$ ); IMA ou incremento médio anual em volume ( $m^3.ha^{-1}.ano^{-1}$ ); Rotação (anos).....	142
Figura 43 - Receitas não atualizadas prognosticadas por Regime de Manejo em rotações de 12, 18, 22, 26 e 30 anos, para povoamentos de <i>Pinus elliottii</i> na Serra do Sudeste, RS. Em que as unidades de medida usadas em cada linha de dados são: Corte Final, Desbastes e Total (R\$); Rotação (anos). ....	143
Figura 44 - VPL de diferentes regimes de manejo com rotações de 12, 18, 22, 26 e 30 anos, para <i>Pinus elliottii</i> , na Serra do Sudeste, RS.....	143

Figura 45 - Razão Benefício/Custo de diferentes regimes de manejo com rotações de 12, 18, 22, 26 e 30 anos, para <i>Pinus elliottii</i> , na Serra do Sudeste, RS.....	144
Figura 46 - TIR de diferentes regimes de manejo com rotações de 12, 18, 22, 26 e 30 anos, para <i>Pinus elliottii</i> , na Serra do Sudeste, RS.....	145
Figura 47 - VAE de diferentes regimes de manejo com rotações de 12, 18, 22, 26 e 30 anos, para <i>Pinus elliottii</i> , na Serra do Sudeste, RS.....	146

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Dez países com maior área de florestas plantadas (milhões de hectares).....	19
Tabela 2- Produtos florestais oriundos de plantações de <i>Pinus</i> (2000).....	21
Tabela 3- Dados Climáticos de Encruzilhada do Sul, RS. ....	34
Tabela 4- Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDESE).....	38
Tabela 5- Faturamento da cadeia produtiva de base florestal em 2003 no RS. ....	46
Tabela 6- Quantidades produzidas de madeira em toras, originadas de florestas nativas e de florestas plantadas nos municípios da área de abrangência e no RS em 2005 (m <sup>3</sup> /ano).....	47
Tabela 7- Produção, Comércio e Consumo mundial de Produtos Florestais em 2000 (em milhares de m <sup>3</sup> ). ....	47
Tabela 8- Contribuição do setor florestal para a balança comercial brasileira em 2005.....	49
Tabela 9- Demanda de madeira e produção brasileira de produtos florestais.....	49
Tabela 10 - Mudanças na produtividade florestal devido ao uso da silvicultura clonal.....	52
Tabela 11 - Produtividade da mão-de-obra em sub-setores de base florestal. ....	53
Tabela 12 - Empregos Gerados por Aumento de Produção de R\$ 10 milhões, com preços médios de 2003. ....	55
Tabela 13 -Consumo de energia elétrica em indústrias de madeira. ....	59
Tabela 14 - Produção de resina, breu e terebintina no Brasil (t/ano) ....	63
Tabela 15 - Produção de goma-resina dos principais países produtores (t/ano). ....	63
Tabela 16 - Prazos de colheita da madeira de acordo com o tipo de indústria. ....	79
Tabela 17 - Preços em Reais da madeira de <i>Pinus</i> em pé, por estéreo, no Estado de São Paulo, em outubro de 2006 e outubro de 2007.....	80
Tabela 18 - Produção e receita de floresta de <i>Pinus</i> na região sul. ....	81
Tabela 19 - Preços de madeira de <i>Pinus</i> praticados no Noroeste do Rio Grande do Sul no segundo semestre de 2006, por sortimento. ....	81
Tabela 20 - Preços médios estimados em 2007 para <i>Pinus elliottii</i> na Serra do Sudeste, RS.....	82
Tabela 21 - TIR e VPL em diferentes plantios florestais, em 2002, na Região Sul.....	87
Tabela 22 - Custos de implantação de florestas de <i>Pinus</i> na região sul. ....	90
Tabela 23 - Custos de manutenção de floresta de <i>Pinus</i> na região sul. ....	90
Tabela 24 - Custos de atividades florestais.....	91
Tabela 25 - Exportação de nutrientes pela colheita de <i>P.elliottii</i> com altura de 19,47 m e DAP de 19 cm aos 24 anos de idade (kg/t).....	92
Tabela 26 - Custos das operações de implantação de um plantio de <i>Pinus</i> em espaçamento 3x2m, no RS, em 2006. ....	93
Tabela 27 - Custos das operações de manutenção de um plantio de <i>Pinus</i> em espaçamento 3x2m, no RS, em 2006. ....	94
Tabela 28 - Recomendações e rendimentos da desrama em <i>Pinus</i> na Klabin. ....	95
Tabela 29 - Custos operacionais do baldeio com forwarder.....	95
Tabela 30 - Custos de produção do Forwarder (R\$/m <sup>3</sup> ) em função do volume por árvore para diferentes comprimentos de toras.....	95

Tabela 31 - Custos de equipamentos de construção de estradas - 2003/4. ....	96
Tabela 32 - Custos e receitas na eucaliptocultura para uso múltiplo - 2007. ....	97
Tabela 33 - Áreas de possível ocupação com silvicultura, por classe de uso potencial, nos municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul, RS. ....	99
Tabela 34 - Médias gerais por idade de 481 e 542 parcelas amostrais, medidas em 2005 e 2006, respectivamente, em povoamentos de <i>Pinus elliottii</i> na Serra do Sudeste, RS... ..	120
Tabela 35 - Qualidade do ajustamento dos modelos de distribuição Gama, Log-Normal, Normal e Weibull à distribuição de diâmetros das árvores dos povoamentos estudados..... ..	122
Tabela 36 - Resultados da análise da distribuição de diâmetros de povoamentos de <i>Pinus elliottii</i> na Serra do Sudeste, RS, por idade.....	123
Tabela 37 - Custos por fase na produção de madeira de <i>Pinus</i> na Serra do Sudeste, RS (2007).....	132
Tabela 38 - Efeito da taxa de juros sobre os indicadores econômicos no Sítio 28.....	140
Tabela 39 - Regimes de manejo estudados para produção de <i>Pinus elliottii</i> na Serra do Sudeste, RS..... ..	141
Tabela 40 - Prognose de Valor Adicionado Bruto (VAB) pela produção de madeira de <i>Pinus</i> na economia regional, considerando o valor da madeira em pé. ....	147

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIMCI - Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente.

ABIMÓVEL - Associação Brasileira da Indústria do Mobiliário.

ABPM - Associação Brasileira de Produtores de Madeira.

ABRACAVE - Associação Brasileira de Florestas Renováveis.

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

APIBA - Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira.

ARESB - Associação dos Resinadores do Brasil.

B/C - Razão Benefício/Custo.

BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento.

BIRD - Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (Banco Mundial).

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.

BRDE - Banco Regional de Desenvolvimento.

CEPEA – Centro de Pesquisa Agropecuária da ESALQ, São Paulo.

COREDE - Conselho Regional de Desenvolvimento.

EIA/RIMA – Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

ESALQ - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós, Piracicaba. SP.

EUA - Estados Unidos da América.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas).

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental, RS.

FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo.

FLOCEN - Florestas do Centro do Rio Grande do Sul.

FSC – Forest Stewardship Council (Conselho de Manejo Florestal).

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

INCRA Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.

IPEF – Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (SP).

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

MCT - Ministério de Ciência e Tecnologia.

MDF - Medium density fiberboard (placa de fibra de madeira de média densidade).

MMA - Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal.

MP - Ministério do Planejamento.

OSB - Oriented Strand Board (placa de farpas de madeira orientadas).

PIB - Produto Interno Bruto.

PNF – Programa Nacional de Florestas.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.

PROPFLORA – Programa Pró-Floresta (programa de financiamento para a silvicultura do BNDES).

REMADE - Revista da Madeira.

RS - Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

SAS – Statistic Analysis System (sistema de análise estatística).

SBS - Sociedade Brasileira de Silvicultura.

SCP – Secretaria de Controle e Planejamento do Estado do Rio Grande do Sul.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas.

SEDAI/RS - Secretaria do Desenvolvimento e dos Assuntos Internacionais do Estado do Rio Grande do SUL.

SEICOM - Secretaria de Indústria, Comércio e Mineração.

SEMA-RS – Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul.

SENAC - Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial.

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural.

SENAT - Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte.

SINDIMADEIRA - Sindicato das indústrias de madeira e móveis do Rio Grande do Sul.

STCP-Engenharia de Projetos - Empresa privada de consultoria e assessoria empresarial.

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria, RS.

TIR - Taxa Interna de Retorno.

VAB - Valor Adicionado Bruto.

VAE - Valor Anual Equivalente.

VPL - Valor Presente Líquido.

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\Delta\%$  - Incremento ou diferença em percentagem.

cm - Centímetro.

d - DAP, diâmetro à altura do peito (1,3 metros do colo da árvore).

g - Área basal, ou seccional, individual do tronco da árvore a 1,3m de altura do solo.

G - Área basal por hectare.

h - Altura total da árvore.

$h_{100}$  - Altura dominante (altura média das 100 árvores mais grossas por hectare).

ha - Hectare (=10 mil metros quadrados).

IS - Índice de Sítio (neste trabalho: altura dominante na idade de 22 anos).

kg - Quilograma.

km - Quilômetro.

$\text{km}^2$  - Quilômetro quadrado (=100 hectares).

kwh – Quilowatt hora.

m - Metro.

$\text{m}^2$  - Metro quadrado.

$\text{m}^3$  - Metro cúbico sólido.

mcal – Megacaloria (1 milhão de calorias).

mm - Milímetro.

mwh – Megawatt hora.

R\$ - Real, moeda oficial brasileira.

st - Estéreo (medida de volume para lenha equivalente a um metro cúbico (BUENO, 1992), incluindo espaços vazios; um metro cúbico aparente).

t - Tonelada.

US\$ - Dólar, moeda oficial dos Estados Unidos da América.

v - Volume total individual de uma árvore.

V - Volume total por hectare

wh – Watt hora.

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 HISTÓRICO .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 O GÊNERO PINUS E AS FLORESTAS PLANTADAS .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3 REGIÃO DE ABRANGÊNCIA E AMBIENTE .....</b>	<b>25</b>
<b>2.4 AMBIENTE BIOFÍSICO .....</b>	<b>25</b>
2.4.1 FISIOGRAFIA.....	25
2.4.2 SOLOS.....	25
2.4.3 PRECIPITAÇÃO.....	30
2.4.4 TEMPERATURA .....	31
2.4.5 BALANÇO HÍDRICO .....	31
2.4.6 CLIMA .....	33
2.4.7 VEGETAÇÃO NATURAL .....	33
2.4.8 POTENCIAL INVASOR DO PINUS NA REGIÃO.....	35
<b>2.5 AMBIENTE SOCIOECONÔMICO.....</b>	<b>36</b>
2.5.1 MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DO SUL.....	36
2.5.2 MUNICÍPIO DE ENCRUZILHADA DO SUL .....	37
2.5.3 ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO (IDESE) .....	37
2.5.4 TERRAS, PREÇOS E NÚMERO DE GRANDES PROPRIEDADES .....	37
2.5.5 FLORESTAS PLANTADAS.....	38
2.5.6 AGROPECUÁRIA .....	39
2.5.7 INDÚSTRIA.....	40
2.5.8 COMÉRCIO.....	40
2.5.9 SERVIÇOS.....	40
2.5.10 EMPREGOS.....	41
2.5.11 EDUCAÇÃO.....	41
2.5.12 ENERGIA ELÉTRICA.....	43
2.5.13 TRANSPORTES .....	43
<b>2.6 CADEIAS PRODUTIVAS DE BASE FLORESTAL .....</b>	<b>43</b>
2.6.1 SISTEMA PRODUTIVO DE BASE FLORESTAL .....	45
2.6.2 MERCADO DE PRODUTOS FLORESTAIS.....	47
2.6.3 DEMANDA DE MADEIRA .....	49
2.6.4 CADEIA PRODUTIVA DA MADEIRA.....	50
2.6.5 PRODUTIVIDADES.....	52
2.6.6 MADEIRA SERRADA.....	53

2.6.7 LAMINAÇÃO .....	54
2.6.8 CELULOSE .....	55
2.6.9 SETOR ENERGÉTICO .....	58
2.6.10 RESINAS, GOMAS E ÓLEOS ESSENCIAIS .....	61
2.6.11 SETOR MOVELEIRO.....	64
<b>2.7 DESENVOLVIMENTO FLORESTAL REGIONAL .....</b>	<b>64</b>
2.7.1 PRINCÍPIOS DE DESENVOLVIMENTO .....	65
2.7.2 ESTRATÉGIAS DE GESTÃO PÚBLICA NO BRASIL .....	66
2.7.3 FATORES DE INFLUÊNCIA SOBRE O DESENVOLVIMENTO FLORESTAL .....	67
2.7.4 ATORES DO DESENVOLVIMENTO FLORESTAL REGIONAL .....	68
2.7.5 POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL .....	68
2.7.6 PROGRAMAS OFICIAIS PARA FINANCIAMENTO FLORESTAL.....	69
2.7.7 INVESTIMENTOS .....	71
2.7.8 INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL REGIONAL .....	71
<b>2.8 RESTRIÇÕES E OPORTUNIDADES DE INVESTIMENTOS .....</b>	<b>73</b>
2.8.1 RESTRIÇÕES .....	74
2.8.2 OPORTUNIDADES .....	77
<b>2.9 ESPÈCIES DE PINUS CULTIVADOS NA REGIÃO SUDESTE DO RS.....</b>	<b>77</b>
<b>2.10 ASPECTOS SILVICULTURAIS .....</b>	<b>78</b>
2.10.1 SORTIMENTOS DE MADEIRA E PREÇOS .....	79
2.10.2 CRITÉRIOS DE ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA.....	82
2.10.3 TIR E VPL DE DIFERENTES PLANTAÇÕES FLORESTAIS.....	86
2.10.4 ELEMENTOS DO MANEJO E MODELOS DE PRODUÇÃO .....	87
2.10.5 ROTAÇÃO E CICLOS DE CORTE .....	88
2.10.6 CUSTOS E RENDIMENTOS NA CULTURA DE <i>PINUS</i> .....	89
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>98</b>
<b>3.1 LOCAL DO ESTUDO.....</b>	<b>98</b>
<b>3.2 CARACTERÍSTICAS REGIONAIS .....</b>	<b>98</b>
<b>3.3 ÁREA DISPONÍVEL PARA PRODUÇÃO FLORESTAL .....</b>	<b>98</b>
<b>3.4 SISTEMA SILVICULTURAL .....</b>	<b>100</b>
3.4.1 ROTAÇÃO E CICLO DE DESBASTE .....	103
3.4.2 CUSTOS E RENDIMENTOS NA CULTURA DE PINUS .....	103
3.4.3 SILVICULTURA REGIONAL DE PINUS .....	104
<b>3.5 CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DOS POVOAMENTOS.....</b>	<b>108</b>
3.5.1 VARIÁVEIS MEDIDAS E ESTIMADAS .....	108
3.5.2 ESTATÍSTICAS .....	110
3.5.3 MODELAGEM MATEMÁTICA E AJUSTE DE EQUAÇÕES .....	113
3.5.4 ÍNDICES DE SÍTIO .....	114
3.5.5 AMPLITUDE DE VARIAÇÃO DOS SÍTIOS .....	115
3.5.6 ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DE DIÂMETROS.....	115
3.5.7 ESPAÇAMENTO RELATIVO .....	115

3.5.8 RESULTADOS DO INVENTÁRIO FLORESTAL POR IDADE .....	116
3.5.9 DISTRIBUIÇÃO DE DIÂMETROS.....	116
<b>3.6 CÁLCULO DE ÁREA COM IMAGENS.....</b>	<b>117</b>
<b>3.7 CONSTRUÇÃO DAS TABELAS DINÂMICAS DE PRODUÇÃO .....</b>	<b>118</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>120</b>
<b>4.1 RESULTADOS DO INVENTÁRIO FLORESTAL.....</b>	<b>120</b>
4.1.1 DISTRIBUIÇÃO DE DIÂMETROS.....	121
4.1.2 MODELAGEM DA FREQUÊNCIA POR HECTARE .....	123
4.1.3 ALTURA DOMINANTE ( $h_{100}$ ) .....	125
4.1.4 DIÂMETRO MÉDIO.....	127
4.1.5 ALTURA MÉDIA.....	129
4.1.6 VOLUME INDIVIDUAL .....	131
<b>4.2 CUSTOS DA PRODUÇÃO DE MADEIRA.....</b>	<b>132</b>
<b>4.3 REGIME DE MANEJO 1 .....</b>	<b>133</b>
4.3.1 PRODUÇÃO NO REGIME DE MANEJO 1 .....	133
4.3.2 ESTIMATIVAS DE RECEITAS NO REGIME DE MANEJO 1.....	134
4.3.3 ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA PRODUÇÃO DE PINUS NO REGIME DE MANEJO 1 .....	135
<b>4.4 ANÁLISE DE REGIMES DE MANEJO .....</b>	<b>140</b>
4.4.1 PRODUÇÃO EM DIFERENTES REGIMES DE MANEJO .....	141
4.4.2 RECEITAS EM DIFERENTES REGIMES DE MANEJO .....	141
4.4.3 ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA DOS REGIMES DE MANEJO .....	142
<b>4.5 CENÁRIO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL REGIONAL.....</b>	<b>145</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>149</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>151</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>161</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A Mesorregião Metade Sul do Rio Grande do Sul apresenta múltiplos elementos estruturais socioeconômicos e históricos que se formaram baseados na utilização dos campos para a atividade de pecuária extensiva e rizicultura irrigada em terras de várzeas. É um espaço sub-regional inserido na região de fronteira entre o Brasil, o Uruguai e a Argentina.

A situação de depressão econômica da Metade Sul do RS e a oportunidade de desenvolvimento através da silvicultura, por diversos fatores integrados, são uma realidade que está sendo aproveitada pelo governo, nos três níveis da administração, para impulsionar o desenvolvimento por meio de um grande programa regional. Como consequência, o incremento do número de investidores interessados em se instalar e ampliar suas atividades na região foi significativo. Em alguns casos, seu interesse foi concretizado em investimentos de grande porte.

De outro lado, um grande movimento contra a silvicultura se estabeleceu no Rio Grande do Sul, sob alegações como: "o eucalipto seca o solo", "o *Pinus* é invasor de pastagens", "as grandes empresas florestadoras transformam o campo em deserto verde", entre outras. Contudo, estudos científicos sobre as plantações florestais estão demonstrando que a maioria desses mitos não se confirma. Respeitados os limites de impacto socioeconômico, as Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal e taxas de ocupação de terras que não influenciem significativamente a redução de espécies autóctones, há poucas restrições ecológicas para a silvicultura comercial. Ao contrário, espera-se um ganho ambiental devido aos cuidados que a Engenharia Florestal tem em relação ao ambiente desde seus primórdios, há dois séculos, e pelos benefícios proporcionados floresta plantada, representados pela proteção do solo contra a erosão, aumento do teor de matéria orgânica no solo, diminuição do escoamento e aumento da infiltração e retenção da água das chuvas no solo, regulação da vazão dos rios, amenização da temperatura e dos ventos, entre outros.

As espécies mais promissoras para a região são o *Eucalyptus saligna*, o *Eucalyptus dunni*, o *Pinus elliottii*, o *Pinus taeda* e a *Acacia mearnsii*. Juntas, adaptam-se a uma infinidade de objetivos de produção e diferentes condições ambientais de cultivo. Dentre elas, o *Pinus elliottii* Engelm. destaca-se como uma

das espécies mais utilizadas em plantios comerciais no sul do Brasil, devido à semelhança das características ambientais com a região de origem no sudeste dos Estados Unidos. No RS, é usado na produção de madeira para móveis e construção civil e na produção de resina utilizada em indústrias químicas, estando presente em vastas plantações por todo o leste do RS, incluindo a Serra do Sudeste.

Neste contexto, dois grandes municípios vizinhos, com áreas típicas da fisiografia da Serra do Sudeste, têm despertado especial atenção para seu desenvolvimento florestal: Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul. A produção florestal já é uma realidade para ambos e se mostra bastante promissora. A localização estratégica, o clima e os solos favoráveis impulsionaram o desenvolvimento florestal na região onde varias empresas de pequeno a grande porte já possuem plantações.

Com esse quadro de agilidade dos empreendimentos do setor, torna-se importante estudar as condições existentes para novos investimentos, assim como instituir estudos e planos que possibilitem um desenvolvimento regional harmônico, de acordo com suas potencialidades e que auxiliem a evitar erros e impactos ambientais negativos, tanto de caráter socioeconômico quanto biofísico.

## 1.1 OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo geral analisar a produção de madeira de *Pinus elliottii* nos municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul.

Os objetivos específicos a serem atingidos são:

- a) levantar dados e informações sobre aspectos ambientais e socioeconômicos envolvidos na atividade, de forma a fornecer subsídios para o planejamento do desenvolvimento florestal na região com vistas ao manejo florestal sustentável;
- b) determinar os custos de produção e rendas possíveis;
- c) realizar a análise econômica e financeira da produção de madeira de *Pinus elliottii* nas condições regionais;
- d) caracterizar o crescimento, a produção e os sortimentos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 HISTÓRICO

Caracterizada como a região mais desenvolvida do Estado até a década de 1940, a Metade Sul passou por acentuado processo de perda de dinamismo econômico a partir da década de 1980 (SPRI/MI, 2002).

Recentemente, foi desencadeado um novo processo de desenvolvimento para a região, com apoio dos governos Estadual e Federal, com o objetivo de reverter essa situação. Tendo sido criado o Fórum de Desenvolvimento Integrado e Sustentável da Mesorregião Metade Sul do RS (Fórum Mesossul) em 2001. Nesse espaço de discussão e planejamento, foi implementado um programa de desenvolvimento regional, monitorado e discutido em várias cidades, envolvendo instituições de ensino e de pesquisa, órgãos governamentais dos três escalões, investidores e lideranças representativas de toda a sociedade (PROMESOS, 2003).

Como consequência desse processo, o número de investidores interessados em se instalar e ampliar suas atividades na região foi significativo, tendo aumentado rapidamente. Em alguns casos, seu interesse foi concretizado em investimentos de grande porte, inicialmente com o Grupo Votorantin que está implantando florestas para suprir sua futura indústria de celulose a ser instalada nas proximidades de Pelotas. Outros grupos ligados ao setor madeireiro, nacionais e procedentes de países como Chile (Masisa) e Finlândia (Stora Enso), manifestaram seu interesse e seguiram os passos do Grupo Votorantin, realizando investimentos na Metade Sul, conforme tem sido divulgado pelos principais órgãos de imprensa no Estado.

Um grande programa florestal para o Estado é objeto de estudo do Departamento de Ciências Florestais da UFSM há cerca de duas décadas e a Supervisão de Recursos Naturais Renováveis do Rio Grande do Sul elaborou o primeiro plano florestal estadual em 1973, prevendo a necessidade de plantio na ordem de 80 a 90 mil ha por ano de 1974 a 1983, somente para suprir o consumo interno de madeira e de outros produtos florestais e abastecer as indústrias de base florestal do Estado na época (SECRETARIA DA AGRICULTURA, 1973). Contudo, o

programa de plantio não foi cumprido e até recentemente nenhum governo havia se interessado seriamente pelo assunto. Com as promissoras condições para produção e comercialização de madeira nas próximas décadas, principalmente devido ao que se tem denominado de "apagão florestal", referente à prognose de déficit de matéria-prima para a indústria de base florestal tanto em nível nacional, quanto mundial (VALOR ECONÔMICO, 2004), houve adesão do Governo Estadual e o RS passou a contar com um forte e abrangente programa setorial.

A viabilidade da silvicultura no Brasil vem sendo descoberta por lideranças de muitos Estados e transformada em projetos concretos de governo. No dia 23 de abril de 2004, o Governo do Estado do Rio Grande do Sul anunciou a liberação dos primeiros R\$ 30 milhões para o Programa de Financiamento Florestal Gaúcho (Proflora), com o objetivo de fomentar o florestamento para a "Metade Sul". Foi previsto o plantio de 120 mil hectares de florestas até 2006, agenciados pela CAIXA-RS e com apoio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social-BNDES. Essa fase se concretizou praticamente de forma integral e o programa de financiamento continua existindo, destinando-se a plantios de *Pinus*, *Acacia mearnsii* e *Eucalyptus*, abrangendo projetos de pessoas físicas e jurídicas de qualquer ramo de atividade, com um limite de financiamento anual de até R\$ 150 mil por projeto individual, a uma taxa de juros de inicialmente de 8,75% a.a., depois reduzida para 6,75% a.a. na fase inicial, sem correção monetária e prazo de amortização de até 12 anos, com carência de até 8 anos (CAIXA-RS, 2004; DIÁRIO POPULAR, 2004).

Além do financiamento, o Governo Estadual adotou um programa de incentivos fiscais para fomentar a indústria de base florestal. O objetivo principal foi acelerar o desenvolvimento da metade sul, criando uma cadeia produtiva capaz de gerar mais empregos, renda e impostos. Esses elementos são fundamentais para a melhoria das condições de vida da população da região considerada a menos desenvolvida do Estado (MI, 2003). A Metade Sul do RS é composta pelas regiões da Campanha, Depressão Central, Encosta do Sudeste, Litoral Sul e Serra do Sudeste.

## 2.2 O GÊNERO PINUS E AS FLORESTAS PLANTADAS

Os dez países com maior área de florestas plantadas somam cerca de 182

milhões de hectares, sendo 132 milhões em produção e outros 50 milhões plantados para proteção, 3% do total pertencem ao Brasil (Tabela 1). Muitos plantios de proteção são realizados para fixação de dunas ou recuperação de áreas em processo de arenização, outros para proteção contra erosão, aumento de infiltração da água das chuvas e redução de enchentes e para amenização climática (temperatura e ventos). As florestas de *Pinus* representam cerca de 32% da área total plantada no mundo todo.

Tabela 1 - Dez países com maior área de florestas plantadas (milhões de hectares).

<b>País</b>	<b>Total</b>	<b>Produtivas</b>	<b>Protetoras</b>
China	71326	54102	17224
Índia	30028	17134	12894
EUA	17061	17061	0
Federação Russa	16963	11888	5075
Japão	10321	0	10321
Suécia	9964	9964	0
Polônia	8757	56163	141
Sudão	6619	5677	943
Brasil	5384	5384	0
Finlândia	5270	5270	0
<b>Total</b>	<b>181693</b>	<b>132095</b>	<b>49597</b>

Fonte: FAO (2007).

A importância dos *Pinus* para o sul do Brasil foi resumida pelos organizadores do 2º Congresso Internacional do *Pinus*, realizado em Curitiba de 12 a 14 de setembro de 2006, nos seguintes itens (REMADE, nov/2006):

- consumo anual de 42 milhões de m<sup>3</sup> de toras de *Pinus*;
- cerca de 1,8 milhão de hectares plantados;
- concentração de 57% dos plantios nos Estados do sul do Brasil;
- atinge pleno desenvolvimento entre 20 a 25 anos de plantio;
- somente a indústria de serrados consome 20 milhões de m<sup>3</sup> por ano, representando 48% da demanda atual;
- com o eucalipto, o *Pinus* possui quase o dobro do consumo de florestas nativas;

- espécies perfeitamente adaptadas às condições brasileiras;
- mais de 20 espécies adequadas e com plantios no país.
- responsável por 4% das exportações brasileiras em 2003.

As principais espécies de *Pinus* plantadas atualmente no sul do Brasil são o *Pinus taeda* e o *Pinus elliottii* e na região Sudeste o *P. oocarpa* e o *P. caribaea* var. *hondurensis*. Cerca de 80% dos plantios mais recentes no sul do País são de *Pinus taeda* (SBS, 2007).

A produtividade é um dos fatores de maior influência para aumento da produção e da área de florestas plantadas no Brasil, alcançando índices 5 vezes maiores à obtida em países tradicionalmente florestais como a Suécia e Canadá e 2,5 vezes ou mais do que a de países como EUA e Portugal (Figura 1).

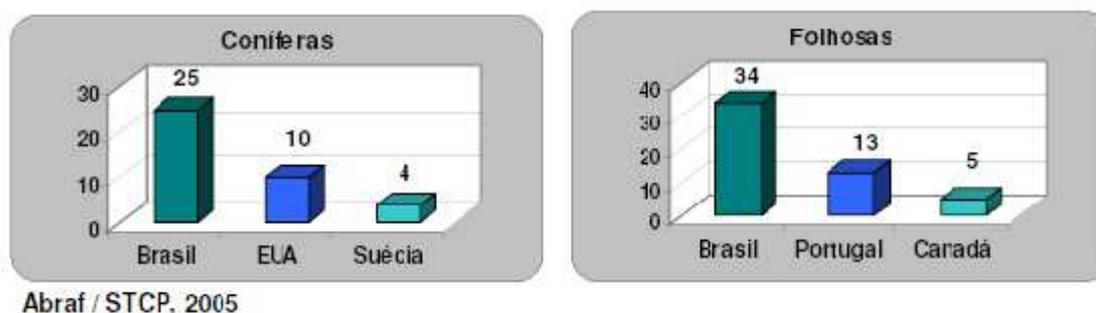


Figura 1- Produtividade de florestas de coníferas e folhosas no Brasil e países selecionados (m³/ha/ano). Fonte: ABRAF (2006) apud SBS (2006).

Com o Gênero *Pinus* têm sido utilizadas rotações de 20 a 25 anos, alcançando produtividades que variam entre 25 e 30 m³/ha/ano, mas podendo atingir até 45 m³/ha/ano (BERNETT, 2006).

Em 2000, o Brasil produziu cerca de 7,3 milhões de toneladas de produtos oriundos de madeira de *Pinus* (Tabela 2). E, em 2005, só a produção de madeira serrada de *Pinus* atingiu 8,9 milhões de m³, quando havia 1,8 milhões de hectares de florestas de *Pinus* em território brasileiro, sendo 1,62 milhões de hectares para produção de celulose (SBS, 2006).

Tabela 2 - Produtos florestais oriundos de plantações de *Pinus* (2000).

<b>Produto</b>	<b>Quantidade (t)</b>
Madeira serrada	3.753.750
Celulose fibra longa	2.019.753
Compensado	768.075
Pasta de alto rendimento	173.057
MDF	134.750
Aglomerado	42.282
Outros	363.610
<b>Total</b>	<b>7.255.277</b>

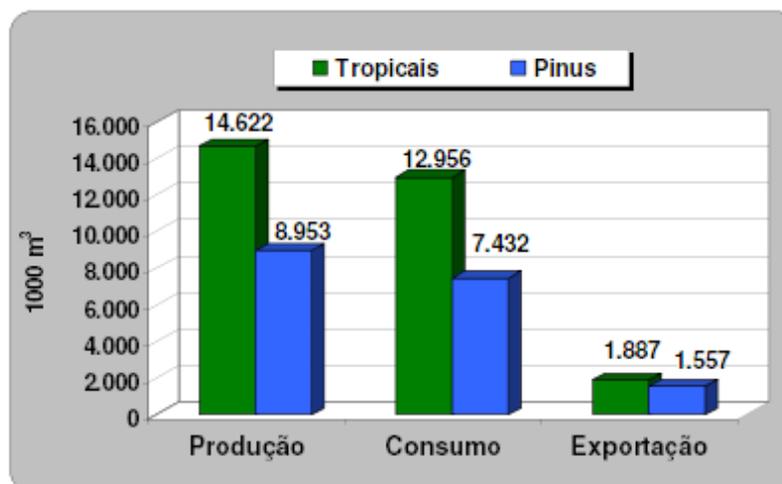
Fonte: SBS, 2000 apud Embrapa (2007).

Além disso, o Brasil constitui-se no maior exportador mundial de madeira compensada de *Pinus*, tendo exportado cerca de 1,5 milhão de toneladas, ou 58% da produção total de 2,6 milhões de toneladas, o que corresponde a 70% da produção nacional de compensados *Pinus*. O consumo interno de compensados foi de 1,7 milhão m<sup>3</sup>.

Na produção de resina de *Pinus*, o Brasil detém a segunda posição, com 91 mil toneladas. Ainda, em 2005, os 1,56 milhão de m<sup>3</sup> de madeira serrada de *Pinus* exportados pelo Brasil representaram 45,3% da madeira serrada vendida para o mercado externo, com impacto considerável na redução da exportação de madeiras nativas e, enquanto a produção de madeira serrada tropical cresceu 0,8% ao ano nos últimos 10 anos, a taxa de crescimento de madeira serrada de *Pinus* foi de 6,2%; as exportações brasileiras de madeira serrada totalizaram 3,4 milhões de m<sup>3</sup> (Figura 2), sendo 1,88 milhão oriundos das florestas tropicais e 1,55 milhão de m<sup>3</sup> oriundos das florestas plantadas de *Pinus* (SBS, 2006).

Cerca de 3 mil empresas no Brasil, localizadas principalmente nas regiões Sul e Sudeste, utilizam *Pinus* nos seus processos produtivos, concentrando-se nos seguintes produtos: indústria de madeira serrada, celulose e papel, painéis, compensados, MDF e OSB. O consumo dessas empresas vem aumentando e algumas produtoras de madeira de *Pinus* têm até mesmo abandonando o mercado externo para vender aqui. Em 2005, o consumo de madeira do segmento celulósico-papeleiro foi de 46,9 milhões de m<sup>3</sup> (39,8 milhões m<sup>3</sup> de eucalipto e 7,1 milhões m<sup>3</sup> de *Pinus*) dos quais cerca de 92% eram para processamento e o restante, para

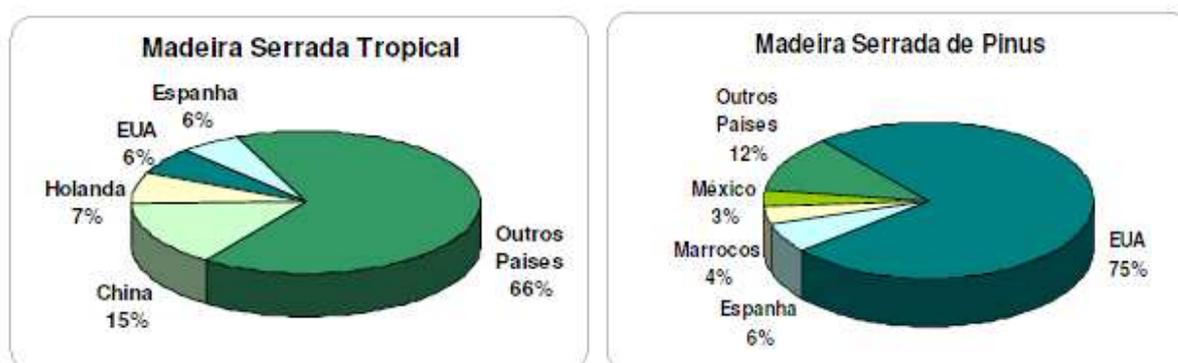
energia (ABRAF, 2006; SBS, 2007).



Abimci, 2006

Figura 2- Produção, consumo e exportação de madeira serrada no Brasil em 2005. Fonte: ABIMCI (2006).

Em 2005, os principais compradores da madeira serrada de *Pinus* foram os EUA, Espanha, Marrocos e México (Figura 3).



Abimci, 2005

Figura 3 - Principais compradores de madeira serrada do Brasil em 2005. Fonte: ABIMCI (2006).

A fabricação de produtos de maior valor agregado (PMVA), como madeira para construção e remanufaturados, molduras, beneficiados e pré-acabados (portas, janelas e torneados), armários e gabinetes semi-acabados (banho, cozinha, tampos), móveis (domésticos, comerciais, jardim, institucionais), pallets e contêineres, estruturas e casas pré-fabricadas, está baseada principalmente na madeira de *Pinus* produzida no Sul e Sudeste e atingiu cerca de US\$ 1 bilhão em exportações em 2005 (ABIMCI, 2006).

Os *Pinus* também são usados na produção de resina que, por destilação,

resulta numa fração volátil (terebintina) e uma fração não-volátil (breu) usados na fabricação de mais de 40 produtos finais a partir da terebintina e 30 do breu. A terebintina é utilizada como solvente de tintas especiais e nas indústrias químicas e farmacêuticas. O breu é usado na fabricação de tintas, vernizes, plásticos, lubrificantes, adesivos, inseticidas, germicidas e bactericidas e no seu principal emprego, a cola de breu, de uso generalizado na indústria de papel. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de resina de *Pinus* e o RS é o segundo produtor nacional com 21 mil toneladas em 2005 (ARESB, 2007).

O negócio "Silvicultura" parte da premissa de que existe mercado para seus produtos, como foi demonstrado nos parágrafos anteriores. Entretanto, poderá ser viável ou não participar dele, dependendo das muitas variáveis ou fatores envolvidos. Deve-se distinguir entre os fatores que levam à seleção de áreas para silvicultura, ou aqueles utilizados na análise da viabilidade de projetos silviculturais, ou dos utilizados para a seleção das espécies a cultivar nas áreas eleitas como adequadas à silvicultura. A viabilidade de projetos de investimento deve levar em conta os seguintes critérios: viabilidade técnica (engenharia), econômica, financeira, social e política (REZENDE, 2005).

A seleção de áreas para silvicultura deve basear-se nas características do terreno para sua implantação, uso atual e potencialidade de uso do solo, preço e dimensões da terra, aspectos ambientais, econômicos, políticos e sociais.

Os principais indicadores e critérios para escolha de espécies, a partir de sua potencialidade silvicultural para determinado local em que se considera o nível de tecnologia silvicultural, de melhoramento genético, de adaptação e de produtividade, são os seguintes:

- Fatores climáticos - Adaptação e resistência das espécies aos fatores do clima, estando entre os principais: ventos, secas, temperatura e geadas (FERREIRA, 1990);

- Fatores edáficos - Propriedades físicas e químicas dos solos, tais como: permeabilidade, profundidade, fertilidade e umidade (FERREIRA, 1990);

- Objetivos da madeira - Relacionam-se com o mercado e à adequação da madeira da espécie ao suprimento da demanda, de acordo com suas propriedades físicas, mecânicas e químicas (FERREIRA, 1990);

- Características silviculturais - Condicionam a adaptação das espécies e outros aspectos técnicos, como produtividade, potencial de rebrota e de produção de

sementes para a produção de mudas, resistência à pragas e doenças, resistência à geadas e ao vento, forma e porte das árvores e produtividade (FERREIRA, 1990);

– Recursos financeiros - Os organismos financiadores de projetos florestais não arriscam seu dinheiro em espécies cuja viabilidade técnico-econômica silvicultural não tenha sido comprovada, a exemplo da CAIXA-RS (SCHNEIDER et al., 2005), tampouco investidores particulares como as grandes empresas que fomentam pequenos produtores;

– Economia da espécie - Diversos métodos de análise econômica de projetos silviculturais têm sido utilizados para determinar a viabilidade do cultivo de diferentes espécies (REZENDE e OLIVEIRA, 2001);

– Impactos ambientais - Diversos impactos ambientais têm sido indicados como restrição ao uso de determinadas espécies na silvicultura comercial.

Conforme os resultados do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul (UFSM/SEMA-RS, 2001), em 1999/2000, o Estado possuía uma área total de florestas plantadas de 274.765 ha, sendo mais da metade com espécies do gênero *Pinus* (153.583 ha); a região da Serra do Sudeste participa com 54.396 ha, onde as florestas de *Pinus* representavam, à época, cerca de 39.111 ha e um estoque de 11.954.363 m<sup>3</sup> composto pelas espécies *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* e *Pinus sp.* Estimativas realizadas em 2007 para o RS dão conta de que a área total ocupada com florestas de produção atingiria 400 mil hectares e que outros 300 mil seriam implantados pelo programa de desenvolvimento florestal gaúcho ainda na fase inicial (VALOR ECONÔMICO, 2007).

A sustentabilidade das atividades humanas tem sido questionada pela sociedade e passou a ser uma exigência. O manejo das florestas produtivas em regime sustentado vem sendo recomendado há cerca de três séculos pelos silvicultores e está impregnado na Engenharia Florestal desde que a primeira escola foi criada, tendo sido a primeira das atividades antrópicas a desenvolver um conceito de sustentabilidade. Conceito esse que vem evoluindo e, na atualidade, parte do princípio de que devem ser considerados os seus aspectos ambientais, sociais, e econômicos; esse três pilares formam a base da sustentabilidade do manejo florestal, de acordo a FAO (2006). Assim, qualquer análise de viabilidade de programas de desenvolvimento florestal deve considerá-los como prerrogativas.

## 2.3 REGIÃO DE ABRANGÊNCIA E AMBIENTE

Nesta secção, são descritos o ambiente natural da região de abrangência deste estudo, caracterizados seus aspectos socioeconômicos e possíveis impactos causados pela atividade da silvicultura, principalmente os relacionados à cultura de *Pinus elliottii* Engelm.

## 2.4 AMBIENTE BIOFÍSICO

### 2.4.1 FISIOGRAFIA

A Metade Sul do RS é composta pelas regiões da Campanha, Depressão Central, Encosta do Sudeste, Litoral Sul e Serra do Sudeste, de acordo com o "Mapa fisiográfico do Rio Grande do Sul" (UFSM/SEMA-RS, 2001).

Os Municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul possuem áreas com características fisiográficas da Serra do Sudeste e da Depressão Central. O terço sul do município de Cachoeira do Sul e cerca de quatro quintos da área de Encruzilhada do Sul possuem características semelhantes em aproximadamente 4 mil km<sup>2</sup> pertencentes à fisiografia da Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, com relevo ondulado-recortado e elevações geralmente entre 50 e 400m, constituindo a área principal de interesse deste estudo. As demais áreas dos dois municípios fazem parte da Depressão Central (Figura 4).

### 2.4.2 SOLOS

As 17 unidades de mapeamento encontradas na área, conforme o "Mapa exploratório de solos do Rio Grande do Sul" (IBGE, 2002), são representadas na Figura 5, em que as letras maiúsculas iniciais P e R significam Podzólico e Regossolo, respectivamente; e, as letras minúsculas "a", "d" e "e" no nome das unidades significam álico, distrófico e eutrófico, respectivamente.

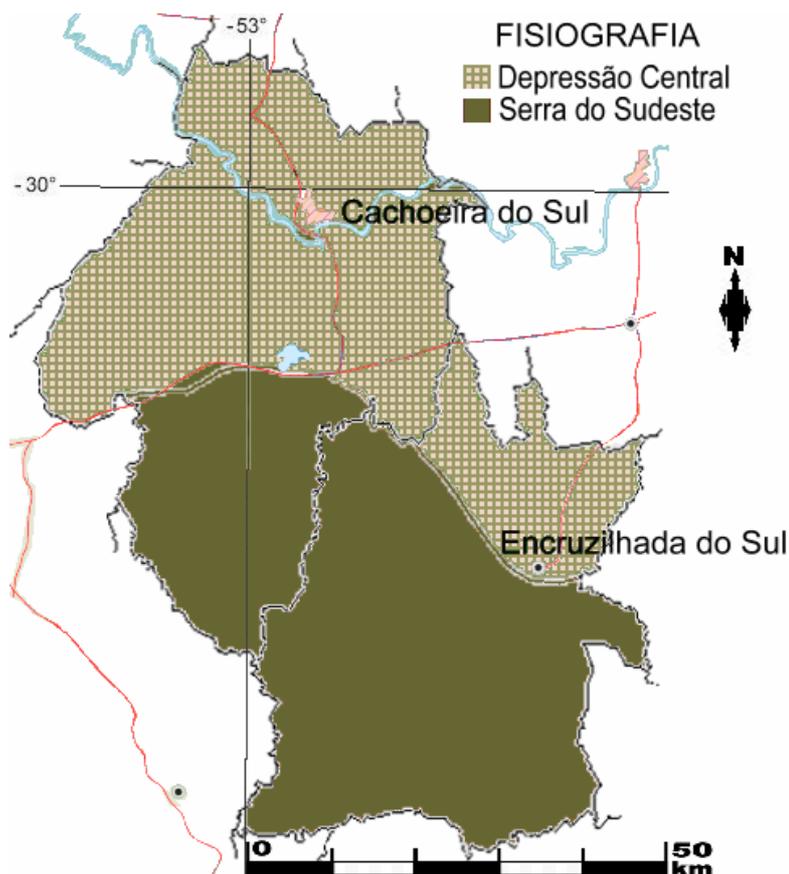


Figura 4 - Fisiografia de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul. Fonte: Extraído do Mapa fisiográfico do Rio Grande do Sul - UFSM/SEMA-RS (2001).

Os solos na área de abrangência dos dois Municípios são Podzólicos, tendo perdido parte da porção argilosa do horizonte A para o B, sendo que os do município de Cachoeira do Sul geralmente são eutróficos e mais férteis, portanto, que os solos de Encruzilhada do Sul que são distróficos em sua maioria.

A suscetibilidade à erosão dos solos brasileiros foi classificada pela Agência Nacional de Águas (2005) em cinco graus de acordo com a produção de sedimentos, sendo que a maior parte dos solos regionais é de muito baixa até moderada erodibilidade (Figura 6), nas seguintes proporções em relação à área total dos dois municípios: muito baixa (37%), baixa (10%), moderada (35%), alta (18%) e muito alta (<0,1%).

Devido às restrições de uso, a potencialidade agrícola dos solos da área de abrangência pertence às categorias C (31% da área), D (21% da área) e H (48% da área) conforme a classificação realizada pelo IBGE (2005) que as divide em Boa (A), Boa a Regular (B), Regular a Boa (C), Regular (D), Regular a Restrita (E), Restrita (F), Restrita a Desfavorável (G) e Desaconselháveis para Agricultura (H), como se pode ver na Figura 7.

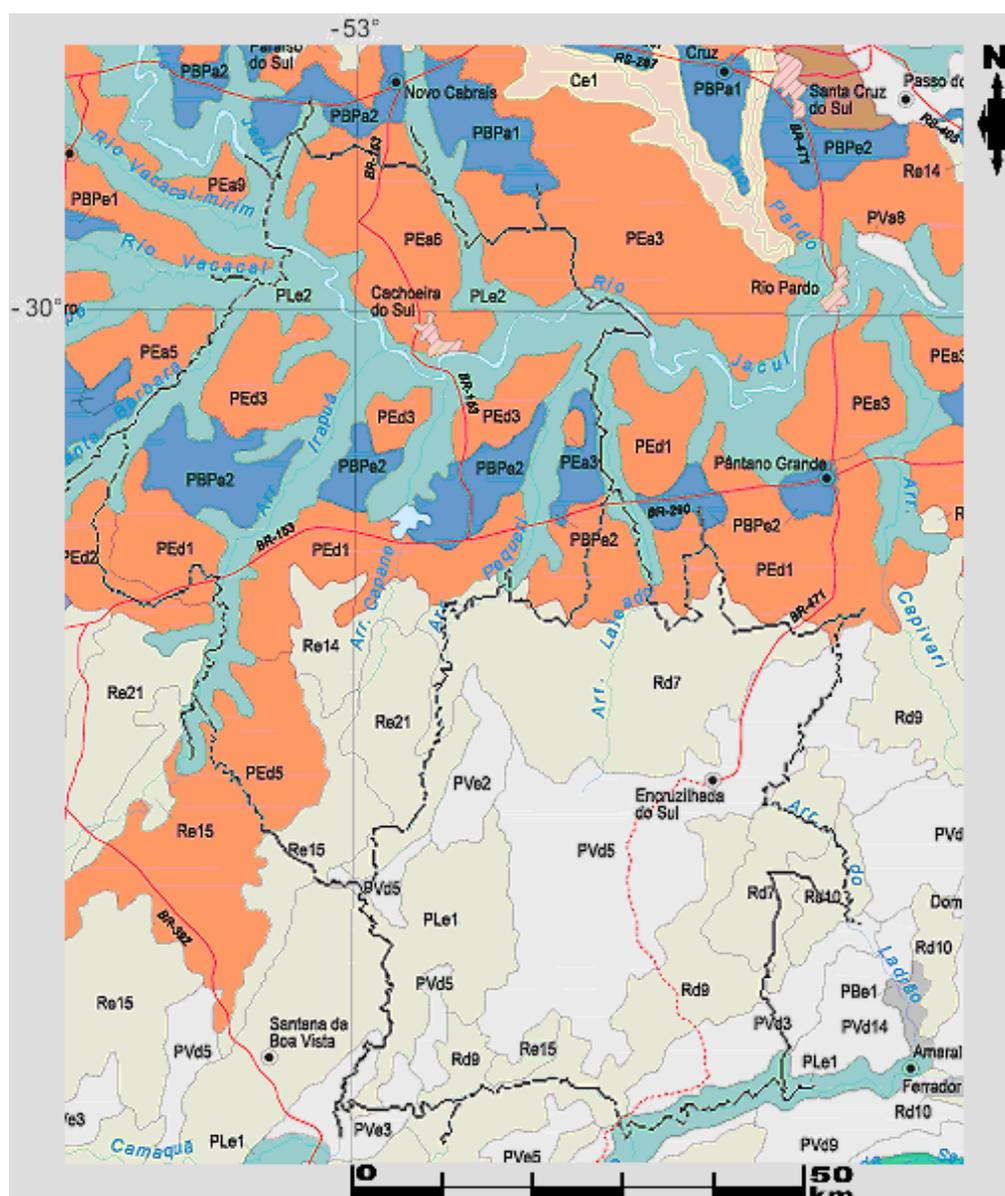


Figura 5 - Solos dos Municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul, RS. Fonte: IBGE (2002).

A classe A praticamente não apresenta limitações para uso agrícola.

As classes B e D têm restrições de nutrientes, as classes C e G apresentam restrições quanto à drenagem, enquanto as classes E, F e H têm restrições quanto à topografia acidentada.

Os solos da classe B têm somente deficiência de nutrientes. Na classe C há risco de inundações, deficiência de drenagem e de nutrientes.

A Classe D apresenta deficiência de nutrientes e elevado teor de alumínio.

A classe E, além da deficiência de nutrientes e elevado teor de alumínio, possui pequena profundidade e fortes declives.

Na classe F há fortes declives, susceptibilidade à erosão, deficiências de drenagem e de nutrientes e teores elevados de alumínio.

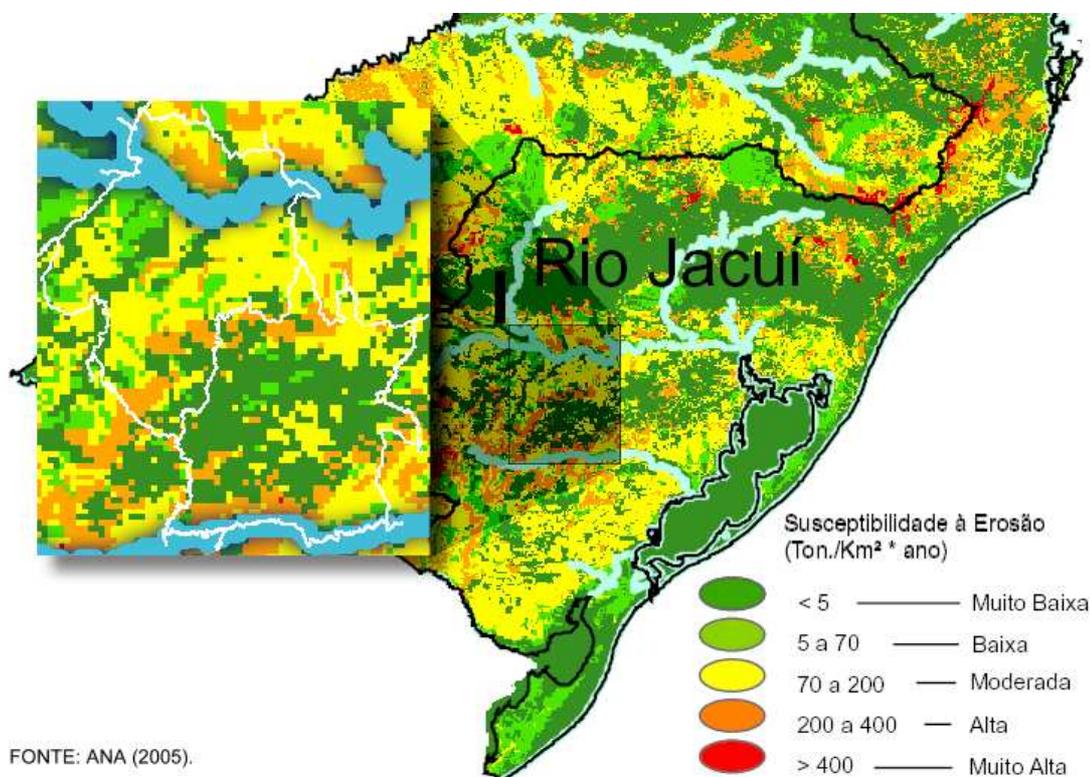


Figura 6 - Suscetibilidade à erosão dos solos do Rio Grande do Sul - Municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul em destaque. Fonte: ANA (2005).

Nos solos da classe G há teores elevados de sódio, deficiência de drenagem e de nutrientes e teores elevados de alumínio, estando presentes somente no litoral do RS.

Na classe H os solos são desaconselháveis para uso agrícola convencional por apresentarem limitações muito fortes quanto à qualidade do próprio solo (referentes à profundidade, nutrientes, alumínio, etc) ou topografia fortemente acidentada, sendo considerados apenas para culturas permanentes.

Os solos da categoria A e B devem ser utilizados preferencialmente para agricultura, exceto em pequenas porções do terreno em que não podem ser utilizados com cultivos agrícolas por existir restrições ambientais previstas na legislação. Solos destas duas categorias podem ser encontrados em porções mínimas, entremeados aos demais solos da região, não aparecendo no mapa geral.

Os solos da categoria C, pelo problema de drenagem que apresentam, podem ser utilizados para plantio de *Pinus elliottii* desde que o pH do solo não seja

alcalino, mas onde a cultura do arroz deve ser preferida se possível, respeitadas as áreas de preservação permanente e reserva legal.

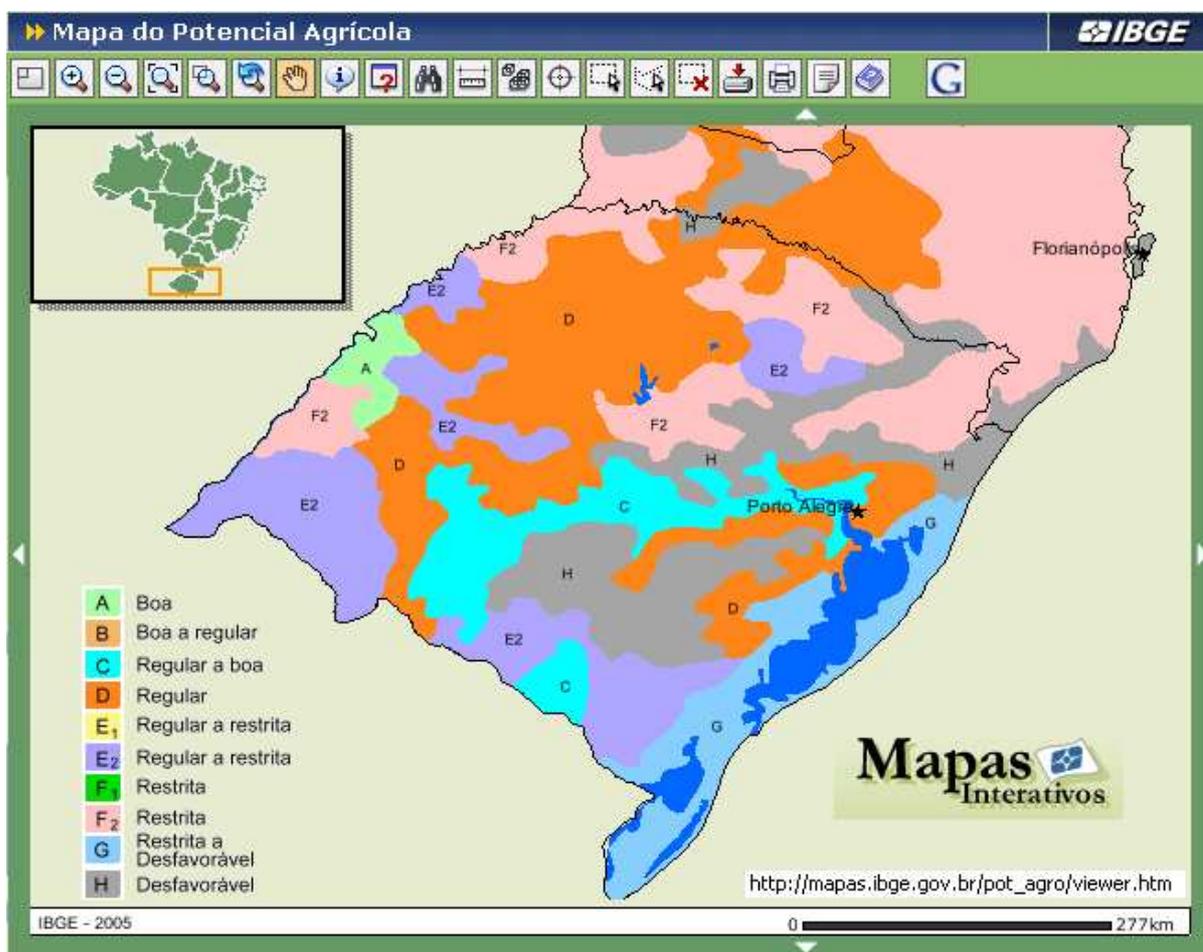


Figura 7 - Potencial agrícola das terras do Rio Grande do Sul. Fonte: IBGE (2005).

Os solos da classe D podem ser utilizados preferencialmente para pastagens, mas necessitam de calagem e alta adubação. São apropriados para silvicultura dos *Pinus* que são pouco exigentes quanto à nutrição e se dão bem com pH do solo em torno de 5.

Solos das classes E, F e H têm muitas restrições para culturas anuais e mesmo para pecuária, devendo ser destinados para silvicultura ou preservação permanente. Essas categorias perfazem a maioria dos solos da área de estudo e estão ocupadas principalmente com pastagens.

Há, portanto, uma grande porção das terras regionais que deveriam ser utilizadas pela silvicultura, pois os sistemas que envolvem florestas são sistemas que reduzem fortemente as limitações de solos quanto à susceptibilidade à erosão, agindo no sentido de recuperação e conservação do solo. Os da classe E são os

menos comuns entre os três e não aparecem no mapa da região elaborado pelo IBGE (2005) como se observa na Figura 7.

Cruzando-se os três mapas desta seção, destacando-se as áreas com restrições para uso agrícola com solos do tipo litólico (R), com erodibilidade média ou maior, caracterizados nas classes de uso E, F H na fisiografia da Serra do Sudeste, constata-se que cerca de 250 mil hectares na região são apropriados para culturas permanentes e apresentam restrições para agricultura ou mesmo para a pecuária nas feições de maior declividade (Figura 8).

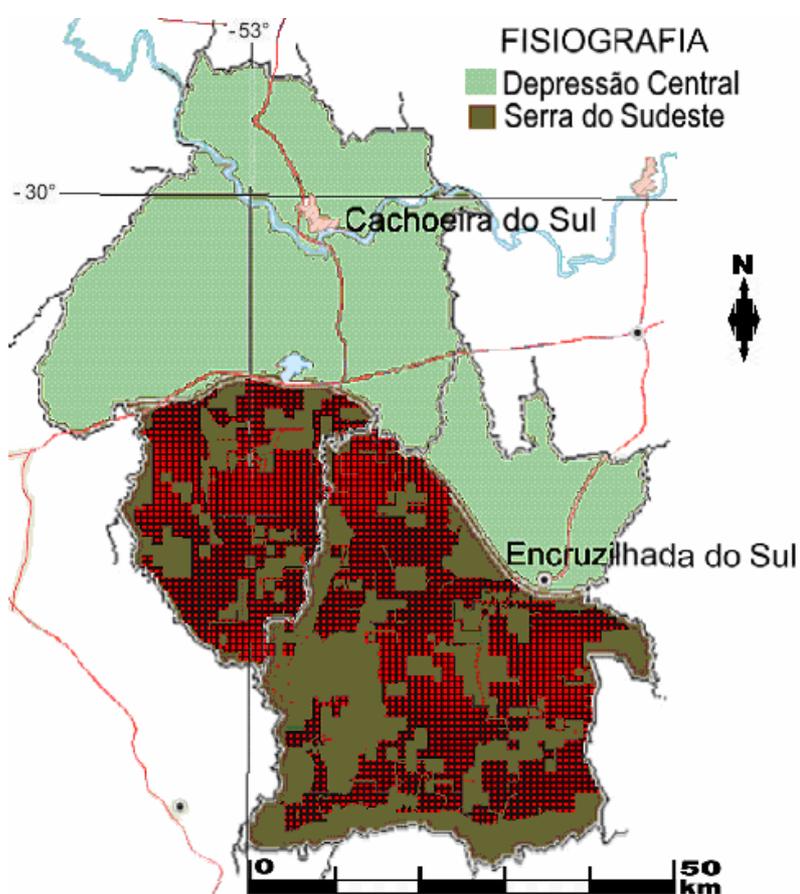


Figura 8 - Compilação dos mapas de potencial agrícola, classe potencial de uso, tipo de solo e erodibilidade, caracterizando as terras próprias para culturas permanentes (área achureada) nos Municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul, com fisiografia da Serra do Sudeste, RS. Fontes: IBGE (2002 e 2005) e ANA (2005).

#### 2.4.3 PRECIPITAÇÃO

Com relação às precipitações, há uma distribuição relativamente equilibrada

das chuvas ao longo de todo o ano em decorrência das massas de ar oceânicas que penetram no Estado, com variações de 1.300 a 1.500 mm anuais na Metade Sul e médias entre 1.700 e 2.100 mm no norte, conforme o "Mapa de Precipitação pluviométrica média anual no Rio Grande do Sul" (FEE, 2005).

Segundo Nimer (1990), das regiões geográficas do Globo bem regadas por chuvas, o sul do Brasil, é a que apresenta distribuição espacial mais uniforme.

Não há carência de chuvas ao longo do ano em nenhuma região do Estado, embora possam ocorrer esporádicos períodos de seca tanto no inverno quanto no verão, raramente ultrapassando 30 dias sem chuvas como se constata nos registros disponíveis *online* no *site* do INMET (2007).

#### 2.4.4 TEMPERATURA

As temperaturas apresentam grande variação sazonal, com verões quentes e invernos bastante rigorosos, com a ocorrência de geada e precipitação eventual de neve. As temperaturas médias anuais variam entre 15 e 18°C, com mínimas de até -10°C e máximas de 40°C de acordo com o "Mapa de temperatura média anual" elaborado pela FEE (2005).

#### 2.4.5 BALANÇO HÍDRICO

O balanço hídrico climático da Metade Sul do Rio Grande do Sul é disponibilizado *online* pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2007), calculado a partir de dados obtidos pelas estações meteorológicas de Santa Maria, Alegrete, Uruguaiana, Bagé e Encruzilhada do Sul, entre outras. As estações de Santa Maria, Bagé e Encruzilhada do Sul possuem dados de dois períodos: 1931-1960 e 1961-1990, enquanto que as estações de Alegrete e Uruguaiana só possuem dados do primeiro período (1931-1960). Nas estações que possuem dados dos dois períodos observou-se uma tendência de melhor distribuição das chuvas do primeiro para o segundo período, reforçando a tese de que o clima ainda se encontra em mudança, aumentando as chuvas de verão, o que induz uma mudança natural da vegetação, favorecendo espécies de maior porte, proporcionando o avanço de

espécies florestais sobre os campos naturais remanescentes da era glacial.

No município de Encruzilhada do Sul observa-se uma melhor distribuição das chuvas no período de 1961 a 1990, indicando mudança do clima, com mais chuvas nos meses de janeiro e fevereiro, o que proporcionou a eliminação do pequeno déficit hídrico que ocorria no mês de dezembro no período anterior, de 1937 a 1960 (Figura 9).

Localidade: **ENCRUZILHADA DO SUL-RS**  
Latitude: **30° 32' S**

Altitude (m): **427.75**  
Longitude: **52° 31' W**

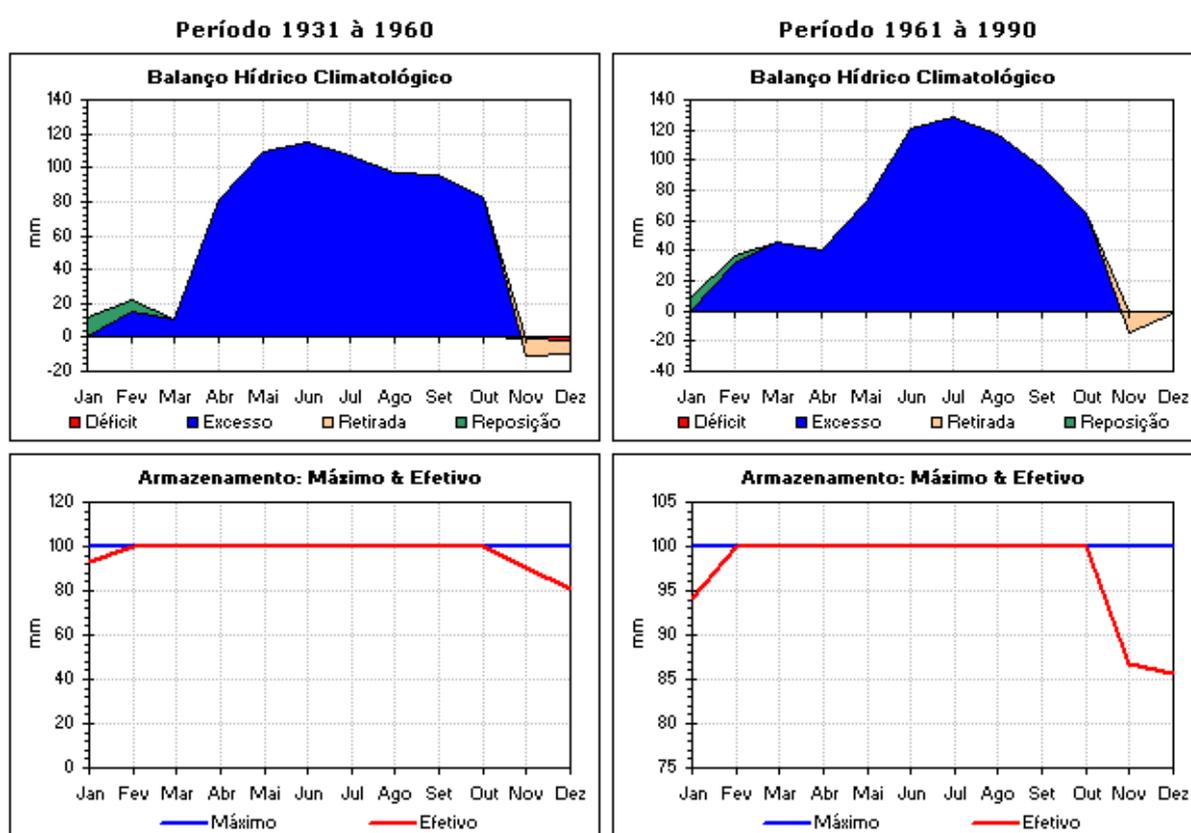


Figura 9- Balanço hídrico climático - Encruzilhada do Sul, RS - latitude: 30,53 S; longitude: 52,52 W; altitude: 427 m; período: 1961-1990. Fonte: INMET (2007).

No último período de controle (1961 a 1990) houve apenas uma pequena retirada de água do solo de 25 mm pela evapotranspiração acima do volume armazenado no solo em dezembro, embora a precipitação média do mês tenha sido de 101 mm de chuva, mas com armazenamento de 88 mm e evapotranspiração real de 113 mm.

#### 2.4.6 CLIMA

Segundo o sistema de Köppen, o Rio Grande do Sul enquadra-se na zona fundamental temperada “C” e no tipo “Cf” temperado úmido. No Estado este tipo “Cf” se subdivide em duas variedades específicas, ou seja, “Cfa” e “Cfb” (SCP, 2005). A variedade “Cfa” se caracteriza por apresentar chuvas durante todos os meses do ano e possuir a temperatura do mês mais quente superior a 22°C, e a do mês mais frio superior a 3°C. A variedade “Cfb” também apresenta chuvas durante todos os meses do ano, tendo a temperatura do mês mais quente inferior a 22°C e a do mês mais frio superior a 3°C (MORENO, 1961).

Desta forma, de acordo com a classificação de Köppen, o Estado fica dividido em duas áreas climáticas, “Cfa” e “Cfb”, sendo que a variedade “b” se restringe ao planalto basáltico superior e ao escudo Sul-Rio-Grandense, enquanto que as demais áreas pertencem à variedade “a”. Os dados climáticos da estação meteorológica de Encruzilhada do Sul (Tabela 3) indicam a classificação Cfb para o clima regional.

O clima do Rio Grande do Sul é temperado do tipo subtropical, classificado como mesotérmico úmido. Devido à sua posição geográfica, entre os paralelos 27°03'42" e 33°45'09" de latitude sul, e 49°42'41" e 57°40'57" de longitude oeste, apresenta grandes diferenças em relação ao restante do Brasil. A latitude reforça as influências das massas de ar oriundas da região polar e da área tropical continental e Atlântica (SCP, 2005).

#### 2.4.7 VEGETAÇÃO NATURAL

A vegetação da metade meridional do Rio Grande do Sul é típica do Bioma Pampa, também presente no Uruguai e norte da Argentina, caracterizada como estepe no sistema fitogeográfico internacional. Estepes ocorrem em regiões com estação climática seca e fria. No RS, a frequência relativamente alta de frentes frias polares e temperaturas negativas no período de inverno produz uma estacionalidade fisiológica vegetal típica de clima seco e frio que permitem a existência deste tipo de vegetação, embora o clima típico regional seja chuvoso, sem período seco sistemático (IBGE, 2006).

Tabela 3 - Dados Climáticos de Encruzilhada do Sul, RS.

Mês	Temp	Precip	ETP	ETR	Déficit	Excesso
	(°C)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)
Jan	22,1	118	114	114	0	0
Fev	21,9	137	101	101	0	28
Mar	20,4	128	93	93	0	35
Abr	17,4	97	63	63	0	34
Mai	14,8	113	45	45	0	68
Jun	12,2	149	29	29	0	120
Jul	12,2	157	30	30	0	127
Ago	12,7	151	34	34	0	118
Set	14,3	141	43	43	0	98
Out	16,5	127	62	62	0	65
Nov	19,5	122	87	87	0	35
Dez	21,7	101	113	113	1	0
TOTAIS	205,7	1.541	815	814	1	727
MÉDIAS	17,1	128	68	68	0	61

Fonte: Embrapa (2007a).

Devido à mudança do clima seco e frio para quente e chuvoso após a era glacial, as estepes do Rio Grande do Sul vêm sofrendo um processo de substituição natural por formações florestais típicas das florestas Estacionais Decidual e Ombrófila Densa com as quais apresenta ecótonos (IBGE, 2004):

Estepe Arborizada: este subgrupo de formação, localizado no planalto sul-rio-grandense, é divisor de águas dos Rios Camaquã e Ibicuí e caracteriza-se pela dominância de solos rasos litólicos, com afloramentos rochosos, medianamente profundos.

Estepe Parque (Campo Sujo ou *Parkland*): localizada em diferentes áreas nos Planaltos das Araucárias, sul-rio-grandense e da Campanha, também ocorre nos divisores de águas dos Rios Ibirapuitã e Ibicuí da Cruz, apresentando fitofisionomia formada basicamente por nanofanerófitos freqüentes e dispersos regularmente. O estrato gramíneo é dominado pelas mesmas formas de vida do subgrupo de formação anterior, além de algumas terófitas que, como plantas anuais, alteram o visual do Parque, imprimindo-lhe nuances de cor e de valor agrostológico.

Estepe Gramíneo-lenhosa (Campo Limpo): nesse subgrupo de formação, observam-se as “florestas-de-galeria” de porte baixo flanqueando algumas drenagens. O estrato herbáceo é constituído por duas sinúsias gramíneas: dos hemicriptófitos e a dos geófitos, ambas apresentando pilosidade nas folhas e colmos, o que sugere uma adaptação ao ambiente relativamente seco. VELOSO et al. (1991).

O Planalto Sul-Rio-Grandense, onde se encontra a área deste estudo, situa-se sobre embasamento do pré-cambriano entre a planície Marino-Lacunar e a Depressão Central, apresentando as maiores altitudes regionais, geralmente acima de 300 m; apresenta uma mescla de cobertura vegetal de Estepe Arbórea Aberta, Parque e Gramíneo-Lenhosa com marcada presença de formações florestais estacionais semidecíduais em razão do maior volume de chuvas (IBGE 2004; IBGE, 2006).

#### 2.4.8 POTENCIAL INVASOR DO PINUS NA REGIÃO

Na busca por trabalhos sobre o assunto, somente se encontrou referência às espécies *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* como invasoras para a África do Sul e para o Brasil. No caso brasileiro não há trabalho científico que indique o potencial invasor, na África é classificado em nível 2 (pequeno) numa escala de 1 (mínimo) a 5 (máximo potencial de invasão) conforme Nyoka (2003). Mas, uma avaliação de potencial invasor deve levar em consideração tanto o ambiente regional invadido, quanto o da origem da espécie. Os *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* são espécies pioneiras de comportamento reprodutivo típico, tendo como estratégia de sobrevivência disseminar o maior número possível de sementes (aladas) que não germinam todas ao mesmo tempo, elas apresentam dormência; somente algumas germinam a cada ano e as remanescentes permanecem viáveis por vários anos (FLORIANO, 2004a). Como pioneiras, não suportam a competição de vegetação clímax ou cultivada sob bom manejo. São espécies que não rebrotam, sendo facilmente eliminadas por roçada mecânica.

Durante os trabalhos de campo, não se observou nenhum exemplar de *Pinus elliottii* ou de *Pinus taeda* invadindo as áreas preservadas com vegetação nativa na Serra do Sudeste, podendo-se afirmar que o comportamento das espécies *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* na região deste estudo têm interferência muito pequena sobre os ecossistemas naturais e podem ser utilizadas em plantios comerciais, representando risco insignificante comparado às agressivas gramíneas trazidas da África e disseminadas nas estepes gaúchas. Nesse caso, as duas espécies de árvores podem ser consideradas como culturas exóticas normais, pois como afirma o Conselho Norte-Americano sobre Espécies Invasoras (NISC, 2006), se a espécie

exótica não causa dano, não há preocupação; e ainda, a percepção de dano e benefício relativos também podem mudar com novos conhecimentos adquiridos, ou com a mudança dos valores humanos, ou com a mudança de metas de administração.

## **2.5 AMBIENTE SOCIOECONÔMICO**

Os municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul aos quais pertence a área de abrangência deste estudo, somam uma população de aproximadamente 115.127 habitantes, área de 7.173,7 km<sup>2</sup>, PIBpm de R\$ 903,09 milhões (2004), PIB per capita médio de R\$ 7.844,26 e exportações totais de US\$ FOB 9,572,061.00. As principais características socioeconômicas dos Municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul e dos COREDES a que pertencem, Jacuí-Centro e Vale do Rio Pardo (FEE, 2007) são relacionadas nas próximas duas seções.

### **2.5.1 MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DO SUL**

O município de Cachoeira do Sul foi criado em 1819 por Alvará e sua Lei orgânica municipal data de 1990. O Município possui Lei de parcelamento do solo, Lei de zoneamento e Código de obras, situa-se na área da bacia hidrográfica do Baixo-Jacuí (G070) e, conforme o resumo estatístico da FEE (2007), possui as seguintes características:

- População Total (2006): 89.875 habitantes;
- Área (2006): 3.735,2 km<sup>2</sup>;
- Densidade Demográfica (2006): 24,1 hab/km<sup>2</sup>;
- Taxa de analfabetismo (2000): 10,26 %;
- Expectativa de vida ao nascer (2000): 70,95 anos;
- Coeficiente de mortalidade infantil (2006): 18,10 por mil nascidos vivos;
- PIBpm (2004): R\$ 729,51 milhões;
- PIB per capita (2004): R\$ 8.186,00;
- Exportações Totais (2006): U\$ FOB 5,843,701.00;
- Data de criação: 26/04/1819 (Alvará).

## 2.5.2 MUNICÍPIO DE ENCRUZILHADA DO SUL

O município de Encruzilhada do Sul foi criado em 1849. O norte do município situa-se na área da bacia hidrográfica do Baixo-Jacuí (G070) e o sul na área da bacia do Camaquã (L030). As principais características do Município enumeradas no resumo estatístico da FEE (2007) são as seguintes:

- População Total (2006): 25.252 habitantes;
- Área (2006): 3.438,5 km<sup>2</sup>;
- Densidade Demográfica (2006): 7,3 hab/km<sup>2</sup>;
- Taxa de analfabetismo (2000): 14,71 %;
- Expectativa de vida ao nascer (2000): 70,22 anos;
- Coeficiente de mortalidade infantil (2006): 18,57 por mil nascidos vivos;
- PIBpm (2004): R\$ 173,58 milhões;
- PIB per capita (2004): R\$ 6.982,00;
- Exportações Totais (2006): U\$ FOB 3,728,360.00;
- Data de criação: 19/07/1849 (Lei nº 178).

## 2.5.3 ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO (IDESE)

O Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDESE) é um índice sintético, calculado pela Fundação de Economia e Estatística do RS, envolvendo Domicílio, Saneamento, Educação, Saúde e Renda. Por esse indicador, mais abrangente que o IDH, os municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul, ficam abaixo do índice médio de desenvolvimento do Estado (Tabela 4). O que mais prejudicou o índice dos dois municípios foram, principalmente, o Saneamento e a Renda muito baixos, mostrando uma situação pior do que pelo IDH e indicando onde se deve agir com mais urgência.

## 2.5.4 TERRAS, PREÇOS E NÚMERO DE GRANDES PROPRIEDADES

Segundo a FAO (2006), 8% das terras brasileiras são solos aráveis e 23% são de pastagens. As florestas plantadas com 0,7% das terras brasileiras

representam somente 2,2% das terras utilizadas na produção rural.

Tabela 4 - Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDESE).

<b>Local</b>	<b>Educação</b>	<b>Renda</b>	<b>Saneamento</b>	<b>Saúde</b>	<b>Idese</b>
Cachoeira do Sul	0.86	0.68	0.56	0.84	0.73
Encruzilhada do Sul	0.80	0.61	0.36	0.83	0.65
<b>Rio Grande do Sul</b>	<b>0.85</b>	<b>0.77</b>	<b>0.57</b>	<b>0.84</b>	<b>0.76</b>

Fonte: FEE (2007).

A qualidade das terras, seu potencial de uso, localização em relação aos mercados dos produtos produzidos e a disponibilidade e procura pelos mesmos, são os principais fatores que determinam seu preço. O município de Cachoeira do Sul se enquadra na classe onde os imóveis rurais com mais de 500 ha representam entre 40 e 60% do total de propriedades e o município de Encruzilhada do Sul, na de 20 a 40% (FEE, 2005).

De acordo com o INCRA (2005), em 2004, o preço de um hectare de terra na Serra do Sudeste variou de R\$ 486,45 a R\$ 3.095,25 e a média ficou em torno de R\$ 2.140,33. O valor do arrendamento de terras na região tem uma grande variação, conforme a cultura a que o solo se presta: pecuária - de 40 a 50 kg de boi vivo/ha/ano; Arroz - de 14 a 23 sacas de 60 kg/ha/ano; Soja - de 6 a 12 sacas de 60 kg/ha/ano.

### 2.5.5 FLORESTAS PLANTADAS

O Inventário Forestal Contínuo do RS realizado em 1999/2000 constatou que os municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul possuíam um total de 354 km<sup>2</sup> de florestas plantadas, sendo 64% de *Pinus* (UFSM/SEMA-RS, 2001). Embora não se tenha estatísticas mais recentes, as visitas realizadas à região permitiram observar muitos plantios novos de acácia, eucalipto e *Pinus*, representando um aumento considerável da área plantada.

## 2.5.6 AGROPECUÁRIA

A base da produção rural na área de abrangência deste estudo está centrada na pecuária de corte, na cultura do arroz irrigado e da soja.

A pecuária de corte é a principal atividade rural do município de Encruzilhada do Sul e uma das mais importantes para Cachoeira do Sul, ambos situando-se na classe de municípios com rebanho bovino acima de 100 mil cabeças (FEE, 2005), sendo que o rebanho de Cachoeira do Sul em 2005 era representado por 190 mil cabeças de bovinos e Encruzilhada do Sul possuía rebanho de 154 mil cabeças de bovinos, representando a principal fonte de renda rural do Município.

De acordo com o IBGE (2005b), no Estado do Rio Grande do Sul, maior produtor de arroz do país, a produção estimada para a safra 2004/5 foi de 5,4 milhões de toneladas, numa área colhida próxima de um milhão de hectares, 14,40% e 3,76% menores aos da safra anterior, respectivamente. A estiagem foi o principal fator para a queda da produção. Foram plantados cerca de 1.038.134 ha de arroz irrigado, dos quais foram totalmente perdidos 39.190 ha com a estiagem e chuvas de granizo que provocaram o abandono de algumas lavouras. O arroz (FEE, 2005) é a segunda cultura mais importante para o município de Cachoeira do Sul com mais de 40 mil ha, em Encruzilhada do Sul a cultura é incipiente (IBGE, 2005).

Os municípios de Cachoeira do Sul e de Encruzilhada do Sul têm na soja uma das principais culturas, com 50 mil e 4 mil hectares de área destinada ao plantio (IBGE, 2005).

O RS está entre os cinco produtores de milho do país com mais de 4 milhões de toneladas anuais. É a principal cultura agrícola para o município de Encruzilhada do Sul, com 6 mil hectares destinados ao seu plantio. É cultura importante, também, para Cachoeira do Sul com 3,6 mil ha (IBGE, 2005). Os maiores produtores gaúchos são Erechim e Canguçu, com mais de 50 mil toneladas anuais cada um (FEE, 2007).

A silvicultura é uma atividade que vem tomando corpo na região. Em 2001, Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul participavam com totais de 12.840 ha de Eucalipto, 22.560 ha de *Pinus* e praticamente nada de acácia (UFSM/SEMA-RS, 2001).

### 2.5.7 INDÚSTRIA

O Valor Adicionado Bruto (VAB) da indústria apresentado pelos municípios da região é dos menores do Estado. O município de Cachoeira do Sul é um pouco mais industrializado, com um VAB em torno da média dos municípios do Estado, mas Encruzilhada do Sul tem um VAB industrial mínimo (FEE, 2005). O VAB é a contribuição ao Produto Interno Bruto pelas diversas atividades econômicas obtido pela diferença entre o valor de produção e o consumo intermediário absorvido por essas atividades (IBGE, 2005).

### 2.5.8 COMÉRCIO

O Rio Grande do Sul tem uma grande concentração de estabelecimentos comerciais na Metade Norte. Na Metade Sul os maiores centros comerciais são Pelotas, Santa Maria e Rio Grande. A atividade comercial é pequena na região de abrangência deste estudo, como consequência da baixa densidade populacional e depressão econômica, refletindo-se numa das mais baixas densidades de estabelecimentos comerciais do Estado. Apesar disso, Cachoeira do Sul destaca-se como um centro comercial para os Municípios circundantes, situando-se na classe de 1 a 5 mil estabelecimentos comerciais (FEE, 2005).

### 2.5.9 SERVIÇOS

O setor de serviços, constituído pelas áreas de transportes, hotelaria, assistência técnica, consertos, comunicações, empreiteiras, entre outros, é dos menores do Estado, sendo que a oferta é um pouco maior em Cachoeira do Sul, com faturamento setorial entre R\$ 10 e R\$ 50 milhões anuais, do que em Encruzilhada do Sul que não passa dos R\$10 milhões de faturamento no setor (FEE, 2005).

### 2.5.10 EMPREGOS

A situação de empregos formais na área rural regional é péssima. Em 2005, a agropecuária empregava 1.289 pessoas com remuneração média de R\$ 606,72 em Cachoeira do Sul e 442 pessoas com remuneração média de R\$ 503,01 em Encruzilhada do Sul (MTE, 2005), resultando numa empregabilidade média de um posto de trabalho a cada 414 hectares.

Nas "Informações para o Sistema Público de Emprego e Renda - Dados por Município", de 2005, não há dados sobre empregos na área florestal para Cachoeira do Sul; Encruzilhada do Sul apresenta 348 postos de trabalho na atividade de extração florestal e outros 139 na exploração de madeiras tanantes (MTE, 2005). Não há outras informações oficiais sobre trabalhadores com emprego formal na silvicultura dos dois municípios. O número de postos de trabalho nas cadeias produtivas de base florestal brasileiras é de 6,5 milhões diretos e indiretos, sendo 2,5 milhões de empregos diretos, para uma área plantada de 5,6 milhões de hectares, conforme as estatísticas divulgadas pela SBS (2006), resultando numa média de 1,16 empregos diretos e indiretos por hectare plantado.

### 2.5.11 EDUCAÇÃO

O Brasil, em 2005, possuía 29 cursos de Engenharia Florestal, 3 de Engenharia Industrial da Madeira, 6 cursos Técnicos Florestais e 1 curso Técnico de Manejo Florestal. Houve, portanto, uma inversão de necessidades, pois o número de cursos técnicos deveria ser de duas a três vezes o número de cursos de nível superior. O RS não é exceção e conta com um único curso Técnico Florestal e cinco de nível superior. Há extrema carência de profissionais florestais de nível médio no Estado, sendo necessário priorizar a criação de escolas técnicas florestais.

Os índices de educação dos dois municípios inclusos neste estudo (IDH educação) são altos, ultrapassando 0,8, principalmente Cachoeira do Sul, que conta com boa rede de educação inclusive de cursos superiores.

Encruzilhada do Sul não possui cursos de formação superior, em compensação conta com o CETAGRO - Colégio Estadual Técnico Agropecuário Dr.

Zeno Pereira Luz, desde 1973. Outras escolas importantes na formação e provimento de mão-de-obra técnica rural para a região são o Colégio Agrícola de Santa Maria, na UFSM, que forma Técnicos Agrícolas com habilitação agropecuária, e a Escola Técnica Visconde de São Leopoldo, única no RS que forma Técnicos Florestais.

#### a) Educação em Cachoeira do Sul

Em 2004, Cachoeira do Sul contava com 21.383 alunos matriculados e a população do município era de 89.120 habitantes, sendo 10,5% na educação Infantil, 60,9% no ensino fundamental, 18,7% no ensino médio, 0,8% em educação especial e 9,1% em cursos de educação de jovens e adultos (WIKIPEDIA, 2007). O Município conta com 27 escolas estaduais, 38 municipais, seis particulares e 14 creches, além das escolas técnicas e de capacitação profissional do SENAI, SENAC e do Serviço e Acessorias Contábeis (SEAC).

As principais universidades de Cachoeira do Sul são a Universidade Luterana do Brasil (Ulbra) com 14 cursos de nível superior e a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) com 3 cursos superiores de linha rural, além de cursos superiores de ensino a distância da Faculdade Dom Alberto, da Universidade Aberta (UAB) em parceria com o Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina (CEFET-SC) e da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL).

#### b) Educação em Encruzilhada do Sul

A rede educacional de Encruzilhada do Sul conta com 28 escolas de ensino fundamental e educação infantil, com 2.290 alunos; e 4 escolas de ensino médio, atendendo a uma média de 3.556 alunos.

Entre as escolas de ensino médio está o CETAGRO - Colégio Estadual Técnico Agropecuário Dr. Zeno Pereira Luz, criado em 1973 na localidade de Corredor do Meio, oferecendo qualificação profissional em Técnicas Agropecuárias, com unidades educativas na produção agrícola e zootecnia (ENCRUZILHADA DO SUL, 2007). Pela importância que a silvicultura representa para o Município e pela carência de profissionais florestais de nível médio em todo o Estado, o CETAGRO poderia servir de núcleo para a criação de uma escola técnica florestal com o objetivo de suprir as necessidades da região e servindo de apoio ao desenvolvimento florestal local e regional.

### 2.5.12 ENERGIA ELÉTRICA

Em 2000, o consumo de energia de Cachoeira do Sul ficou na classe de 20-300 mil mwh e Encruzilhada do Sul na classe de 0-20 mil mwh (FEE, 2005).

Há quatro usinas hidrelétricas de médio porte próximas à região de estudo: Passo Real, Jacuí, Dona Francisca e Itaúba. As redes de transmissão de energia elétrica regionais são abastecidas principalmente por essas usinas, que suprem um número elevado de linhas de 230 kv, entre outras (FEE, 2005).

### 2.5.13 TRANSPORTES

Os dois Municípios na área de estudo têm acesso por algumas das principais rotas de ligação com os países do MERCOSUL e com as demais regiões do Estado e do País, quais sejam as BR 153, 163, 471, 392 e a RS 471 (DNIT, 2002). Entretanto, a área em estudo, especificamente, é cortada apenas por estradas de terra, algumas bem conservadas pelas duas Prefeituras Municipais e por empresas florestais que atuam na região.

A rede ferroviária, utilizada atualmente somente para transporte de cargas, faz ligação entre diversas cidades da região, com o interior do Estado, com Porto Alegre e com o porto de Rio Grande.

Os municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul contam com campos de pouso para aeronaves de pequeno porte e Santa Maria, a 110 km da cidade de Cachoeira do Sul, possui campo de pouso para jatos de médio porte.

O rio Jacuí é navegável a partir de Cachoeira do Sul, com calado de cerca de 1,5 m. O Jacuí já representou uma importante hidrovia regional, permitindo a navegação de chatas e dando acesso aos portos de Porto Alegre pelo rio Guaíba e de Rio Grande pela Lagoa dos Patos.

## 2.6 CADEIAS PRODUTIVAS DE BASE FLORESTAL

Desde a pré-história, nenhum ser humano vive sem consumir madeira. A

madeira foi o principal insumo da civilização até a metade do Século XX quando a indústria petrolífera e metal-mecânica passaram a se desenvolver de forma vertiginosa. Foi, também, o principal combustível industrial e doméstico utilizado até o final do século XIX e, até 1865, representou a principal matéria-prima da indústria naval. A madeira, ainda, foi um dos principais insumos das indústrias automobilística e aeronáutica em seus passos iniciais (PONCE e FRANÇA, 1993).

O setor econômico de base florestal ainda se mantém entre os principais da economia mundial, até mesmo com tendência de ampliar sua participação devido aos seus benefícios ambientais como o seqüestro de carbono atmosférico, amenização do clima e proteção dos solos. Foi e continua sendo a alavanca propulsora de muitas economias nos diversos níveis sócio-políticos em todas as partes do globo terrestre, inclusive nos países mais desenvolvidos.

Os produtos a base de madeira são incontáveis com infindáveis utilizações, desde a lenha que aquece nos dias frios ao livro que guarda o conhecimento, da cadeira em que descansamos ao teto que nos abriga. Como consequência, o consumo de madeira chegou a 4,5 bilhões de m<sup>3</sup> no ano 2000 pelas estatísticas oficiais (CARNEIRO, 2003), representando um consumo de aproximadamente 0,75 m<sup>3</sup> por pessoa. Isso significa que cada pessoa na face da Terra necessita da produção permanente de 250 m<sup>2</sup> de florestas plantadas com produtividade média de 30 m<sup>3</sup>/ha/ano exclusivamente para seu consumo, ou opcionalmente poderá derrubar cerca de 40 m<sup>2</sup> de florestas nativas a cada ano de sua vida, destruindo cerca de 0,3 hectares de matas até completar 75 anos de idade. Entretanto, o consumo pode ser muito maior, pois uma grande parte é informal ou clandestino, principalmente nos países menos desenvolvidos e, no Brasil, pode ser semelhante à produção de 400m<sup>2</sup> de florestas por ano por pessoa.

Todo esse consumo gera uma série de atividades que constituem o sistema produtivo de base florestal, representado por produtores, industriais, comerciantes, prestadores de serviços e consumidores de produtos que possuem como base a madeira.

Nesta secção são caracterizadas as cadeias produtivas que poderão se desenvolver com base no cultivo regional de *Pinus*.

### 2.6.1 SISTEMA PRODUTIVO DE BASE FLORESTAL

O setor produtivo de base florestal é formado por todas as organizações e pessoas envolvidas nos processos produtivos que utilizam como base a madeira e outros produtos obtidos das árvores, constituindo-se dos segmentos relacionados a seguir:

- Indústria e comércio de insumos e serviços usados na silvicultura, colheita e transporte de madeira, carvão vegetal, resinas, óleos essenciais e outros produtos obtidos diretamente das árvores;
- agronegócios dedicados à produção de madeira, carvão vegetal, resinas, óleos essenciais e outros produtos obtidos das árvores;
- indústria de primeira transformação da madeira, carvão vegetal, resinas, óleos essenciais e outros produtos obtidos das árvores;
- indústrias que realizam a transformação de produtos elaborados a partir da madeira, carvão vegetal, resinas, óleos essenciais e outros produtos florestais como empresas moveleiras, gráfica e editoração, empresas de embalagens, indústrias químicas produtoras de alcatrão e terebintina, siderúrgicas, termoelétricas, consumidores domésticos, entre outros;
- distribuição e consumo de produtos do conjunto dos segmentos mencionados.

O setor econômico de base florestal brasileiro teve uma participação de 3,5% no PIB do país com US\$ 27,8 bilhões (SBS, 2007). De acordo com o IBGE (2007), as florestas plantadas provêm 45,9% do total de carvão vegetal, 43,9% da lenha, e 85,3% da madeira em tora produzida no país. O que significa que o restante vem de florestas nativas que sofrem imensa pressão da própria sociedade ao adquirir produtos nelas originados e que pretende preservá-las. A produção florestal em 2005 somou R\$ 10,31 bilhões, sendo que 66,4% provieram da silvicultura e 33,6% do extrativismo em vegetações nativas. A produção total de madeira em toras chegou a 100,6 milhões de m<sup>3</sup>, apresentando um incremento de 15% em relação ao registrado em 2004, sendo que 54,4% se destinaram à indústria de celulose e 45,6%, para outras finalidades (movelaria, construção civil, etc).

O sistema produtivo de base florestal é importante para todas as atividades humanas como fornecedor de matéria-prima. O segmento de produção de madeira,

o mais importante do setor florestal, abastece o consumo doméstico de lenha e carvão, a indústria de processamento mecânico da madeira e a indústria de celulose (MORAES e NASSAR, 2002), resultando numa infinidade de produtos usados desde a higiene pessoal e construção civil, até a produção de móveis e obtenção de divisas para o país, com exportações e créditos de carbono.

Conforme a Tabela 5, no Rio Grande do Sul, a cadeia produtiva de base florestal teve um faturamento de R\$ 3,5 bilhões em 2003, sendo constituída de inúmeros segmentos, como: florestamento e reflorestamento; madeira serrada para uso na construção civil, indústria moveleira, etc; indústrias de chapas, aglomerados e compensados; movelaria; celulose e papel; tanino; resinas (breu, terebintina); postes tratados; lenha e carvão.

Tabela 5 - Faturamento da cadeia produtiva de base florestal em 2003 no RS.

<b>Segmento</b>	<b>Faturamento (R\$ Bilhões)</b>
Indústria moveleira	2,5
Celulose e papel	0,5
Outros (madeira serrada, etc)	0,5
Total	3,5

Fonte: SEDAI/RS (2003).

Os produtos florestais do RS são comercializados nos mercados nacional e internacional e resultam em benefícios econômicos e sociais, através da geração de mais de 200.000 empregos, e ambientais, decorrentes da utilização de matéria-prima oriunda de florestas plantadas, refletindo-se no seqüestro de carbono, na recuperação dos solos degradados pela pecuária e agricultura e na preservação do remanescente das florestas nativas do Estado.

Em 2005, a produção de lenha na silvicultura alcançou 35.542.255 m<sup>3</sup>, e o Rio Grande do Sul, maior produtor do país, respondeu por 36,3% do total. Os maiores produtores foram os municípios de Butiá, Taquari, Santa Cruz do Sul, Encruzilhada do Sul, Venâncio Aires e Paverama, somando 10,1% da produção nacional. Cachoeira do Sul produziu 19 toneladas de carvão vegetal, 14.385 m<sup>3</sup> de lenha e 158 mil m<sup>3</sup> de toras de madeiras (IBGE, 2007b). Encruzilhada do Sul apresentou uma produção inferior de toras, 162 mil m<sup>3</sup>, mas conta com uma silvicultura mais expressiva atualmente, ocupando cerca de 80 mil hectares, 23% da superfície do município, com plantações de eucalipto, *Pinus* e acácia, gerando cerca de 2.200

empregos diretos e respondendo por 23% da arrecadação, segundo a Prefeitura Municipal, que informa ainda que a silvicultura trouxe riqueza, incrementou o comércio e reduziu o desemprego, modificando a face de "cidade pobre" que a caracterizava (ENCRUZILHADA DO SUL, 2007). A produção de toras nos dois municípios é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 - Quantidades produzidas de madeira em toras, originadas de florestas nativas e de florestas plantadas nos municípios da área de abrangência e no RS em 2005 (m<sup>3</sup>/ano).

Local	Florestas Nativas		Florestas Plantadas	
	Quantidade	Porcentagem	Quantidade	Porcentagem
Cachoeira do Sul	237	0,5%	157,573	2,1%
Encruzilhada do Sul	0	0,0%	161.630	2,2%
Rio Grande do Sul	49.256	100,0%	7.467.442	100,0%

Fonte: FEE (2007).

## 2.6.2 MERCADO DE PRODUTOS FLORESTAIS

De acordo com Carneiro (2003), as estimativas de desmatamento anual mundial em 2000 eram de 14,6 milhões de hectares e plantio de 5,2 milhões, resultando num déficit de 9,4 milhões de hectares por ano, como consequência de um consumo anual de 4,5 bilhões de m<sup>3</sup> de madeira (Tabela 7).

Tabela 7 - Produção, comércio e consumo mundial de produtos florestais em 2000 (em milhares de m<sup>3</sup>).

Produtos	Consumo	Exportação	Importação	Produção
Fins Energéticos	1.777.069	3.591	1.984	1.778.686
Toras	1.584.751	114.222	124.338	1.574.634
Tábuas	426.632	126.683	128.827	424.488
Painéis	186.804	56.602	61.775	181.631
Polpa/Celulose	187.614	36.562	36.704	187.472
Papel	324.527	96.925	97.884	323.569
<b>Total</b>	<b>4.487.397</b>	<b>434.585</b>	<b>451.512</b>	<b>4.470.480</b>

Fonte: Carneiro (2003).

A situação brasileira não é muito diferente do quadro mundial. Em 2001, a Amazônia foi responsável por 40% da produção de madeira no País. Do total

produzido na região, 96% foi resultado de exploração sem manejo e somente 4% de florestas manejadas, sendo que, cerca de 86,6% foram para o mercado interno; na época, a colheita das florestas plantadas respondia por 60% da demanda de matéria-prima para as indústrias de base florestal (LEITE, 2003). Além da pressão sobre as florestas nativas, que ainda são representativas no norte do Brasil, as florestas plantadas brasileiras também estavam sendo exterminadas. As estimativas, em 2004, foram de um déficit de reposição de 200 mil hectares de florestas; enquanto se plantou 300 mil, a colheita atingiu 500 mil hectares (AZEVEDO, 2006). Isso demonstra parte do descaso público dos governos passados com a área florestal, pois nenhum programa efetivo para o setor foi desenvolvido após a política de incentivos fiscais das décadas de 1960 a 80. Embora a cadeia de produção florestal represente mais de US\$ 21 bilhões no PIB, 7,1% das exportações e 2 milhões de empregos diretos e indiretos para o país (LEITE, 2003).

A continuar essa situação, segundo a ABIMCI (2005), somente em toras de *Pinus*, haveria um déficit de 27 milhões de m<sup>3</sup> em 2020. Isso poderia implicar em importação de madeira serrada e outras, o que poderia ser revertido para produção própria com investimentos maciços em reflorestamentos. Tendo em vista a necessidade de preservação do patrimônio genético da floresta Amazônica e de suprir os mercados interno e externo com madeira e certificados de carbono, se tornou necessário uma política agressiva para a área florestal no Brasil em todos os níveis da administração. Muitas ações foram tomadas por iniciativas do Governo Federal e de Governos Estaduais como o do RS. Como consequência, foram plantados 553 mil hectares em 2005 e 627 mil hectares em 2006 (SBS, 2007). Espera-se que esse nível se mantenha e que o famoso "apagão florestal" se transforme em fantasma do passado.

Conforme a ABIMCI (2005), além da geração de aproximadamente 6,5 milhões empregos na cadeia produtiva, o setor de base florestal está atrás apenas do complexo soja nas exportações. Entre maio de 2003 e abril de 2004, foram exportados US\$ 5,75 bilhões pelo segmento florestal, contra US\$ 8,76 bilhões do complexo soja. Durante o ano de 2005 o setor florestal contribuiu com 14,2% do saldo comercial brasileiro, ou US\$ 6,3 bilhões positivos na balança comercial do país (Tabela 8).

Tabela 8 - Contribuição do setor florestal para a balança comercial brasileira em 2005.

Parâmetros	Setor Florestal		Brasil US\$ Bil.
	US\$ Bil.	%	
PIB	27,8	3,5	796,0
Exportações	9,9	8,4	118,3
Importações	3,6	2,6	73,6
Saldo	6,3	14,2	44,7

Fonte: SBS (2006).

### 2.6.3 DEMANDA DE MADEIRA

A demanda de madeira no Brasil deverá ser de 164 milhões de m<sup>3</sup> em 2010 e de 215 milhões em 2020 (Tabela 9), contra uma produção aproximada de 95 milhões de m<sup>3</sup> em 2002, tendo aumentado para cerca de 145 milhões de m<sup>3</sup> em 2005 (LEITE, 2003).

Tabela 9 - Demanda de madeira e produção brasileira de produtos florestais.

Segmento	Espécie	Premissa (Δ% aa)	Produção (1000 t)	Demanda (1000 m <sup>3</sup> )			Δ% 2002-2020
				2002	2010	2020	
Celulose	Eucalipto	3,65	6018	29187	52709	75436	158%
	<i>Pinus</i>	1,88	1508	10405	19100	23012	121%
PAR		3,60	485	703	1280	1824	159%
Carvão vegetal	Eucalipto	1,51	17853	23923	38138	44304	85%
Chapa - fibra dura	Eucalipto	0,63	540	1559	1640	1746	12%
	<i>Pinus</i>	4,50	1720	3027	4305	6685	121%
Aglomerado	Eucalipto	3,60	-	757	1000	1418	87%
	<i>Pinus</i>	4,00	770	2750	4079	6038	120%
OSB	<i>Pinus</i>	3,00	90	144	742	997	592%
Compensado	<i>Pinus</i>	1,20	1330	4086	4495	5065	24%
Madeira serrada	<i>Pinus</i>	3,00	7870	20469	24939	31924	56%
	Eucalipto	10,00	605	1875	4020	6860	266%
Outros usos	<i>Pinus</i>	5,00	2207	2207	2910	3727	69%
	Eucalipto	5,00	3727	3727	4875	6488	74%
<b>Total</b>			<b>44723</b>	<b>104819</b>	<b>164232</b>	<b>215524</b>	<b>106%</b>

Fonte: Leite (2003).

Observa-se que a situação de demanda até 2020 será acrescida consideravelmente, em cerca de 158% de celulose de *Eucalyptus* e 121% de *Pinus*.

Na madeira serrada de *Pinus* haverá um aumento de demanda de 56% e de *Eucalyptus* em 26%. Considerando-se todos os segmentos de produtos florestais até 2020, haverá um aumento de demanda de cerca de 106%. Esses dados de demanda presumível, dão a indicação da dimensão dos investimentos em reflorestamentos que deverão ser realizados nos próximos anos para tão somente atender as necessidades do consumo interno do país.

#### 2.6.4 CADEIA PRODUTIVA DA MADEIRA

A cadeia produtiva da produção de madeira é o setor primário da cadeia produtiva da madeira, sendo representada por todas as atividades necessárias para que a madeira seja colocada "*in natura*" à porta da indústria ou do mercado consumidor, incluindo pesquisa e desenvolvimento florestais, produção de mudas, plantio e manutenção dos povoamentos, colheita, transporte e armazenamento da madeira, conforme a Figura 10.

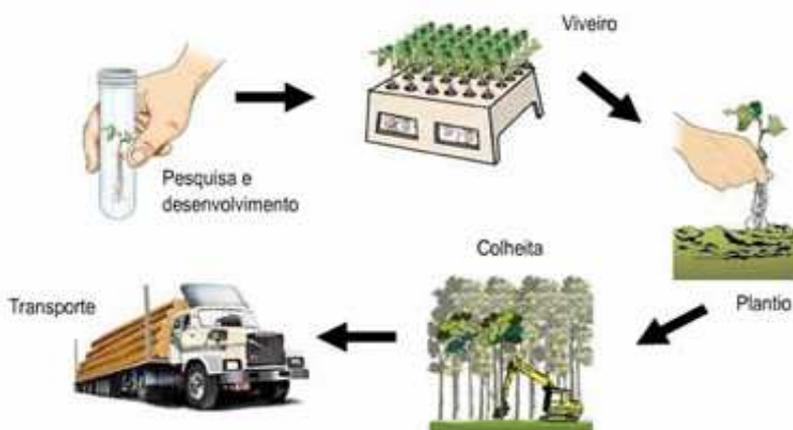
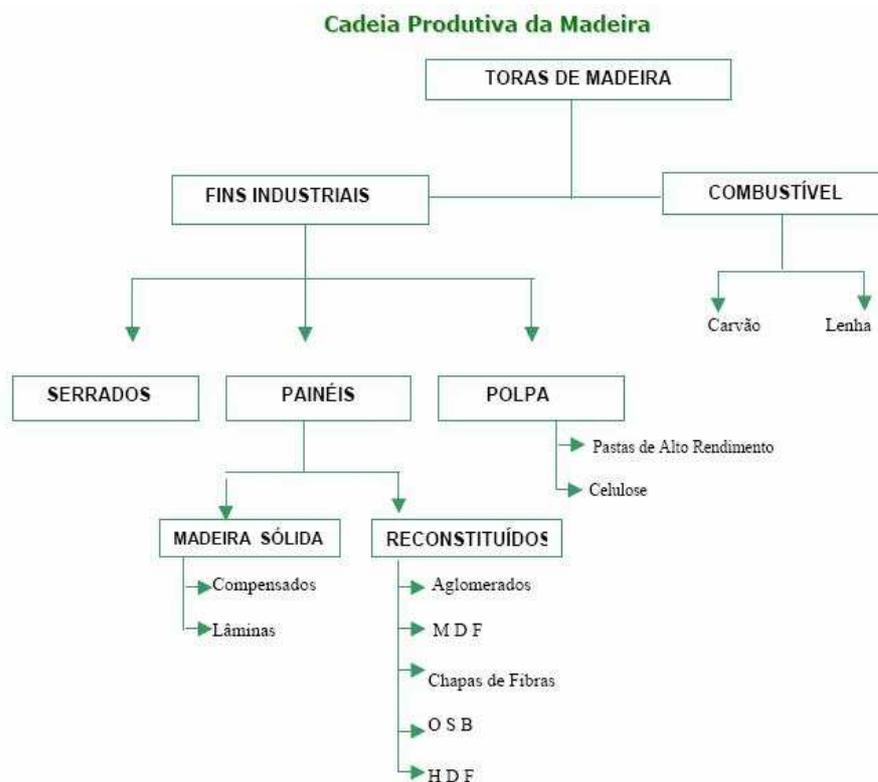


Figura 10- Cadeia produtiva da produção de madeira. Fonte: Aracruz (2005).

A cadeia produtiva da madeira é parte do segmento de base florestal, e constitui-se de todas as operações e atividades relacionadas à oferta de produtos elaborados a partir da madeira, como é representada graficamente na Figura 11.

A implantação de indústrias de base florestal deve considerar uma série de exigências que podem variar de acordo com o tipo de empreendimento, tecnologia, localização, investimento, etc.



Fonte: BNDES

Figura 11- Cadeia produtiva da madeira. Fonte: BNDES (2005).

Nas próximas secções são abordados os principais aspectos dos diferentes setores da cadeia produtiva da madeira quanto às necessidades e produtividades para a implantação de empreendimentos de base florestal, tais como:

- produção econômica mínima - volume mínimo de produção considerado sustentável e economicamente viável em longo prazo.
- consumo de água - quantidade de água necessária para a produção de uma unidade.
- consumo de energia - quantidade de energia necessária para a produção de uma unidade.
- consumo de químicos - quantidade de produtos químicos, em grande volume necessários para a produção de uma unidade.
- consumo de madeira: volume de madeira necessário para a produção de uma unidade.
- área de cultivo - área de efetivo plantio necessária para a produção econômica mínima.
- área total - área total necessária, incluindo as áreas de produção, as

reservas e áreas de preservação permanente, para atingir a produção econômica mínima.

– mão-de-obra - quantidade de trabalhadores para atingir a produção econômica mínima.

– investimento - valor do investimento médio por unidade de produção.

## 2.6.5 PRODUTIVIDADES

### a) Produtividade florestal

A produtividade do setor florestal brasileiro tem aumentado consideravelmente, como mostra a Tabela 10. Isso tem colocando o país em uma posição privilegiada, fator determinante na atração de novos investimentos.

Tabela 10 - Mudanças na produtividade florestal devido ao uso da silvicultura clonal.

Característica	Plantações de eucaliptos com sete anos de idade		Pinus em alto fuste	
	Plantio original <sup>(1)</sup>	Plantio clonal <sup>(1)</sup>	Plantio original <sup>(2)</sup>	Plantio clonal <sup>(3)</sup>
Produtividade em volume (m <sup>3</sup> /ha/ano)	33	70	25	45
Densidade básica média (kg/m <sup>3</sup> )	460	575	-	-
Variação da densidade básica (kg/m <sup>3</sup> )	300-900	500-600	-	-
Rendimento em celulose (%)	48	51	-	-
Produção de celulose (kg cel/m <sup>3</sup> madeira)	238 (a)	293 (b)	-	-
Consumo na fábrica (m <sup>3</sup> /t de celulose)	4,20	3,41	-	-
Produtividade florestal (t cel./ha/ano)	7,85	18,45	-	-

Em que: (a) com casca; (b) sem casca. Fontes: (1) ZOBEL e TALBERT apud IPEF/MCT (2002); (2) Banco do Brasil (2005); (3) Bennett (2006).

### b) Produtividade da mão-de-obra

A variação da produtividade da mão-de-obra, em valor produzido anualmente por trabalhador, demonstra a fase de mudanças tecnológicas que o país atravessa, onde indústrias modernas, com tecnologia avançada, convivem com outras

artesanais e pouco produtivas que aos poucos tendem a desaparecer, como pode ser observado pela amplitude de variação da produtividade na Tabela 11 (IBGE, 2005).

No Rio Grande do Sul e no restante do país, uma nova cadeia de produção de móveis encontra-se em expansão, em que pequenas marcenarias fazem projetos de móveis e enviam para uma grande indústria que simplesmente corta e dá acabamento às peças de madeira e expede o pedido em tempo mínimo; a marcenaria que projetou, faz a montagem. Novas estratégias produtivas e de comercialização surgem a todo instante. São caminhos criativos como esse que aumentam ainda mais a produtividade.

Tabela 11 - Produtividade da mão-de-obra em sub-setores de base florestal.

Atividade	Produtividade do trabalho (R\$ / trabalhador)		
	Média	Limite inferior (10% menos competitivos)	Limite superior (10% mais competitivos)
Desdobro de madeira	12.246	334	32.749
Lâminas e painéis	21.985	85	54.043
Móveis	11.422	192	11.422

Fonte: IBGE (2005).

Um estudo mais consistente e abrangente do que o do IBGE foi realizado por Najberg e Pereira (2004), como se pode ver na Tabela 12.

#### 2.6.6 MADEIRA SERRADA

As empresas desse sub-setor, denominadas de serrarias, são empresas de características bastante diversificadas. As de grande porte, geralmente, são empresas verticalizadas, com produção superior a 100 mil m<sup>3</sup> por ano, que atuam no mercado interno e externo. As de médio porte, geralmente, são exportadoras de madeira bruta e as de pequeno porte, com produção de até 10 mil m<sup>3</sup> por ano, estão ligadas ao fornecimento de madeira para o mercado interno, principalmente para marcenarias e para a construção civil.

Neste sub-setor, um empreendimento viável com toda a estrutura necessária e uma equipe completa de profissionais de todos os níveis necessários para seu

desenvolvimento, estima-se que deva apresentar as seguintes condições (SCHNEIDER et al., 2005):

- produção econômica mínima: 50 mil m<sup>3</sup> por ano;
- consumo de água: 0,1 m<sup>3</sup> de água por m<sup>3</sup> de madeira;
- consumo de energia: 2 mwh / m<sup>3</sup> de madeira serrada;
- consumo de madeira: 2,5 m<sup>3</sup> de madeira em pé / m<sup>3</sup> serrado;
- área de cultivo (25 m<sup>3</sup>/ha/ano): 5 mil hectares;
- área total (com reservas nativas): 7,5 mil hectares;
- mão-de-obra: florestal, 3 trab; / 100 ha; industrial, 5 trab; / 1000 m<sup>3</sup> anuais;
- investimento: r\$ 120 / m<sup>3</sup> anual.

### 2.6.7 LAMINAÇÃO

Um projeto para produção de lâminas de madeira tem as seguintes características gerais (SCHNEIDER et al., 2005):

- produção econômica mínima: 50 mil m<sup>3</sup> por ano;
- consumo de água: 5 m<sup>3</sup> de água por m<sup>3</sup> de madeira laminada;
- consumo de energia: 265 kw / m<sup>3</sup> de madeira laminada seca;
- consumo de madeira: 3 m<sup>3</sup> de madeira em pé / m<sup>3</sup> laminado;
- área de cultivo (25 m<sup>3</sup>/ha/ano): 6 mil hectares;
- área total (com reservas nativas): 9 mil hectares;
- mão-de-obra: florestal, 3 trab; / 100 ha; industrial, 7 trab; / 1000 m<sup>3</sup> anuais;
- investimento: r\$ 140 / m<sup>3</sup> anual.

Conforme a Revista Expressiva (2005), uma indústria que irá produzir 6 mil m<sup>3</sup> mensais de laminados em Santa Catarina anunciou um investimento total de R\$ 10 milhões e a geração de 500 empregos diretos.

Tabela 12 - Empregos Gerados por Aumento de Produção de R\$ 10 milhões, com preços médios de 2003.

Setor	Número de empregos							
	Diretos	Rank	Indiretos	Rank	Efeito-Renda	Rank	Total	Rank
Agropecuária	393	4	131	15	303	7	828	3
Extrat. Mineral	90	14	126	17	266	20	481	21
Petróleo e gás	9	38	84	30	329	2	422	25
Mineral ã metálico	99	12	117	20	261	21	477	22
Siderurgia	8	39	135	14	259	22	402	27
Metalurg. Não-ferrosos	18	34	97	28	202	40	316	38
Outros metalúrgicos	98	13	109	22	244	27	451	23
Máquinas e equip.	62	17	80	34	278	14	420	26
Material elétrico	37	25	121	18	213	34	371	31
Equip. Eletrônicos	41	22	83	32	208	36	332	35
Autom./cam/ônibus	16	35	108	24	203	39	326	37
Peças e outros veiculos	37	26	117	21	234	30	387	28
Madeira e mobiliário	293	6	219	8	294	8	805	5
Celulose, papel e gráf.	59	19	155	11	271	17	485	20
Indústria da borracha	23	32	108	23	229	31	360	33
Elementos quimicos	14	37	188	9	289	11	491	19
Refino do petróleo	2	41	62	38	208	37	271	41
Químicos diversos	26	31	99	26	213	35	339	34
Farmac. e veterinária	38	24	117	19	222	33	377	30
Artigos plásticos	88	15	68	36	206	38	362	32
Ind. Têxtil	62	18	144	12	176	41	382	29
Artigos do vestuário	613	2	136	13	250	25	1000	2
Fabricação calçados	246	7	174	10	290	9	711	7
Indústria do café	41	23	356	2	323	3	719	6
Benef. Prod. Vegetais	58	20	327	4	259	23	643	11
Abate de animais	36	27	358	1	270	18	664	9
Indústria de laticínios	29	30	326	5	267	19	621	13
Fabricação de açúcar	32	29	307	6	337	1	677	8
Fab. Óleos vegetais	8	40	350	3	284	13	642	12
Outros prod. Aliment.	82	16	238	7	252	24	572	14
Indústrias diversas	124	11	126	16	250	26	501	18
S.i.u.p.	21	33	41	40	238	28	299	40
Construção civil	176	9	83	33	271	16	530	17
Comércio	449	3	84	31	278	15	810	4
Transportes	219	8	96	29	237	29	551	16
Comunicações	33	28	45	39	227	32	305	39
Instituições financeiras	47	21	80	35	310	5	437	24
Serv. Prest. À família	665	1	104	25	311	4	1080	1
Serv. Prest. À empresa	293	5	63	37	288	12	645	10
Aluguel de imóveis	15	36	10	41	307	6	331	36
Administração pública	165	10	98	27	290	10	553	15

Fonte: Modelo de geração de Empregos - BNDES. Fontes de Dados: CN02, MIP96, PNAD01, POF95/96. Última atualização: fevereiro 2004. Fonte: Najberg e Pereira (2004).

## 2.6.8 CELULOSE

As fibras de celulose são os principais constituintes da parede celular e são

classificadas em dois tipos para fins comerciais em relação ao comprimento, como fibras curtas e longas. A celulose de fibra curta possui entre 1 e 2 mm de comprimento e é obtida principalmente de espécies de árvores como o eucalipto, enquanto a de fibra longa tem acima de 2 mm e até mais de 1 cm, sendo extraída geralmente de coníferas como os *Pinus* ou de plantas que produzem fibras têxteis como algodão, linho, sisal, caroá e rami (ARACRUZ, 2005).

#### a) Celulose de fibra curta

O sistema produtivo da celulose inclui a cadeia produtiva da produção de madeira e as atividades industriais de picagem (transformação da madeira em cavacos), cozimento, depuração e secagem da polpa de madeira, embalagem, comercialização e consumo dos produtos finais como papéis e embalagens de papel produzido a partir da celulose, incluindo fornecedores de serviços e insumos para a indústria, como mostra a Figura 12. Este sistema, com o cozimento dos cavacos de madeira em licor a base de enxofre (sulfato, sulfeto e sulfito) é chamado de processo kraft, sendo utilizado tanto para madeira de fibras curtas quanto para fibras longas.

O Brasil produziu cerca de 8,3 milhões de toneladas de celulose de fibra curta em 2005 de acordo com a BRACELPA (2006) apud SBS (2006), sendo o maior produtor mundial deste tipo de celulose.

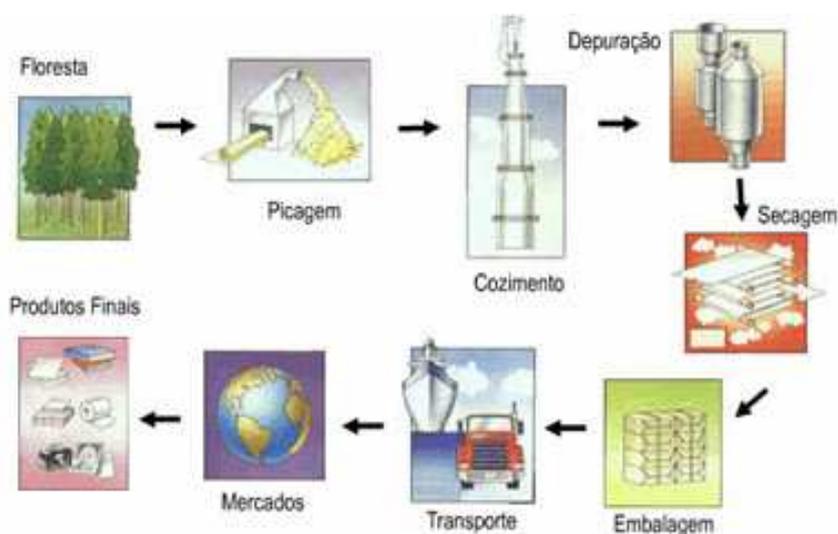


Figura 12- Sistema de produção de celulose kraft. Fonte: Aracruz (2005).

As principais características para a viabilidade deste tipo de empreendimento são as seguintes (SCHNEIDER et al., 2005):

- produção econômica mínima: 700 mil toneladas por ano;

- consumo de água: 37 a 46 m<sup>3</sup> de água por tonelada de celulose (ARACRUZ, 2005);
- consumo de energia: 0,784 mw por tonelada de celulose;
- consumo de químicos: cloro, 25 kg/t; soda, 25 kg/t;
- consumo de madeira: 3,7 m<sup>3</sup> de madeira por tonelada de celulose (ARACRUZ, 2005);
- área de cultivo (35 m<sup>3</sup>/ha/ano): 74 mil hectares;
- área total (com reservas nativas): 110 mil hectares;
- mão-de-obra: florestal, 2 trab;/ 100 ha; industrial, 1 trab;/ 1 mil t anuais;
- investimento: US\$ 1,900.00 / tonelada de celulose anual.

#### b) Celulose de fibra longa

Esse é o tipo de celulose obtido de coníferas como o *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia*. O sistema de produção da celulose de fibra longa é semelhante ao de fibra curta no processo kraft. Mas as espécies arbóreas de fibra longa são utilizadas também na produção de pasta mecânica e semi-mecânica usadas na produção de papel e papelão de alta resistência para embalagens, principalmente de papelão ondulado, tendo os Estados Unidos como maior produtor mundial, detendo 23,2% do mercado de papelão ondulado. A China é o segundo com 16,3% e o Japão com 8,8% vem em terceiro lugar, enquanto o Brasil está em nono lugar com 2,6% do mercado global desse tipo de papel (SBS, 2006).

As pastas mecânica e semi-mecânica, ou semi-química, são denominadas de pastas de alto rendimento, pois tem um aproveitamento de 80 a 90% da madeira (IP, 2005).

No hemisfério norte é mais comum a produção de celulose de fibra longa pelo predomínio de florestas de coníferas das regiões temperadas, enquanto que no sul, as latifoliadas de fibras curtas, principalmente o eucalipto, têm sido preferidas.

A produção brasileira de celulose de fibra longa, em 2005, ficou 87 mil toneladas branqueadas e 1,45 milhões de toneladas não branqueadas, sendo que a produção de pastas de alto rendimento foi de 500 mil toneladas.

## 2.6.9 SETOR ENERGÉTICO

O setor energético inclui três áreas de atividade distintas: a cadeia produtiva da madeira para lenha de uso direto, carvão e alcatrão; a usinagem de transformação da madeira em energia elétrica (termoelétrica) através de caldeiras produtoras de vapor que movem turbinas conectadas aos geradores de energia; e, a produção de álcool a partir da madeira (etanol e metanol).

### a) Termoelétricas

O setor de termoelétricas à base de produtos florestais tem como principais características (SCHNEIDER et al., 2005):

- produção econômica mínima: 5 mwh por ano.
- consumo de água: 10 m<sup>3</sup> por mw.
- consumo de energia: autogerada.
- poder calorífico do eucalipto: 1915 kwh / m<sup>3</sup>.
- consumo de madeira: (13% de perdas na geração) 0,6 m<sup>3</sup> por wh.
- área de cultivo (35 m<sup>3</sup>/ha/ano): 2,4 mil hectares.
- área total (com reservas nativas): 3,6 mil hectares.
- mão-de-obra: 40 trab. / 1 mwh por ano.
- investimento: R\$ 1,6 milhões / 1 mwh por ano.

Segundo Lopes e Wipieski (2001), um módulo, com área efetiva de 2.400 ha de floresta plantada de eucalipto, tem capacidade de produzir, de forma sustentada, cerca de 5 mwh/ano e geraria cerca de 200 empregos nas áreas florestais, de colheita e de operação, representando um investimento global de aproximadamente R\$ 8 milhões. Informam também que uma serraria com uma produção anual da ordem de 36 mil m<sup>3</sup> serrados, pode gerar de 10,8 mil a 13,2 mwh/ano a partir de resíduos, suficientes para suprir uma demanda própria de energia.

O poder calorífico por m<sup>3</sup> de madeira varia em função da umidade e densidade da madeira e pode ser estimado pela equação a seguir, ajustada com os dados do trabalho de Brito et al. (1983):

$$PCV = 946,65373 + 119315 \cdot (db^2 / u)$$

Em que: PCV = poder calorífico em volume, dado em Mcal / m<sup>3</sup> sólido de madeira; db = densidade básica da madeira; u = teor de umidade da madeira em percentagem.

O estudo de uma indústria madeireira demonstrou que a geração de energia elétrica e térmica a partir dos resíduos da madeira determina auto-suficiência energética, sendo necessário estar ligada à rede de distribuição apenas para manutenção (Tabela 13).

Tabela 13 - Consumo de energia elétrica em indústrias de madeira.

Setor	Consumo de energia térmica	Consumo de energia elétrica			Consumo de matéria-prima			Resíduos
	%	%	kwh/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /kwh	m <sup>3</sup>	Potencial energético kwh	
Laminação	13	25	153,47	2,47	-	1,46	358,22	
Serraria	70	43	111,26	2,62	-	1,62	402,77	
Manufatura de painéis	17	20	62,93	1,63	-	0,53	127,63	
Geração de energia	0	12	-	-	246,16	-	-	
Total	100	100	327,66	6,72	246,16	3,61	888,62	
Média	-	-	109,22	2,24	-	1,20	296,21	

Fonte: Brand et al., 2002.

#### b) Carbonização

A carbonização da madeira tanto para siderurgia quanto para outros usos, em território brasileiro, é predominantemente baseada no processamento em fornos de tijolos. Usualmente os fornos são construídos junto das áreas de florestas cultivadas para redução dos custos de transporte. De acordo com a REMADE (2001), em 1999, o consumo de carvão vegetal no Brasil alcançou 26,9 milhões de m<sup>3</sup>, com 70% de participação da madeira oriunda de florestas plantadas.

O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de carvão vegetal no mundo. Em 2005 a produção nacional foi 5,5 milhões de toneladas. Desse total, 2,5 milhões de toneladas (46%) foram oriundos de florestas plantadas cujo principal Estado produtor é Minas Gerais, com produção de 1,74 milhão de toneladas (IBGE, 2005, apud SBS, 2006). Na Matriz Energética Brasileira de 2004, a lenha e o carvão

vegetal representam 13,2%. Em 2004, o setor residencial consumiu cerca de 26 milhões de toneladas de lenha, equivalentes a 29% da produção e 1,4% superior ao consumo de 2003. Na produção de carvão vegetal foram consumidas cerca de 40 milhões de toneladas (44% da produção). Em 2004, o consumo de carvão vegetal cresceu 16,9% em relação a 2003. A mão-de-obra empregada em 2005 na produção de carvão-vegetal em Minas Gerais, maior produtor nacional com 1,74 milhão de toneladas, representando 69% do total, era de 54,3 mil trabalhadores na silvicultura e 60,6 mil na carbonização da madeira, somente considerando os empregos diretos, ou cerca de 15,14 toneladas anuais produzidas por trabalhador, considerando-se a silvicultura e a carbonização. Existiam outros 260 mil empregos indiretos gerados pela atividade naquele Estado (SBS, 2006).

O rendimento máximo do processo de carbonização é cerca de 42%. Os outros 58% perdidos na carbonização são sob a forma de energia térmica e de condensáveis (alcatrão + água). Nessas condições, o teor de alcatrão é cerca de 15% (depende de vários fatores). Parte do calor residual poderia ser aproveitado em um outro processo, como secagem, aquecimento moderado, etc. O alcatrão pode ser queimado em um ciclo térmico (ciclo de vapor) gerando eletricidade (o rendimento máximo desse ciclo é de 35%).

Bela Pedra, município paulista, em 2000, produzia cerca de 6% de todo o carvão vegetal daquele Estado, com um rendimento médio, por forno, em ciclo de oito dias, de 473 kg de carvão vegetal para cada carga de 4,7 m<sup>3</sup> de madeira, ou seja, para cada 1 m<sup>3</sup> de lenha o rendimento era de 100 kg de carvão (MEIRA et al., 2005).

O carvão de *Pinus* tem baixo teor calorífico, mas a carbonização da sua madeira é viável quando realizada com o objetivo de extração do breu e aproveitamento integral dos subprodutos da carbonização.

### c) Álcool

O etanol pode ser obtido a partir da celulose. Há dois principais processos para produzi-lo: no primeiro a celulose é submetida ao processo de hidrólise enzimática, utilizando várias enzimas, como a celulase, a celobiase e a  $\beta$ -glicosidase; no outro processo, que é utilizado com menos freqüência, a madeira passa por um processo semelhante ao da produção de álcool de cana, com as três seguintes fases: gasificação, fermentação e destilação (WIKIPEDIA, 2007).

O metanol é produzido pela destilação da madeira. Serve como combustível e como solvente industrial, sendo usado também no processo de transesterificação da gordura para produzir biodiesel (WIKIPEDIA, 2007).

Nenhum dos processos é usado em escala em nosso país pelo alto custo de produção, mas há grande potencial para isso acontecer, devido à alta dos preços do petróleo que vem ocorrendo nos últimos anos.

#### 2.6.10 RESINAS, GOMAS E ÓLEOS ESSENCIAIS

Quatro áreas principais compõem esse sub-setor, quais sejam: a cadeia da goma-resina de coníferas, a de óleos essenciais de eucalipto, a de látex de seringueira e a de tanino de acácia. No Rio Grande do Sul estão presentes somente a primeira e a última, pois o clima não é favorável ao plantio de eucaliptos aromáticos como o *Eucalyptus citriodora*, nem de seringueira (*Hevea sp.*).

A cadeia produtiva dos produtos resinosos, representada na Figura 13, é formada pelo conjunto das atividades relacionadas com a extração, industrialização e comercialização da goma-resina e seus derivados, que são usados como matéria-prima na fabricação de tintas, vernizes, colas, borrachas, desinfetantes, perfumaria, e outras. É um sistema agroindustrial composto por cinco tipos de empresas (FERREIRA, 2001):

- proprietárias florestais ou entidades florestais que arrendam suas florestas;
- prestadoras de serviços de resinagem;
- produtoras de breu e terebintina;
- produtoras de derivados de breu ou de terebintina;
- estabelecimentos comerciais de produtos resinosos.

No Rio Grande do Sul, a produção de resinas é realizada a partir da espécie *Pinus elliottii*. Nos Estados de clima tropical, a espécie *Pinus caribaea* também é utilizada. O Brasil é um dos maiores produtores, distanciando-se somente da China, que domina o mercado internacional com 65% da produção mundial (Tabela 15). A resinagem de florestas maduras no Estado de São Paulo, maior produtor nacional, apresenta uma produção média de 2,5 kg/árvore/ano, valor que pode chegar a 6 kg/árvore/ano com melhoramento genético e manejo adequado. O mercado de

produtos resiníferos enfrenta alguns problemas que devem ser considerados: redução de áreas produtoras de resina; crescimento dos custos de produção; concorrência com resinas sintéticas e *tall oil*; baixa assimilação da tecnologia existente; domínio do mercado mundial por parte da China e preços muito variáveis; e, novos produtores asiáticos (FERREIRA, 2001).

O breu, principal subproduto da goma-resina, é obtido de três fontes, conforme a Figura 14, o breu de cepo (extraído com solventes a partir de resíduos e tocos deixados na colheita da madeira), breu de *tall oil* (obtido da lixívia negra, que é um resíduo da fabricação de celulose) e o produzido a partir da goma-resina extraída de árvores vivas, apresentando muitas aplicações, tais como: colas utilizadas na fabricação do papel, tintas e vernizes, *hot melt*, adesivos, borrachas sintéticas; indústria cosmética e alimentícia, entre outras (NEVES et al., 2001).

Outro produto importante, obtido pela destilação da goma-resina, é a terebintina, também chamada de aguarrás vegetal, que é um líquido oleoso, transparente, rico em  $\alpha$  e  $\beta$  pineno (compostos cíclicos aromáticos), usada como matéria-prima para industrialização de grande número de produtos, tais como acetato de terpenila, isobornila, terpineol, utilizados na indústria de fragrâncias e perfumaria (GARRIDO, 1998, apud NEVES et al., 2001); e, ainda, para a fabricação de desinfetantes, vitaminas, inseticidas naturais, resinas politerpênicas para colas, solventes de tintas, estendendo-se à área farmacêutica, compondo produtos para uso tópico em nevralgias (NEVES et al., 2001).

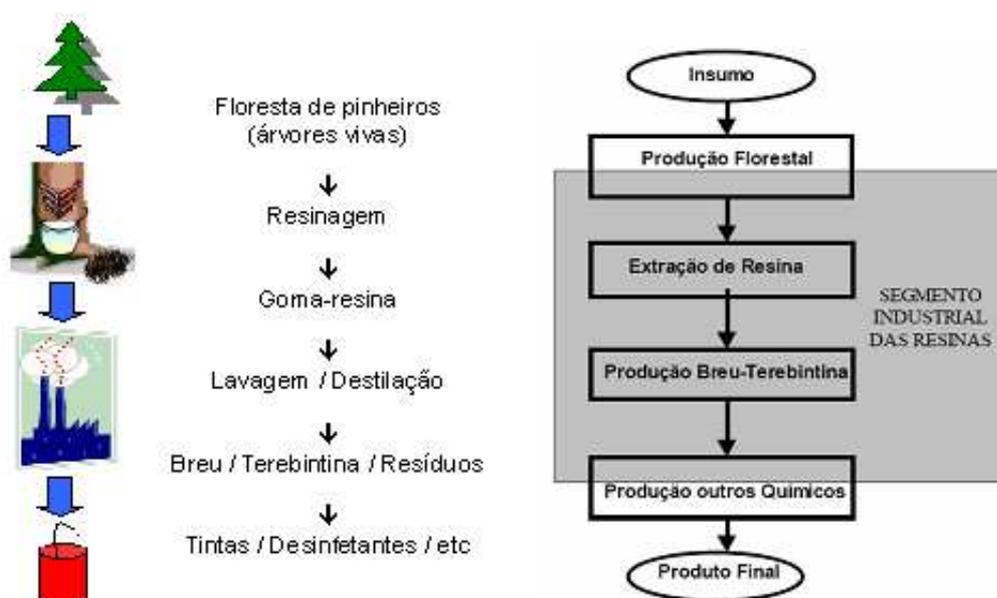


Figura 13-Sistema agroindustrial da goma-resina e seus derivados. Fonte: Adaptado de Ferreira (2001).

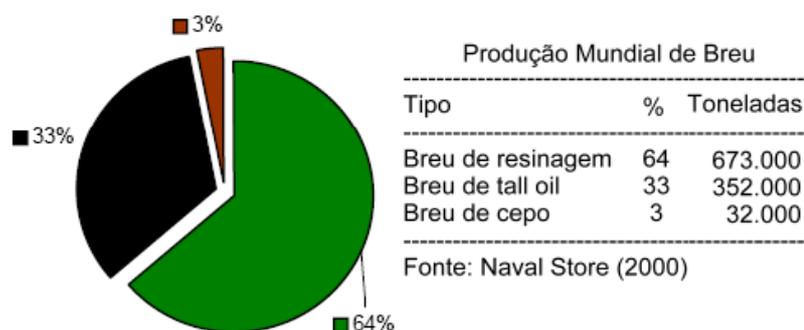


Figura 14- Produção mundial de breu. Fonte: Naval Store (2000) apud Neves et al. (2001).

O Brasil produziu cerca de 91 mil toneladas de goma resina de *Pinus* por meio de aproximadamente 45 milhões de árvores, tendo sido exportados US\$ 27.2 milhões, o que mantém aproximadamente 15 mil empregos (SBS, 2006).

Na Tabela 14 e Tabela 15 são caracterizadas a produção de resina, breu e terebintina, de 1989 a 1998, no Brasil e no Mundo, respectivamente.

Tabela 14 - Produção de resina, breu e terebintina no Brasil (t/ano)

Produto	A n o									
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Resina	77857	61429	60714	79997	66596	84915	76787	74101	88036	88185
Breu*	54500	43000	42500	48000	40000	48000	43000	40000	49000	44000
Terebintina	11679	9214	9107	12000	9989	12737	11518	11115	13205	13228

Fonte: NAVAL STORES REVIEW apud Ferreira (2001).

Tabela 15 - Produção de goma-resina dos principais países produtores (t/ano).

País	A n o										
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Portugal	75759	38548	48680	31808	21553	17000	27500	28750	32500	30000	25000
México	40500	27300	39000	33000	40000	42000	-	30000	33000	34000	-
Índia	-	-	-	29800	29000	35000	40000	37000	41500	41300	34000
Brasil*	-	77857	61429	60714	79997	66596	84915	76787	74101	88036	88185
Indonésia	41333	52000	55333	65333	73333	92000	96000	71067	73333	91948	64000
China	-	566667	534667	520000	558667	580000	500000	512667	533333	706667	506667
TOTAL	157592	757181	735013	736608	786553	819333	740200	750607	783800	987208	713433

Fonte: NAVAL STORES REVIEW apud Ferreira (2001).

Os preços da goma-resina, de 1984 a 2006 apresentaram variação entre US\$ 213 e US\$ 539 com uma média de US\$ 311 e tendência de aumento de 1,075% ao ano (ARESB, 2007). Os custos de produção de goma-resina de *Pinus*, na safra 2000-2001, foram estimados por Ferreira (2001) em R\$ 0,917 por árvore resinada,

correspondentes a R\$ 366,80 por tonelada para uma média de produção por árvore de 2,5 kg anuais.

Entretanto, não há produção de goma-resina na região da Serra do Sudeste, embora pareça ser possível nas áreas mais úmidas, podendo ser adotada no futuro. Assim, a atividade não foi incluída no estudo.

#### 2.6.11 SETOR MOVELEIRO

O sistema produtivo moveleiro inclui a cadeia produtiva da produção de madeira, indústrias de equipamentos, resinas, colas, couro, tecido e metais para móveis e as atividades industriais de produção de madeira serrada e placas de madeira e de processamento para a produção de móveis, como pode ser observado na Figura 15.

### 2.7 DESENVOLVIMENTO FLORESTAL REGIONAL

O planejamento é um processo de organização de tarefas para se chegar a um fim, com fases características, na seguinte ordem: identificar o objeto do planejamento e criar uma visão sobre o assunto, formando um "quadro" de seu passado, presente e futuro; definir os objetivos do planejamento com base na visão criada previamente; estabelecer um compromisso para se atingir o objetivo do planejamento (missão); definir políticas e critérios de trabalho; estabelecer metas (objetivos quantificados com prazo para execução); desenvolver um plano das ações necessárias para se atingir as metas e cumprir a missão e os objetivos; estabelecer um sistema de monitoramento para medir o que foi realizado, para controle, análise das ações planejadas e verificação do cumprimento das metas; definir um sistema de avaliação sobre os dados controlados; e, finalmente, prever a tomada de medidas para prevenção e correção quanto aos erros do passado e desvios que poderão ocorrer no futuro em relação ao plano (FLORIANO, 2004b).

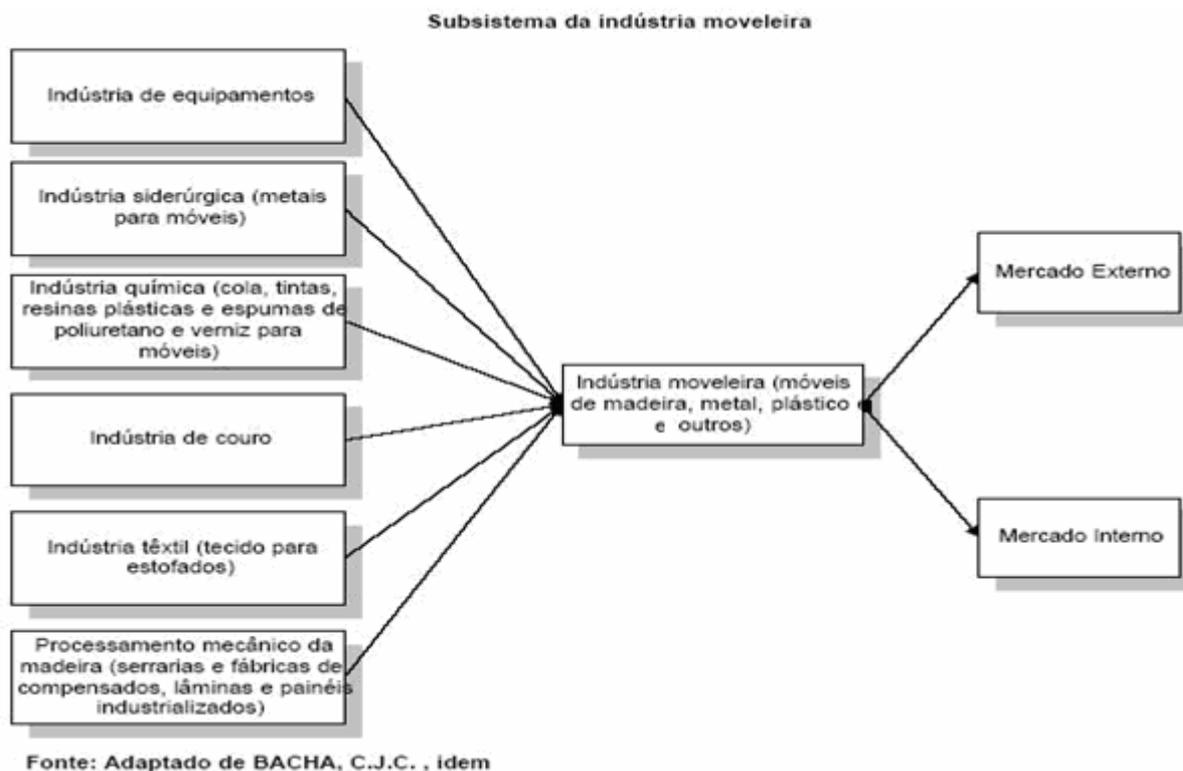


Figura 15- Subsistema da indústria moveleira. Fonte: BACHA apud Moraes e Nassar (2002).

Nesta seção buscou-se apontar as características dos programas de desenvolvimento governamentais relacionados com a silvicultura regional, assim como as oportunidades, necessidades e dificuldades para o desenvolvimento florestal da região.

### 2.7.1 PRINCÍPIOS DE DESENVOLVIMENTO

Um plano de desenvolvimento é demandado, elaborado, coordenado e fiscalizado pela sociedade, através de suas organizações de representação civil, visando o desenvolvimento do conjunto da população e considera alguns princípios norteadores (FUG-RS, 2004):

- visão sistêmica: contempla todos os componentes internos (recursos humanos, materiais e naturais) e externos (políticas, recursos, mercados) que influem no processo de desenvolvimento;

- visão temporal: contemplar de curto em longo prazo, garantindo a sua continuidade;

- qualidade de vida: contêm propostas para o fortalecimento produtivo, mas tem como objetivo principal a melhoria do bem estar geral da população;
- desenvolvimento local: deve se basear no potencial econômico e social local;
- participação, democratização e controle social: a elaboração, a execução e a avaliação de um plano de desenvolvimento devem contemplar os diferentes segmentos da sociedade, para assegurar a sua efetivação e continuidade independente, assim como a sua legitimidade.

O planejamento de atividades pode ser realizado em três níveis principais: estratégico, tático e operacional, sendo que o primeiro está relacionado com a identidade do plano, o segundo com as relações em nível gerencial e o último com os recursos disponíveis e a produção (FLORIANO, 2004b). O presente trabalho abrange os três níveis, detendo-se mais no nível operacional, procurando determinar as necessidades de recursos para a produção florestal.

## 2.7.2 ESTRATÉGIAS DE GESTÃO PÚBLICA NO BRASIL

A Constituição Federal dispõe sobre o planejamento na área rural no Artigo 174 (Brasil, 2001), estabelecendo que deva ser realizado de forma democrática e participativa, incentivando o cooperativismo e, em se tratando de um plano de gestão intimamente ligado à área ambiental, faz-se importante frisar as principais estratégias brasileiras de gestão pública para essa área, que deverão ser levadas em consideração quando da execução das ações planejadas, quais sejam (FLORIANO, 2005):

- Comando e controle - São as normas e regulamentos governamentais que têm por objetivo influenciar diretamente as atitudes dos empreendedores, aqui entendidos como agentes impactantes, indicando padrões a serem cumpridos e as formas de controlar os impactos causados; as leis mais importantes a se considerar na silvicultura são o Código Florestal (LEI 4771/65), a Lei das Unidades de Conservação (LEI 9.985/00), a Lei dos Crimes Ambientais (LEI nº 9.605/98) e a Lei da Política Nacional de Meio Ambiente (LEI 6.938/81), todas disponíveis no site <<http://www.presidencia.gov.br/legislação/>>, de forma permanentemente atualizada;
- Econômica - A estratégia econômica visa ou beneficiar o empreendedor, ou

punir aquele que causa impactos, através de transferências fiscais, criação de mercados, financiamentos, multas, etc.; como é o caso dos programas atuais de financiamento com juros subsidiados para a silvicultura e incentivos fiscais para instalação de indústrias;

– Macro-políticas com interface ambiental - São as estratégias de desenvolvimento, como: desenvolvimento tecnológico, planejamento energético, planejamento regional e urbano, educação ambiental, etc., colocadas à disposição do empreendedor, como é o caso deste anteprojeto, e dos programas governamentais de assistência executados por universidades públicas, pela EMATER, agências de desenvolvimento e órgãos como o SEBRAE, SENAR, SEST, SENAI e SENAC.

### 2.7.3 FATORES DE INFLUÊNCIA SOBRE O DESENVOLVIMENTO FLORESTAL

Segundo Tuoto (2005), os fatores que influenciam o desenvolvimento florestal podem ser extra-setoriais (supra e inter), ou intra-setoriais e, na elaboração de um plano de desenvolvimento florestal, devem ser considerados conforme esquema na Figura 16, sendo que entre os principais fatores econômicos estão a previsão de demanda futura e o preço dos produtos, o acesso ao crédito, as taxas de juros e a carga tributária, bem como o preço e a disponibilidade de terras.

FATORES EXTRA-SETORIAIS		FATORES INTRA-SETORIAIS
SUPRA-SETORIAIS	INTER-SETORIAIS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PIB</li> <li>• Taxa de Juros</li> <li>• Taxa de Câmbio</li> <li>• Comércio Internacional</li> <li>• Estabilidade Política e Transparência de Governo</li> <li>• Carga Tributária</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infra-estrutura Econômica</li> <li>• Infra-estrutura Social</li> <li>• Licenças e Regulamentos</li> <li>• Mão-de-obra</li> <li>• Acesso ao Crédito</li> <li>• Segurança Jurídica e Aplicação da Lei</li> <li>• Tratamento de Capital</li> <li>• Políticas Agropecuárias</li> <li>• Políticas e Restrições Ambientais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recurso Florestal</li> <li>• Subsídios e Incentivos</li> <li>• Serviços de Desenvolvimento Empresarial</li> <li>• Mercado Doméstico</li> <li>• Disponibilidade de Terras (Terras de Vocação Florestal)</li> <li>• Marco Legal e Institucional</li> </ul>

Fonte: Tuoto (2005).

Figura 16- Fatores determinantes para o desenvolvimento florestal. Fonte: Tuoto (2005).

#### 2.7.4 ATORES DO DESENVOLVIMENTO FLORESTAL REGIONAL

A sociedade regional organizada em suas mais diversas facções, os órgãos de desenvolvimento, as instituições de ensino e pesquisa, as instituições ambientais e de assistência, os governos municipal, estadual e federal, os conselhos municipais, regionais, estaduais e federais estão todos potencialmente ligados ao escopo de um projeto de desenvolvimento regional, devendo participar ativamente do início do planejamento à fase final de execução do mesmo.

#### 2.7.5 POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL

As principais políticas públicas de desenvolvimento e para o setor florestal são: o Programa Nacional de Florestas (PNF) criado no ano 2000 pelo Governo Federal com a missão de promover o desenvolvimento sustentável, conciliando o uso com a conservação dos recursos florestais, tendo como principais objetivos a ampliação da base florestal, recuperação de áreas degradadas ou alteradas e geração de emprego e renda na área rural (MMA, 2006); o Programa Floresta-Indústria/RS do Governo do Estado, reconhecendo o potencial de crescimento do agronegócio florestal em vista das condições favoráveis atuais, que adotou como uma de suas prioridades um grande programa de incentivos para a silvicultura no Estado, tendo como meta a implantação de 40 mil hectares de eucaliptos, gerando, até 2014, receita bruta de R\$ 200 milhões para os produtores (SAA-RS, 2007).

Além desses programas, foram criadas várias políticas municipais de desenvolvimento. Em Cachoeira do Sul existem incentivos do Programa de Desenvolvimento de Cachoeira do Sul - PRODIC, criado com o objetivo de estimular o crescimento e o desenvolvimento da indústria no Município, através da concessão de incentivos fiscais, materiais e financeiros às empresas de pequeno, médio e grande porte que realizem investimentos visando a implantação, expansão e realocação de unidades industriais, de acordo com a Lei Municipal 2411 de 29 de junho de 1992. Encruzilhada do Sul conta com três Distritos Industriais em expansão, oferecendo área e terraplanagem para instalação de novas indústrias, apoio técnico na área rural, máquina para construção de açudes, transporte de

materiais, isenção de tributos, entre outros, através de lei normativa específica de incentivos.

#### 2.7.6 PROGRAMAS OFICIAIS PARA FINANCIAMENTO FLORESTAL

As principais fontes de recursos, para o financiamento dos empreendimentos previstos, são administradas pelos agentes: Banco do Brasil, BNDES, Caixa Econômica Federal, BRDE e CAIXA-RS.

Os programas de financiamentos de maior impacto na produção de madeira são o PROPFLORA, o FUNDEFLOL e o PRONAF, descritos a seguir. Neste estudo, baseamos as condições de financiamento no PROPFLORA, que dispõe mais recursos e tem maior aplicação no desenvolvimento da base de uma cadeia produtiva florestal.

##### a) PROPFLORA (BNDES, 2007)

Programa de Plantio Comercial de Florestas - Implantação e manutenção de florestas de *Pinus*, Acácia-negra e Eucalipto, destinadas ao uso industrial, tendo como agente financeiro a CAIXA-RS. Apresenta como atividades financiáveis os investimentos fixos e semi-fixos necessários à implantação e manutenção das florestas, inclusive o custeio até o 4º ano.

As condições de financiamento são as seguintes: a) encargos financeiros: 6,75% a.a.; b) participação: até 100%; c) prazos: Total de até 12 (doze) anos; carência: até 8 (oito) anos; d) periodicidade dos pagamentos: de acordo com o fluxo de receitas da propriedade beneficiada; e) limite do crédito: até R\$150.000,00 por beneficiário, independente de outros créditos concedidos ao amparo de recursos controlados do crédito rural.

##### b) FUNDEFLOL (SEMA-RS, 2005)

Criado através do artigo 49 da Lei nº 9.519, de 21 de janeiro de 1992, tem por finalidade financiar os projetos e programas definidos no Plano de Desenvolvimento Florestal, objetivando a execução da Política Florestal Estadual, centrando suas metas prioritariamente na pesquisa e desenvolvimento tecnológico, manejo e extensão, aproveitamento econômico e sustentável da floresta nativa, controle e

fiscalização, fomento florestal e em unidades de conservação.

A constituição de recursos do FUNDEFLORE é oriunda de dotações orçamentárias do Estado e créditos adicionais que forem atribuídos; resultado operacional próprio; recursos oriundos de operações de crédito; recursos provenientes de convênios; contratos e outros ajustes, celebrados com instituições públicas ou privadas, nacionais ou internacionais, caso em que a destinação de recurso será especificada no ajuste; arrecadação proveniente da outorga de concessões, permissões e autorizações para utilização de recursos florestais; o produto das multas aplicadas em razão de infrações florestais; recursos resultantes de doações de pessoas físicas ou jurídicas, nacionais ou internacionais; recursos oriundos de cobrança de taxas; recursos oriundos da comercialização de sementes, mudas e matéria-prima florestal; outros recursos a ele destinados, compatíveis com suas finalidades.

c) PRONAF Florestal (BANCO DO BRASIL, 2005)

O PRONAF Florestal é uma iniciativa que envolve a articulação de um conjunto de ações de governo em apoio à expansão, conservação e manejo da cobertura florestal dos biomas brasileiros, e um dos seus instrumentos é o Programa de Financiamento ao Produtor Familiar.

Beneficiários - Agricultores e familiares enquadrados nos grupos "B", "C" e "D" do PRONAF.

Finalidade - Projetos de investimento em silvicultura, sistemas agro-florestais e exploração extrativista ecologicamente sustentável.

Teto por beneficiário - Grupo "B", até R\$ 1 mil; Grupo "C", R\$ 4 mil; Grupo "D", R\$ 6 mil. Observação: Até 65% do montante é liberado no primeiro ano.

Taxa de Juros - 4% a.a. para os Grupos "C" e "D"; 1% a.a. para o Grupo "B"; Bônus de adimplência de 25% sobre os encargos financeiros.

Carência - Grupos "C" e "D", até 8 anos; Grupo "B", 1 ano.

Prazos de pagamento - Grupos "C" e "D", até 12 anos; Grupo "B", até 2 anos; quando se tratar de recursos oriundo de Fundos Constitucionais, até 16 anos.

Garantias - As garantias são livremente negociadas entre os agricultores familiares e o agente financeiro. Uma nota de Crédito Rural (NCR) é emitida pelo agente financeiro e o agricultor apresenta cadastro, projeto de viabilidade técnica, econômica, social e ambiental.

Assistência Técnica - Pode ser financiada (até no máximo 2% do valor do projeto) ou proporcionada por parcerias com instituições públicas, privadas, de pesquisa e não-governamentais.

Abrangência - Todo território nacional para a demanda espontânea; regiões dos biomas Mata Atlântica e Caatinga para a demanda induzida pelo Fundo Nacional do Meio Ambiente.

Agente Financeiro - Banco do Brasil, Banco da Amazônia (BASA), Banco do Nordeste (BNB) e demais Bancos do Sistema de Crédito Rural.

### 2.7.7 INVESTIMENTOS

Em 2005, uma avaliação realizada pela empresa paranaense “STCP - Engenharia de Projetos”, realizada em 26 países da América Latina a pedido do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), concluiu que o setor florestal no Brasil vai atrair investimentos de US\$ 20 bilhões até o ano de 2012. Os pesquisadores elaboraram o Índice de Atração ao Investimento Florestal (IAIF), com o objetivo de orientar investidores e governos sobre a situação e as perspectivas de negócios no segmento. Conforme dados do estudo, o Brasil é o país com mais atrativos para investimentos no setor florestal. “O segmento de papel e celulose deve receber a maior parte dos aportes previstos em cerca de US\$ 14 bilhões. Os outros US\$ 6 bilhões serão investidos principalmente na indústria de produtos de madeira sólida”, de acordo com STCP Engenharia de Projetos. “A previsão de investimentos para o Chile e Uruguai até 2012 não passa de US\$ 4 bilhões e US\$ 2 bilhões, respectivamente” (ROSSI, 2005).

### 2.7.8 INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL REGIONAL

Não basta demonstrar que as florestas cultivadas estão em expansão e que a produtividade e rentabilidade estão aumentando para se determinar o sucesso ou fracasso de um plano de desenvolvimento florestal. É necessário realizar o monitoramento permanente de indicadores que comprovem também que os resultados são úteis à sociedade e ao seu bem estar, assim como garantir que a

atividade está sob controle e não afeta significativamente o ambiente, tanto o natural como o antrópico, de forma negativa.

A elaboração de princípios e critérios para avaliação dos índices medidos sobre esses indicadores, para florestas nativas e plantadas, para diferentes ecossistemas ou para grupos de espécies em condições especiais, dependem de conceitos, determinações e verificações, que somente podem ser desenvolvidos mediante consenso entre produtores, processadores, consumidores, entidades de ensino, de pesquisa e a sociedade em geral (NAHUZ, 2001).

Indicadores ambientais importantes já foram relacionados nas seções anteriores como a produção de sedimentos, ocupação das terras com florestas cultivadas e vazão das bacias hidrográficas. Indicadores sociais, como mortalidade infantil, escolaridade, número de empregos na silvicultura e indústrias de transformação de base florestal são tão ou mais importantes que os índices econômicos como o valor adicionado ao PIB e o saldo na balança comercial devido às atividades florestais. O monitoramento dos indicadores necessários, referentes diretamente às florestas, ao ambiente, à sociedade e econômicos, deve ser incorporado às atividades das agências locais e regionais de desenvolvimento para garantir o sucesso de um programa que atenda às necessidades humanas no presente e no futuro.

O FSC (2007) adota dez linhas de políticas básicas, ou princípios, para a avaliação da sustentabilidade florestal, quais sejam:

Princípio 1: Obediência às Leis e aos Princípios do FSC. O manejo florestal deve respeitar todas as leis aplicáveis ao país onde opera, os tratados internacionais e acordos assinados por esse país, e obedecer a todos os Princípios e Critérios do FSC.

Princípio 2: Responsabilidades e direitos de posse e uso da terra. Os direitos de posse e uso de longo prazo relativos à terra e aos recursos florestais devem ser claramente definidos, documentados e legalmente estabelecidos.

Princípio 3: Direitos dos Povos Indígenas. Os direitos legais e costumeiros dos povos indígenas de possuir, usar e manejar suas terras, territórios e recursos devem ser reconhecidos e respeitados.

Princípio 4: Relações Comunitárias e Direitos dos Trabalhadores. As atividades de manejo florestal devem manter ou ampliar o bem-estar econômico e social de longo prazo dos trabalhadores florestais e das comunidades locais.

Princípio 5: Benefícios da Floresta. As operações de manejo florestal devem incentivar o uso eficiente dos múltiplos produtos e serviços da floresta para assegurar a viabilidade econômica e uma grande gama de benefícios ambientais e sociais.

Princípio 6: Impacto Ambiental. O manejo florestal deve conservar a diversidade ecológica e seus valores associados, os recursos hídricos, os solos, e os ecossistemas e paisagens frágeis e singulares, e ao assim atuar, manter as funções ecológicas e a integridade da floresta.

Princípio 7: Plano de Manejo. Um plano de manejo, apropriado à escala e intensidade das operações propostas, deve ser escrito, implementado e atualizado. Os objetivos de longo prazo do manejo florestal e os meios para atingí-los devem ser claramente definidos.

Princípio 8: Monitoramento e Avaliação. O monitoramento deve ser conduzido - apropriado à escala e à intensidade do manejo florestal - para que sejam avaliados a condição da floresta, o rendimento dos produtos florestais, a cadeia de custódia, as atividades de manejo e seus impactos ambientais e sociais.

Princípio 9: Manutenção de florestas de alto valor de conservação. As atividades em manejo de florestas de alto valor de conservação devem manter ou ampliar os atributos que definem essas florestas. Decisões relacionadas à florestas de alto valor de conservação devem sempre ser consideradas no contexto de uma abordagem precautória.

Princípio 10: Plantações. As plantações devem ser planejadas e manejadas de acordo com os Princípios e Critérios de 1 a 9 e o Princípio 10 e seus Critérios. Considerando que as plantações podem proporcionar um leque de benefícios sociais e econômicos, e contribuir para satisfazer as necessidades globais por produtos florestais, recomenda-se que elas complementem o manejo, reduzam as pressões, e promovam a restauração e conservação das florestas naturais.

Esses princípios, usados por centenas de organizações ao redor do mundo, servem como orientação para implementar um sistema de controle com base em indicadores que componham um modelo de monitoramento com o objetivo de avaliação contínua visando o bom manejo florestal e o seu sucesso em termos ambientais, sociais e econômicos.

## **2.8 RESTRIÇÕES E OPORTUNIDADES DE INVESTIMENTOS**

Tendo em vista o ambiente socioeconômico e biofísico descritos anteriormente, a seguir são identificadas as oportunidades e adequações atuais referentes ao desenvolvimento de uma cadeia produtiva de base florestal para a área de abrangência deste estudo.

A região de abrangência deste estudo caracteriza-se como própria para silvicultura, apresentando grandes áreas onde é a atividade rural recomendável pelas condições ambientais que possui, tanto de restrições para outras culturas quanto à adequação de espécies ao ambiente regional, conhecidas

silviculturalmente no Brasil e já cultivadas na região, como os gêneros *Pinus*, *Eucalyptus* e *Acacia*.

### 2.8.1 RESTRIÇÕES

#### a) Área para produção de madeira

Considerando-se o uso da terra, avaliado pela UFSM/SEMA-RS (2001), as áreas de vegetação degradada e as necessárias adequações quanto às potencialidades de uso do solo, indicadas pelo IBGE (2005), foram estimadas as transformações teoricamente possíveis de ocupação do espaço rural produtivo na região em área cultivada com florestas, que podem chegar a um total próximo de 175 mil hectares.

#### b) Transporte de matéria-prima e produtos florestais

O transporte de produtos para fora da região é facilitado pelas várias modalidades disponíveis na região, incluindo acesso ao porto de Rio Grande por ferrovia, hidrovia e rodovia, assim como para a capital do Estado. Os demais países do MERCOSUL são acessíveis por rodovias.

A malha ferroviária federal atravessa os dois municípios da área de abrangência do estudo, facilitando sobremaneira o transporte de grandes volumes para Porto Alegre e para o Superporto de Rio Grande.

O rio Jacuí é uma opção viável para o transporte de produtos através de barcaças com calado de até 1,5 m a partir do porto de Cachoeira do Sul, a 110 km de Santa Maria, dando acesso ao Rio Guaíba e à Lagoa dos Patos.

As rodovias dão acesso a todos os mercados, tanto estadual como para as demais regiões do país, ou de exportação para os demais países do MERCOSUL e para os portos de Rio Grande (internacional) e de Porto Alegre (regional).

#### c) Abastecimento de energia

A região possui um bom abastecimento de energia. Existe, ainda, a possibilidade de usinas termoelétricas a base de madeira suprirem as novas necessidades com excedentes da produção e com resíduos de madeira tanto florestais, quanto industriais.

#### d) Abastecimento de água

A região apresenta um rio caudaloso com vazão de descarga média superior a 700 m<sup>3</sup>/s, o Jacuí, além do rio Camaquã (superior a 350 m<sup>3</sup>/s em sua foz na Lagoa dos Patos) e outros de menor ordem, afluentes desses, sendo que a região apresenta vazão específica entre 20 e 40 litros por segundo por km<sup>2</sup>.

#### e) Legislação e ambiente biofísico

A legislação pertinente regula as atividades florestais para a região, geralmente sem impedir o uso, exceto em espaços especiais, principalmente em relação à Lei 4771/65, à exemplo da Encosta do Planalto, que é uma região onde ainda se conserva uma parcela considerável de floresta nativa e tem muitas áreas declivosas onde o corte raso de florestas não é permitido, com declividade acima de 35°, apresenta, também, algumas áreas de preservação permanente com inclinação superior a 45°, onde não é permitido qualquer cultivo.

O licenciamento para plantio de florestas na região é regulado pela FEPAM, em cujo site pode ser encontrada toda a legislação pertinente e instruções para sua obtenção.

As terras na área de abrangência das unidades de conservação têm restrições legais para serem ocupadas com empreendimentos econômicos. Sobre elas existem algumas restrições de uso e necessitam de autorização especial dos órgãos que as administram, assim como no seu entorno, inclusive de acampamentos indígenas. A Lei das Unidades de Conservação nº 9.985/00 regula o uso dessas áreas.

#### f) Mão-de-obra

Utilizando-se a taxa média de desemprego no RS, em setembro de 2005, de 14,8% da população economicamente ativa desempregada ou subempregada, deduz-se que deve haver cerca de 55 mil trabalhadores nessa situação nos dois COREDES da área do estudo.

A região apresenta atividade florestal crescente e o nível de mão-de-obra operária florestal vem melhorando gradativamente, já existindo alguma oferta de pessoal qualificado em todos os níveis da área florestal. Além disso, a oferta de mão-de-obra de nível superior é farta e altamente qualificada, pois somente a UFSM

abre 60 vagas em nível de graduação em Engenharia Florestal e abriga, permanentemente, cerca de 40 estudantes de pós-graduação, igualmente distribuídas entre mestrado e doutorado na área. Existe, ainda, disponibilidade de profissionais em todas as áreas do conhecimento.

#### g) Espécies recomendadas

As espécies dos gêneros *Acacia*, *Pinus* e *Eucalyptus*, cultivadas no sul do Brasil, têm potencial para plantio na região de abrangência do estudo. As espécies *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* são especialmente recomendadas pela fácil adaptação na região, semelhante à sua origem, sendo o *Pinus elliottii* recomendado para as áreas de menor declividade e mais úmidas, enquanto que o *Pinus taeda* pode ser plantado nas áreas de altitude maior com solos melhor drenados, onde tem melhor adaptação.

A CAIXA-RS financia projetos de silvicultura de qualquer espécie adaptada na região e cuja tecnologia de cultivo seja conhecida, inclusive espécies nativas, desde que comprovada a viabilidade técnico-econômica do empreendimento.

#### h) Indústrias de base florestal adequadas

Para a região de abrangência deste estudo existem muitas possibilidades, sendo adequados todos os tipos de indústria de base florestal que utilizam matéria-prima produzida a partir das espécies florestais dos gêneros *Acacia*, *Pinus* e *Eucalyptus*, para produção de celulose, painéis de madeira e madeira serrada para construção civil e movelaria, lenha e carvão vegetal para energia, entre outros.

Os programas de financiamento da CAIXA-RS abrangem uma vasta gama de possibilidades para financiamento de empreendimentos industriais, com juros subsidiados, visando a criação de uma cadeia produtiva de base florestal integrada desde a produção de matéria-prima até a de produtos acabados para venda ao consumidor final.

#### i) Dificuldades

Entre as dificuldades identificadas para o desenvolvimento florestal regional estão, principalmente: uma legislação florestal e ambiental complexa, autoridade difusa, perfil pecuarista conservador, reação contrária à silvicultura, baixo nível tecnológico industrial de parte das indústrias do setor existentes na região, embora

algumas empresas tenham adotado programas para desenvolvimento tecnológico; estigmas e paradigmas setoriais antiquados; cadeia produtiva de base florestal regional ainda restrita; elevada carga tributária; e financiamentos incompatíveis com o manejo florestal em alto fuste quanto aos prazos de carência e liquidação de empréstimos.

### 2.8.2 OPORTUNIDADES

Entre as principais oportunidades que o momento e a região oferecem, estão:

- mercado para produtos da cadeia florestal em expansão em todos os níveis;
- inexistência de barreiras alfandegárias e fiscais para madeira e produtos florestais provenientes de florestas plantadas no mercado internacional;
- acordo de Quioto e o mercado de seqüestro de carbono;
- programas de desenvolvimento Federais, Estaduais e Regionais que priorizam a cadeia produtiva de base florestal na Metade Sul;
- disponibilidade de recursos para toda a cadeia produtiva de base florestal;
- curso de Engenharia Florestal da UFSM e unidade de pesquisa florestal da FEPAGRO em Santa Maria, para suprir o setor com mão-de-obra especializada e tecnologia atualizada;
- malha rodoviária e ferroviária suficiente para escoamento da produção com um centro rodo-ferroviário em Santa Maria, a cerca de 110 km de Cachoeira do Sul;
- clima adequado e terras disponíveis e preços compatíveis com a atividade florestal;
- necessidade de mudança da matriz produtiva rural em vista das dificuldades climáticas atuais e a predisposição do produtor rural;
- redes cooperativas em formação no setor de base florestal regional, com apoio dos três níveis da administração pública.

### 2.9 ESPÉCIES DE PINUS CULTIVADOS NA REGIÃO SUDESTE DO RS

As espécies do gênero *Pinus* vêm sendo plantadas no Brasil há mais de um

século. Na região Sul, quase todos os plantios são das espécies *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, ambos oriundos do sudeste dos EUA (Figura 17).

O *Pinus elliottii* é grande produtor de resina, possibilitando sua exploração comercial paralelamente à produção de madeira. Essa espécie, por tolerar bem a presença de lençol freático próximo à superfície, adapta-se bem às planícies litorâneas. O *Pinus taeda* apresenta maior crescimento e produtividade nas regiões de planalto, em solos bem drenados, suportando bem a ocorrência de geadas.

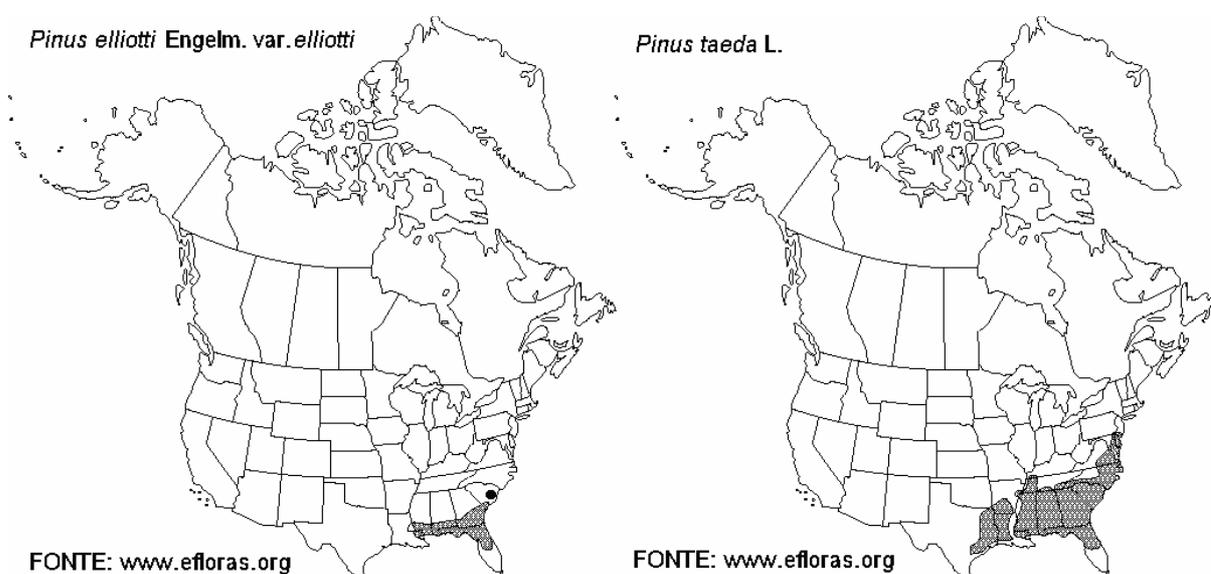


Figura 17 - Região de ocorrência natural dos *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*. Fonte: eFloras (2008).

Para a produção de celulose, em que importa mais a quantidade de biomassa do que a qualidade da madeira, utiliza-se espaçamento reduzido, sem o uso de podas ou de desbastes. Mais tarde, quando passou a haver interesse na madeira desdobrada, passou-se a fazer desbastes intermediários e a rotação passou para cerca de 25 anos, quando o diâmetro das toras é maior e o aproveitamento industrial é melhor (BRDE, 2003).

## 2.10 ASPECTOS SILVICULTURAIS

De acordo com o BRDE (2003), a silvicultura é marcada por ter um longo ciclo de produção, podendo ultrapassar os vinte anos, porém, em outros casos, cerca de 7 anos. A madeira obtida na atividade pode ter como destino uma série de indústrias

como: celulose, energia (carvão, lenha), painéis, serrados e laminados, com diferentes prazos de colheita da madeira associados (Tabela 16).

Há duas formas usuais para produção de mudas na silvicultura: por sementes e por estacas. Os principais fatores a serem considerados na decisão sobre o sistema a escolher são referentes à adaptação, ao nível de melhoramento do material a ser utilizado e ao risco que se pretende assumir. Mudas provenientes de material genético que já foi adaptado numa determinada região e que já tenha sofrido algum grau de melhoramento resultam em árvores de crescimento mais rápido (HOPPE et al., 2003).

Tabela 16 - Prazos de colheita da madeira de acordo com o tipo de indústria.

Tipo de Indústria	Eucalipto			Pinus			
	7º	14º	21º	7º	11º	15º	20º
Celulose	X	X	X	X	X	X	X
Energia - Carvão	X	X	X	X	X	X	X
Painéis	X	X	X	X	X	X	X
Serraria		X	X		X	X	X
Laminadoras			X				X

Fonte: BRDE (2003).

### 2.10.1 SORTIMENTOS DE MADEIRA E PREÇOS

Os sortimentos de madeira são definidos por diferentes bitolas da madeira produzida e que determinam seu uso potencial, geralmente usando uma ou mais das classes a seguir, consideradas da maior para a menor bitola: tornearia, madeira serrada, fibras e energia.

Cada espécie de madeira, em cada região, presta-se para diferentes finalidades e, portanto, diferentes bitolas são utilizadas para cada espécie em cada local considerado, sendo que cada sortimento também tem um preço diferenciado.

O Informativo CEPEA/ESALQ, disponível na Internet em <<http://cepea.esalq.usp.br>>, divulga mensalmente os preços da madeira em pé no Estado de São Paulo. Comparando-se os valores publicados, observa-se que

apresentaram pouca variação na média geral, passando de R\$ 40,57 em 2006 para R\$ 41,25 em 2007, com os preços dos sortimentos variando entre R\$ 18,00 e R\$ 100,00, dependendo das dimensões da madeira e da região (Tabela 17). Os preços da madeira serrada variaram entre R\$ 230,00 e R\$ 700,00 por m<sup>3</sup> em 2006 e entre R\$ 230,00 e R\$ 800,00 em 2007, dependendo da qualidade e das dimensões da madeira serrada.

Tabela 17 - Preços em Reais da madeira de *Pinus* em pé, por estéreo, no Estado de São Paulo, em outubro de 2006 e outubro de 2007.

Sortimento	Local	Outubro/2006			Outubro/2007		
		Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Árvore	Itapeva	55,00	65,00	75,00	20,00	37,50	55,00
	Sorocaba	25,00	33,33	45,00	20,00	30,00	35,00
	Bauru	60,00	60,00	60,00	70,00	70,00	70,00
	Média		52,78			45,83	
Serraria	Itapeva	50,00	60,90	67,69	35,00	54,60	70,00
	Bauru	60,00	60,00	60,00	70,00	70,00	70,00
	Sorocaba	20,00	42,50	60,00	35,00	58,75	100,00
	Campinas	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
	Média		55,85			60,85	
Lenha	Itapeva	18,00	18,00	18,00	20,00	20,00	20,00
	Bauru	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00
	Sorocaba	16,00	29,00	50,00	20,00	25,00	30,00
	Campinas	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
	Média		28,67			27,33	
Celulose	Sorocaba	25,00	25,00	25,00	30,00	31,00	32,00
Média Geral			40,57			41,25	

Fonte: Informativo CEPEA (out/2006 e out/2007).

As receitas médias com a venda da madeira de uma floresta de *Pinus* na Região Sul foram estimadas pelo BRDE (2003) numa rotação de 20 anos com três desbastes intermediários variando de um mínimo de R\$ 15.500,00 até um máximo de R\$ 31.300,00, conforme a Tabela 18.

Schneider e Oesten (1999) ao definirem sortimentos de *Pinus elliottii* para o Planalto Médio do RS, separaram as classes de uso pelas seguintes bitolas: serraria

- madeira com diâmetro acima de 18 cm com casca; indústria - madeira com bitola entre 8 e 18 cm com casca; resíduos - madeira com diâmetros inferiores a 8 cm; toco - madeira contida até 15 cm da altura árvore. Por outro lado, Acerbi Jr. et al. (1999), na avaliação econômica de desbastes de *Pinus taeda*, utilizaram as seguintes classes, cujos preços de mercado estão entre parênteses: processo - 8 a 18 cm (R\$ 10,32/m<sup>3</sup>); serraria - 18 a 25 cm (R\$ 17,70/m<sup>3</sup>); laminação - 25 a 35 cm (R\$ 24,60/m<sup>3</sup>); e, madeira especial -  $\geq 35$  (R\$ 44,30/m<sup>3</sup>).

Tabela 18 - Produção e receita de floresta de *Pinus* na região sul.

Desbastes	Retirada / ha	R\$/ha
1º desbaste (7º ano)	70 a 100 st	500,00 a 800,00
2º desbaste (11º ano)	120 a 150 st	1.000,00 a 2.500,00
3º desbaste (15º ano)	200 a 250 st	4.000,00 a 8.000,00
4º desbaste (20º ano)	300 a 400 st	10.000,00 a 20.000,00

Fonte: BRDE (2003).

Alguns preços de madeira de *Pinus*, obtidos junto a empresas produtoras de madeira no Rio Grande do Sul no segundo semestre de 2006, são relacionados na Tabela 19.

Tabela 19 - Preços de madeira de *Pinus* praticados no Noroeste do Rio Grande do Sul no segundo semestre de 2006, por sortimento.

Produto	Lâmina	Especial 2	Especial 1	Grossa	Fina	Torete serraria	Processo
Diâmetro	>40 cm	> 50cm	35 a 49 cm	25 a 34 cm	15 a 24 cm	> 12 cm	> 8 cm
Comprimento	2,4 m	2,7 m	2,7 m	2,7 m	2,7 m	1,1 m	2,2 m
R\$ / tonelada	261	160	140.4	123.3	63	50	48

Fonte: empresas produtoras de madeira de *Pinus* no RS.

Foram coletados preços na região e chegou-se aos valores para o segundo semestre de 2007, listados na Tabela 20, que foram utilizados neste estudo. Os fatores de conversão de madeira de *Pinus* utilizados pelos entrevistados para comparação com outros estudos são:

- Fator de conversão de volume sólido para empilhado: 1 m<sup>3</sup> = 1,42 st;
- Fator de conversão de volume sólido para massa: 1 m<sup>3</sup> = 0,64 toneladas<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> O fator utilizado pelas serrarias não é baseado em trabalhos científicos.

Tabela 20 - Preços médios estimados em 2007 para *Pinus elliottii* na Serra do Sudeste, RS.

Parâmetro	Unidade	Sortimentos			
		Toras e toretes			Processo
Diâmetro na ponta fina	cm	>23	>17	>11	>7
Preço por m <sup>3</sup> em pé	R\$/m <sup>3</sup>	44.00	29.00	25.35	19.00

Fonte: Serrarias e silvicultores da Metade Sul do RS.

Observa-se que os preços praticados na Metade Sul do Rio Grande do Sul são muito inferiores aos praticados no Noroeste do Estado onde existe um mercado estabelecido de madeira de *Pinus*. Considera-se, por isso, que existe a perspectiva de que os preços aumentem com o desenvolvimento florestal e instalação de indústrias na região sul, devido ao programa governamental para a silvicultura.

## 2.10.2 CRITÉRIOS DE ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA

De acordo com Rezende e Oliveira (2001), a avaliação econômica de um projeto baseia-se em seu fluxo de caixa, representado pelos custos e receitas distribuídos ao longo da vida útil do empreendimento, resultando numa receita líquida para cada período considerado, obtida pela diferença entre receitas e custos associados ao projeto. Os autores sugerem os seguintes critérios para análise econômico-financeira de projetos florestais:

- Valor Atual (VA) ou Valor Presente Líquido (VPL);
- Taxa Interna de Retorno (TIR);
- Custo (ou Benefício) Periódico Equivalente (CPE ou BPE), também denominado de Valor Anual Equivalente (VAE);
- Custo Médio de Produção (CMP<sub>r</sub>);
- Razão Benefício/Custo (B/C);
- Tempo de Recuperação do Capital.

Um projeto de investimento pode ser representado esquematicamente por meio de um fluxo de receitas e despesas monetárias, estimado ao final de cada período de tempo (FARO, 1979), como na Figura 18, que ilustra o fluxo de caixa de um projeto convencional, em que as receitas líquidas positivas são representadas

por setas ascendentes e as receitas líquidas negativas por setas descendentes.

Existem vários fatores que podem influenciar a idade econômica de corte, como: o horizonte de planejamento, os custos envolvidos na produção, o preço da madeira, a produtividade do local e a taxa de desconto utilizada (SOARES et al., 2003). Investir num projeto significa aplicar recursos durante algum tempo, na expectativa de obter produtos nos períodos subseqüentes.

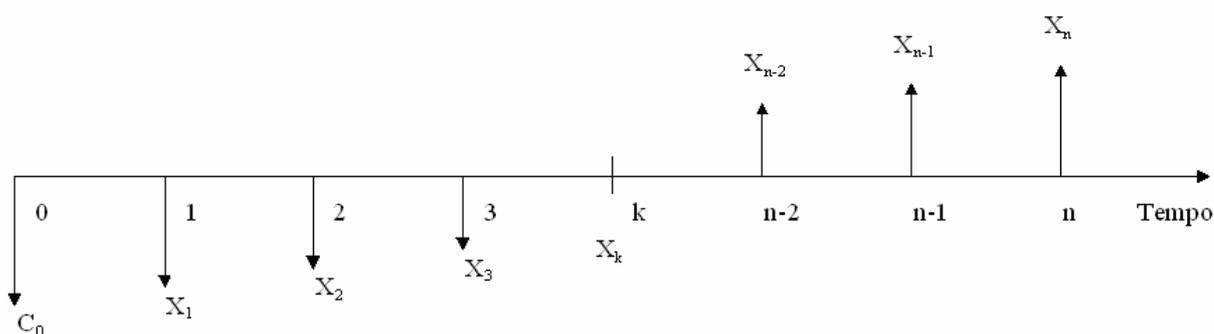


Figura 18- Esquema genérico do fluxo de caixa de um projeto de investimento convencional. Fonte: Rezende (2005).

Dessa forma, quase sempre se esquece que só faz sentido analisar um, ou uma seqüência de investimentos, dentro de um período de tempo ou Horizonte de Planejamento (HP) determinado. Faro (1979), define o HP como o período de tempo estimado durante o qual o empreendimento em análise irá operar. Para Solomon e Edin (1967), Horizonte de Planejamento é o período de tempo no qual se está disposto a fazer previsões e cálculos para os planos futuros. Já, Johnston et. al. (1977) consideram que o HP é o período de tempo relevante para a análise de uma atividade, ou seja, nem tão longo que passe a ser mera especulação e nem tão curto que não permita a avaliação de seus resultados econômicos, sociais e ambientais.

Neste estudo, as avaliações econômicas serão realizadas dentro do conceito de projetos de investimentos florestais, que é entendido como a inversão de capital em determinado empreendimento, com a finalidade de obtenção de receitas, num horizonte de planejamento igual a uma rotação para a utilização mais comum da madeira de *Pinus* das florestas regionais num HP de 26 anos.

#### a) Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL é definido como a quantia equivalente, na data zero, de um fluxo financeiro, descontando-se a taxa de juros determinada pelo mercado. É obtido

atualizando-se os rendimentos e as despesas até o ano de início da implantação do projeto, descontando-se anualmente as despesas atualizadas das receitas atualizadas (JOHNSTON et al., 1977), ou seja, calculando-se o valor atual de um fluxo de caixa futuro, que pode ser expresso pela fórmula (SCHNEIDER, 2002):

$$VPL = \left[ \frac{Rr + \sum Dj \cdot 1,0i^{r-j} - C \cdot 1,0i^r - \frac{a+t}{0,0i} \cdot (1,0i^r - 1)}{1,0i^r} \right]$$

Em que: VPL = valor presente líquido; Rr = receita do corte final na idade r; Dj = receita do desbaste realizado no ano j; C = custo de implantação; a = custo de administração anual; r = rotação, em ano; t = custo do arrendamento anual; i = taxa de juros ao ano.

De acordo com Johnston et al. (1977), o VPL é mais preciso quando calculado para uma só rotação da cultura considerada, tendo-se considerado nos cálculos as reduções de receitas por fenômenos naturais que atuam sobre os povoamentos. Se o valor presente for positivo, a proposta de investimento é atrativa, e quanto maior o valor positivo, mais atrativo é a proposta (PAMPLONA e MONTEVECHI, 1999).

#### b) Razão Benefício/Custo (B/C)

O índice que relaciona os benefícios aos custos (B/C) transforma-se num indicador de eficiência econômico-financeira por sugerir o retorno dos investimentos a partir da relação entre a receita total e as despesas efetuadas para viabilizá-la (DOSSA et al., 2000).

A razão benefício/custo é determinada dividindo-se o valor presente das receitas pelo valor presente dos custos (WILLIAMS, 1988).

O valor da razão Benefício/Custo é obtido através da fórmula (SCHNEIDER, 2002):

$$B/C = \left[ Rr + \sum Dj \cdot 1,0i^{r-j} \right] / \left[ C \cdot 1,0i^r + (a+t) / 0,0i \cdot (1,0i^r - 1) \right]$$

Em que: B/C = razão benefício/custo; Rr = receita do corte final na idade r; Dj = receita do desbaste realizado no ano j; C = custo de implantação; a = custo de

administração anual;  $r$  = rotação, em ano;  $t$  = custo do arrendamento anual;  $i$  = taxa de juros ao ano.

Normalmente, esse é um método utilizado por agências do governo na comparação de projetos públicos. Isto porque, a decisão sobre a melhor alternativa de projeto é feita para aquele projeto cuja razão B/C for maior (SCHNEIDER, 2002).

### c) Taxa Interna de Retorno (TIR)

Entende-se por taxa mínima de atratividade do capital aquela remuneração média que está sendo paga na economia para cada unidade monetária nela aplicada, acrescentando-se um ganho adicional que deve acompanhar a capacidade e o risco empresarial (DOSSA et al., 2000).

A taxa interna de retorno (TIR) permite a comparação da rentabilidade de projetos diferentes, floresta e agricultura, por exemplo. A TIR é representada pela rentabilidade gerada pelo próprio projeto, sendo independente das taxas de interesse, escolhidas arbitrariamente, e é definida como sendo a taxa de interesse que iguala o valor presente dos retornos esperados futuros com o valor presente dos custos esperados futuros (WILLIAMS, 1988), ou seja, é a taxa de juros na qual o valor presente líquido (VPL) é zero (NEVES et al., 2001).

Assim, a TIR permite verificar se o custo do capital é maior, igual ou menor que a rentabilidade de um determinado projeto, possibilitando avaliar a sua viabilidade econômica.

Algebricamente, a taxa interna de retorno é a taxa de desconto  $i$ , real e não-negativa, para a qual se verifica a relação (SCHNEIDER, 2002):

$$\left[ Rr + \sum Dj \cdot 1,0i^{r-j} \right] = \left[ C \cdot 1,0i^r + (a+t) / 0,0i \cdot (1,0i^r - 1) \right] = 0$$

Em que:  $Rr$  = receita do corte final na idade  $r$ ;  $Dj$  = receita do desbaste realizado no ano  $j$ ;  $C$  = custo de implantação;  $a$  = custo de administração anual;  $r$  = rotação, em anos;  $j$  = idade de realização em anos;  $t$  = custo do arrendamento anual;  $i$  = taxa de juros ao ano.

A regra de decisão indica que somente se terá vantagem investindo no projeto considerado se a TIR calculada for maior que a taxa de juros no mercado

financeiro. A escolha de um investimento deve, necessariamente, recair sobre aquele que tiver a maior TIR. Quanto maior for a TIR mais desejável é o investimento (DOSSA et al., 2000).

#### d) Valor Anual Equivalente (VAE)

O valor anual equivalente é a expressão anual do valor presente líquido no horizonte de planejamento computado, a uma determinada taxa de desconto. O VAE é um critério extremamente útil para comparar investimentos com períodos, ou horizontes, desiguais (MOORHEAD e DANGERFIELD, 1998).

A pressuposição do VAE é de que cada fluxo de caixa se repete perpetuamente, onde o infinito é um horizonte comum a todas as alternativas.

Ao empregar esse critério deve-se levar em consideração a natureza do valor das parcelas. Se essas apresentam uma receita positiva, deve-se optar pelo projeto de maior fluxo anual equivalente. Caso contrário, se as parcelas representam custos, como custos anuais de manutenção, deve-se optar pelo projeto de menor fluxo anual equivalente em termos absolutos.

O valor anual equivalente é calculado pela expressão (REZENDE e OLIVEIRA, 2001):

$$VAE = [VPL \cdot ((1+i)^n - 1) \cdot (1+i)] / [(1+i)^n - 1]$$

Em que: VAE = valor anual equivalente; VPL = valor presente líquido;  $i$  = taxa de juros;  $n$  = tempo do projeto com maior duração, em anos.

Um projeto é considerado viável economicamente se o VAE for positivo, o que indica que os benefícios periódicos são maiores do que os custos periódicos (SOARES et al., 2003).

### 2.10.3 TIR E VPL DE DIFERENTES PLANTAÇÕES FLORESTAIS

A viabilidade econômica da atividade de florestamento foi analisada pelo BRDE (2003) através da Taxa Interna de Retorno (TIR) e do Valor Presente Líquido (VPL) do fluxo de caixa, em áreas de plantio de 100 ha (Tabela 21). Para o cálculo do VPL, foi utilizada uma taxa de desconto de 8,75% a.a. (juros do PROPFLORA na

época).

Observa-se que a acácia-negra permite uma Taxa Interna de Retorno de 31,62% a.a., com um Valor Presente Líquido de R\$ 1.497,87 por hectare. Seguido do eucalipto para produção de madeira para serraria com uma TIR de 27,78% a.a. e VPL de R\$ 4.041,90 por hectare; eucalipto para celulose e energia com TIR de 25,22% a.a. e VPL de R\$ 535,78 por hectare; e, *Pinus* com TIR de 19,96% a.a. e VPL de R\$ 1.021,86 por hectare.

Tabela 21 - TIR e VPL em diferentes plantios florestais, em 2002, na Região Sul.

Projeto	Espécie	Financiamento	TIR (% a.a.)	VPL (R\$/ha)
1	Eucalipto - madeira	PROPFLORA	27,78	4.041,9
2	Eucalipto - celulose	PROPFLORA	25,22	535,78
3	Acácia-negra	PROPFLORA	31,62	1.497,87
4	<i>Pinus</i>	PROPFLORA	19,90	1.021,86

Fonte: BRDE (2003).

#### 2.10.4 ELEMENTOS DO MANEJO E MODELOS DE PRODUÇÃO

Modelos de produção são ferramentas de planejamento usados na definição de políticas florestais em nível regional e nacional. Um modelo de produção deverá prever corretamente a produção florestal ao longo do tempo sob hipóteses de exploração alternativas ou sujeito a agentes físicos e bióticos distintos. (TOMÉ, 2003).

O planejamento da produção de povoamentos florestais deve levar em consideração três elementos principais: o técnico (crescimento e produção), o econômico (financeiro e social) e o ambiental (conservação da biodiversidade, do solo, da água e do ar).

O tempo é outro elemento importante no manejo florestal, entrando diretamente nos cálculos para elaboração de prognose como variável independente, podendo assumir diferentes aspectos. Na regulação de desbastes para *Pinus taeda*, por exemplo, Schulte et al. (1998) levaram em conta os seguintes parâmetros referentes ao tempo: data de plantio do povoamento, data do primeiro desbaste,

período de tempo entre desbastes e a rotação.

O crescimento das árvores é influenciado, principalmente, por (WYCOFF et al., 1982):

- espécie - variando com a adaptação ao local e melhoramento genético;
- condições do sítio - representadas pela declividade, aspecto, altitude e tipo de hábitat;
- condições do povoamento - estrutura e ocupação do espaço vertical e horizontal, reguladas pelo manejo da floresta;
- dimensões da própria árvore - representadas pelo DAP, altura, razão de comprimento das copas e classe de valor.

#### 2.10.5 ROTAÇÃO E CICLOS DE CORTE

Os períodos de tempo da rotação e ciclos entre os cortes intermediários, têm grande influência nos resultados de produção da floresta, como também sobre as receitas a serem obtidas. Muito se tem discutido sobre qual o melhor momento de se realizar os cortes. Como o objetivo de qualquer empreendimento é obter o máximo em termos financeiros, é necessário obter as maiores receitas com os menores custos. A receita é o resultado da venda do produto a um determinado preço. Os custos são os resultados de operações praticadas com o objetivo de produção a um determinado valor; deve-se considerar como custos, ainda, as respectivas taxas de juros, tanto incidentes sobre a produção e atividades para obtê-la, quanto os impostos sobre as vendas e faturamento.

Resumidamente, pode-se dizer que o melhor resultado de uma floresta plantada é obtido quando se tem máxima produção com os menores custos, aos melhores preços e menores taxas.

A literatura contém diversos critérios para otimizar o período de rotação de uma floresta; Newman (1988) identificou os seguintes: (1) rotação de máximo rendimento físico, (2) rotação de máximo rendimento anual, (3) rotação de máxima renda líquida descontada, (4) máxima renda líquida descontada de uma série de infinitas rotações, (5) máxima renda líquida anual, e (6) máxima taxa interna de retorno, sendo que vários autores ultrapassaram dos modelos básicos e também

discutiram os efeitos de externalidades, mercados imperfeitos, parâmetros variáveis, e impostos.

A empresa Klabin (IMAFLORES/SMARTWOOD, 2005), uma das maiores produtoras de madeira de *Pinus* do Brasil, tem manejado seus povoamentos com uma rotação de 20 anos e dois desbastes, com o objetivo de produção de madeira para serraria. O BRDE (2003), em seu estudo de viabilidade econômica do reflorestamento na Região Sul do Brasil, utilizou uma rotação de 25 anos para povoamentos de *Pinus*, justificando que a rotação mais utilizada em passado recente era de 20 anos, mas não permitia a produção de toras de maiores dimensões para torno e serraria. Schneider (2006) concluiu que a rotação de maior valor presente líquido para o sítio estudado ocorreu aos 25 anos.

No presente estudo, os povoamentos mais velhos se encontravam com 26 anos, tendo sido planejados para corte raso nessa idade, após 4 desbastes aos 10, 14, 18 e 22 anos de idade. Em vista disso, considerando-se que as florestas em que os dados foram coletados não têm variação quanto a esses períodos, decidiu-se por basear o estudo utilizando-se esses parâmetros temporais.

#### 2.10.6 CUSTOS E RENDIMENTOS NA CULTURA DE *PINUS*

Na determinação de custos da cultura de *Pinus*, faz-se necessário considerar aqueles referentes ao planejamento e acompanhamento técnico, à construção da infraestrutura, aquisição de sementes e produção de mudas, ou aquisição de mudas prontas para plantio, limpeza do terreno e preparo do solo, plantio, manutenção, tratamentos culturais, defesa florestal, monitoramento e manejo da floresta, além da colheita e transporte dos produtos florestais.

Conforme estudos realizados pelo BRDE (2003), os custos de implantação de uma floresta de *Pinus* eram de aproximadamente R\$ 1.000,00/ha em 2002 (Tabela 22), enquanto as manutenções variavam entre R\$ 70,00 e R\$ 250,00 por hectare por ano conforme o mesmo estudo (Tabela 23). Na manutenção florestal são incluídos os custos de controle da matocompetição, adubação, manutenção de cercas e estradas, entre outros. Às vezes, o controle de pragas e doenças também é considerado nessa fase, como é o caso do estudo do BRDE (2003).

De acordo com Soares et al. (2003), os custos de implantação de novas

florestas ficavam, em 2002, em torno de US\$ 400,00 por hectare (Tabela 24). No Estado de São Paulo, em 2005, conforme informações colhidas no site do IPEF, a adubação representava cerca de 35% (R\$ 700,00) do custo da implantação de florestas de eucalipto, que correspondia a R\$ 2.000,00 (SILVA, 2005).

Tabela 22 - Custos de implantação de florestas de *Pinus* na Região Sul.

<b>Implantação</b>	<b>R\$/ha</b>
Mão-de-obra e equipamentos	700,00
Insumos (mudas/formicida/moirão, etc)	200,00
Administração	100,00
<b>TOTAL</b>	<b>1.000,00</b>

Fonte: BRDE (2003).

Tabela 23 - Custos de manutenção de floresta de *Pinus* na Região Sul.

<b>Manutenções</b>	<b>R\$/ha</b>
1º ano	250,00
2º ano	70,00
3º ano (desrama)	130,00
5º ano (desrama)	200,00
7º ano (desrama)	250,00
<b>TOTAL</b>	<b>900,00</b>

Fonte: BRDE (2003).

Em 2006, o Governo do Estado do Paraná estimava o custo de implantação de florestas em R\$ 1.700,00 por hectare em propriedades de agricultura familiar com taxa interna de retorno média de 4% (AGÊNCIA ESTADO, 2006). Já, no Estado do Mato Grosso do Sul, em 2006, os custos de implantação da eucaliptocultura por hectare eram estimados em R\$ 2.000,00 e os de manutenção entre R\$ 250,00 e R\$350,00 por hectare por ano (JOVEM SUL NEWS, 2006).

No Rio Grande do Sul, A CAIXA-RS (2006) financiou R\$ 28,5 milhões para o plantio de 19.729 hectares de efetivo plantio, a um custo médio de R\$ 1.444,57 por hectare, desde o início do programa PROFLORA em 2004 até a metade de 2006.

Conforme o Banco do Brasil (2006), a silvicultura além de ser um

compromisso ambiental é um excelente negócio, com custo médio de implantação de floresta de eucalipto de US\$ 800.00 por hectare, com uma receita média de US\$ 3,300.00 e lucro de US\$ 2,500.00 por hectare num ciclo de 7 anos (MMA-PNF apud Banco do Brasil, 2006). Segundo o Banco, em 2004, o país já apresentava uma das maiores produtividades mundiais com média próxima de 30 m<sup>3</sup> sólidos com casca por hectare a cada ano e um dos menores custos, da ordem de US\$ 12.00 por m<sup>3</sup> de madeira posto fábrica (Figura 19).

Tabela 24 - Custos de atividades florestais.

<b>Atividade</b>	<b>Ano</b>	<b>Custo (US\$/ha)</b>
Implantação	0	400
Capina	1	50
Capina	2	20
Manutenção	Anualmente	10
Desbaste	5	10
Corte final	n	7
Valor da terra		350
Administração		10% do custo total

Em que: 1.00 US\$=R\$ 2,50. Soares et al. (2003).

Ao determinar a melhor rotação para eucalipto na produção de celulose em 2002, Ferreira et al. (2004) encontraram os seguintes custos de operações florestais para os espaçamentos de 3 m x 2 m e 3 m x 3 m, respectivamente:

- Reforma (ano 0) - 821,48 e 957,33 R\$/ha;
- Manutenção (1º ano) - 512,18 e 512,18 R\$/ha;
- Manutenção (do 2º ano até o corte) - 59,21 e 59,21 R\$/ha;
- Roçada (2 anos antes da colheita) - 56,00 e 56,00 R\$/ha;
- Roçada pré-corte (anos de corte) - 56,00 e 56,00 R\$/ha;
- Transporte - 5,42 e 5,42 R\$/m<sup>3</sup>;
- Colheita (*Feller Buncher*+*Skidder*+Processador) - 5,80 e 5,80 R\$/m<sup>3</sup>.

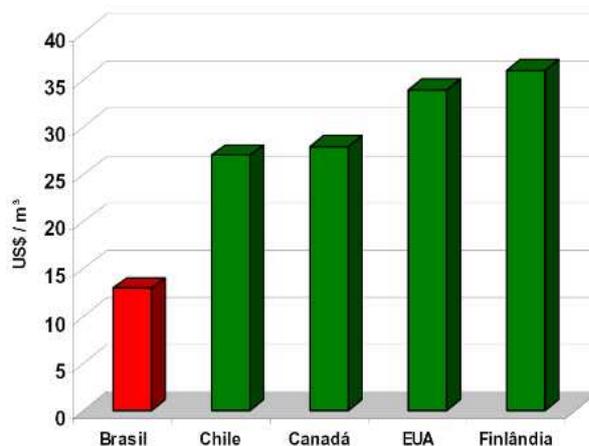


Figura 19- Custo médio da produção de madeira para celulose posto fábrica em 2004. Fonte: Banco do Brasil (2006).

A adubação não é prática corrente na silvicultura dos *Pinus*. O impacto da exportação de nutrientes é real, como se pode ver na Tabela 25, em que se representam os resultados de um estudo sobre o tema, desenvolvido por La Torraca et al. (1984). Entretanto, a aplicação de nutrientes altera o ambiente natural, restando identificar qual é o pior impacto; ainda não existem trabalhos conclusivos.

Tabela 25 - Exportação de nutrientes pela colheita de *P.elliottii* com altura de 19,47 m e DAP de 19 cm aos 24 anos de idade (kg/t).

COMPONENTES	BIOMASSA(kg)	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Fuste	398	378,18	9,80	99,52	19,90	39,81	19,90	1,43	0,44	3,58	17,45	1,27
Casca	65	110,14	9,72	35,63	6,48	6,48	22,68	0,33	0,11	2,35	2,19	0,53

La Torraca et al. (1984).

Um trabalho de Vogel et al. (2005) com o objetivo de determinar os efeitos de diferentes doses de N, P e K no crescimento inicial de plantas de *Pinus taeda*, aos 19 meses de idade no Município de Cambará do Sul, resultou significativa para o P, evidenciando a importância da aplicação desse nutriente no crescimento inicial da espécie, com máximo ganho em volume cilíndrico nas doses de 64 e 87 kg/ha de  $P_2O_5$  e  $K_2O$ , respectivamente, sendo que a adubação com N não apresentou efeito.

Num estudo sobre rentabilidade de investimentos florestais para o Rio Grande do Sul realizado por Schneider (2006), o custo de implantação de *Pinus* em espaçamento 3 m x 2 m foi estimado em R\$ 1059,99, com um VPL máximo de R\$ 70,49 por hectare para manejo em alto fuste em rotação de 25 anos. As operações florestais envolvidas são detalhadas na Tabela 26 e na Tabela 27.

Tabela 26 - Custos das operações de implantação de um plantio de *Pinus* em espaçamento 3x2m, no RS, em 2006.

Fase	Tipo	Operação	Ano	Unid.	Produtiv. (unid/ha)	Preço (R\$/unid)	Custo (R\$/ha)	Subtotais (R\$/ha)
Preparo da área de plantio	MA	Limpeza da área	1	h	1.00	60.00	60.00	
		Constr. e manut. de estradas e aceiros	1	h	0.15	110.00	16.50	
		Subsolagem (trator de pneu)	1	h	2.16	94.90	204.98	
		Distribuição de mudas (carreta agr.4t)	1	h	0.75	60.50	45.38	326.86
	MO	Topografia	1	h	1.00	8.18	8.18	
		Demarcação	1	h	2.40	18.40	44.16	
		Coroamento no plantio	1	h	3.60	18.40	66.24	
		Plantio	1	h	11.80	18.40	217.12	
		Replantio	1	h	1.20	18.40	22.08	
		Constr. e manut. de cercas (ref.200ha)	1	h	1.00	40.00	40.00	
		Controle de formigas (2distr.+2acomp.)	1	h	2.80	18.40	51.52	449.30
	IN	Mudas	1	mil	1,834.00	0.13	238.42	
		Formicida (2distrib.8kg+2repasses3kg)	1	kg	8.00	4.70	37.60	276.02
	TR	Mudas/pl.(200km/81mil mudas)=42,18ha	1	km	4.74	2.20	10.43	
Mudas/repl.(200km/81mil mudas)=319ha		1	km	0.63	2.20	1.38	11.81	

Em que: MA = operação mecanizada; MO = operação manual; IN = Insumos, materiais e ferramentas; TR = Transportes; unid. = unidade de medida; Produtiv. = produtividade por unidade de medida. Fonte: Schneider (2006).

Entre os rendimentos de colheita há variações em função do volume das árvores colhidas, do tamanho das toras da densidade de estradas, entre outros fatores. No estudo conduzido por Seixas (2003), foram encontrados custos de colheita em toras longas com casca por tonelada de US\$ 9.92 no desbaste e de US\$ 5.79 no corte raso; para cavacos produzidos no campo os custos foram de US\$ 13.33 no desbaste e de US\$ 9.57 em corte raso por tonelada. A produtividade de um *Harvester* com conjunto de garras de fixação e cabeçote montado numa grua leve atinge 30.000 m<sup>3</sup>/ano no desbaste e 40.000 m<sup>3</sup>/ano em corte raso (HAKKILA et al., 1992, apud SEIXAS, 2003).

Num estudo do BRDE (2005) sobre plantios de araucária em Santa Catarina, os custos da fase de implantação foram estimados em R\$ 2.306,85 por hectare e as manutenções entre R\$ 53,00 e R\$ 425,00 ao ano sem considerar o arrendamento da terra, encontrando uma TIR de 6,31% a.a. nessas condições, concluindo ser pouco atrativa, pois não consegue remunerar os juros sobre o capital investido.

Tabela 27 - Custos das operações de manutenção de um plantio de *Pinus* em espaçamento 3 m x 2 m, no RS, em 2006.

Fase	Tipo	Operação	Ano	Custo (R\$/ha)	Subtotais (R\$/ha)
Manutenção	MO	Combate a formigas e manutenção	1	20,00	
	MO	Coroamento	1	168,26	
	MO	Roçada mecânica leve 1	1	210,32	398,58
	MO	Combate a formigas e manutenção	2	20,00	20,00
	MO	Combate a formigas e manutenção	3	20,00	
	MA	Roçada mecânica leve 2	3	235,58	255,58
	MO	Combate a formigas e manutenção	4	20,00	
		Poda 1	4	175,00	195,00
		Manutenção geral	5	20,00	20,00
		Manutenção geral	6	20,00	
		Poda 2	6	200,00	220,00
		Manutenção geral	7	20,00	20,00
		Manutenção geral	8	20,00	
		Poda 3	8	212,00	232,00
		Manutenção geral, estr,e aceiros	9	77,00	77,00
		Manutenção geral	10	20,00	
		Poda 4	10	202,00	222,00
		Manutenção geral, estr,e aceiros	11	20,00	20,00
		Manutenção geral, estr,e aceiros	12	20,00	20,00
		Manutenção geral, estr,e aceiros	13	20,00	20,00
		Manutenção geral, estr,e aceiros	14	20,00	20,00
		Manutenção geral, estr,e aceiros	15	20,00	20,00
		Manutenção geral, estr,e aceiros	16	20,00	20,00
		Manutenção geral, estr,e aceiros	17	20,00	20,00
		Manutenção geral, estr,e aceiros	18	20,00	20,00
	Manutenção geral, estr,e aceiros	19	20,00	20,00	
	Manutenção geral, estr,e aceiros	20	20,00	20,00	
	Manutenção geral, estr,e aceiros	21	20,00	20,00	
	Manutenção geral, estr,e aceiros	22	20,00	20,00	
	Manutenção geral, estr,e aceiros	23	20,00	20,00	
	Manutenção geral, estr,e aceiros	24	20,00	20,00	
	Manutenção geral, estr,e aceiros	25	20,00	20,00	

Em que: MA = operação mecanizada; MO = operação manual; IN = Insumos, materiais e ferramentas; TR = Transportes. Fonte: Schneider (2006).

De acordo com Bernett (2006), a Klabin realiza a desrama de *Pinus taeda* em três operações até atingir 6 metros de altura, conforme a Tabela 28. O plantio é realizado em espaçamento 2,5m x 2,5m e no manejo para produção de madeira sólida são realizados dois desbastes nos sítios de média produtividade com Índice de Sítio (IS) de 22,5m e de alta produtividade com IS de 25,5m aos 15 anos de idade, o primeiro é sistemático da 5ª linha e seletivo nas linhas restantes, sendo executado entre 8 e 9 anos, remanescendo 650 a 700 árvores por hectare; o segundo corte é feito entre os 13 e 14 anos, sendo 100% seletivo com 250 a 300 árvores remanescentes por hectare. O corte final é executado a partir dos 20 anos, alcançando um Incremento Médio Anual (IMA) de 32,3 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> nesse regime de manejo.

Tabela 28 - Recomendações e rendimentos da desrama em *Pinus* na Klabin.

Desrama	Idade	Altura	Rendimento*
1ª	entre 3 e 4 anos	2,5m	397 árvores/homem/dia
2ª	entre 5 e 6 anos	4,5m	349 árvores/homem/dia
3ª	entre 7 e 8 anos	6,0m	221 árvores/homem/dia

Em que: (\*) Usando serra com haste de alumínio. Fonte: Burnett (2006).

Os custos de baldeio com *Forwarder* (Tabela 29) determinados por Santos e Machado (2001) também variaram com o comprimento e volume das toras conforme a Tabela 30, de R\$1,57 até R\$5,61 por m<sup>3</sup>.

Tabela 29 - Custos operacionais do baldeio com *Forwarder*.

Elementos de custo	R\$/hora*
Juros	5,29
Depreciação	18,00
Mão-de-obra	5,55
Peças e Manutenção	13,94
Combustíveis e Lubrificantes	9,60
Total	52,38

Em que: (\*)1 Real(R\$) = 1.85 US\$. Fonte: Santos e Machado (2001).

Tabela 30 - Custos de produção do *Forwarder* (R\$/m<sup>3</sup>) em função do volume por árvore para diferentes comprimentos de toras.

Volume por árvore (m <sup>3</sup> )	Comprimento das toras (m)		
	2,8	4,0	5,5
0,09	5,61	3,34	2,81
0,11	4,90	2,99	2,48
0,13	4,35	2,70	2,22
0,15	3,91	2,47	2,01
0,17	3,55	2,27	1,84
0,19	3,25	2,10	1,69
0,21	3,00	1,95	1,57
0,23	2,79	1,83	1,57

Fonte: Santos e Machado (2001).

Estudando a densidade de estradas para baldeio com *Skider* em 2003/4, Zagonel (2005) encontrou densidade ótima de estradas entre 15,10m/ha e 43,03

m/ha, distância ótima de baldeio entre 94,32 m e 112,88 m, custos de construção de estradas otimizados entre US\$ 0,3936 e US\$ 0,4710 por m<sup>3</sup>.

Os custos por máquina determinados por Zagonel (2005) são relacionados na Tabela 31. Os custos de construção de estradas primárias (12 m de largura) foram estimados pelo autor em US\$ 9,300.00/km e os de manutenção em US\$ 483.20/km.

Tabela 31 - Custos de equipamentos de construção de estradas - 2003/4.

<b>Máquina</b>	<b>Custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quant. (m/hora)</b>	<b>Custo (US\$/m linear)</b>
Pá-carregadeira (pneus)	33,4572	US\$/hora	0,05	1,6729
Motoniveladora	40,8922	US\$/hora	0,02	0,8178
Trator esteira (D6)	52,0446	US\$/hora	0,05	2,60
Rolo compactador	25,1046	US\$/hora	0,04	1,0042
Caçamba	0,7435	US\$/Km	3,54	2,63
Carro (Toyota)	0,2602	US\$/Km	0,84	0,2186
Retro-escavadeira	22,3048	US\$/hora	0,01	0,2230
Serviços manuais	1,4870	US\$/hora	0,01	0,0149
Transporte de materiais diversos	0,7435	US\$/Km	0,05	0,0372
<b>Custo Total de Construção</b>				<b>9,30</b>

Fonte: Zagonel (2005).

Os rendimentos na construção de estradas não-compactadas, compactadas e forradas, obtidos por Floriano (1992), no período de um mês com cerca de 166 horas trabalhadas, considerando uma malha viária média de vários talhões, composta por estradas principais, secundárias, aceiros e contornos de reservas, atingiram um total de 48.130 m<sup>2</sup> de área trabalhada, ou cerca de 8 km de estradas com largura carroçável de 6 metros. A equipe era composta de 1 motoniveladora, 1 trator de esteiras Caterpillar D6, 1 rolo compactador pé-de-carneiro, 1 pá-carregadeira, 1 caminhão basculante (7m<sup>3</sup>), uma retro-escavadeira, 1 trator de pneus leve com grade e 1 caminhão pipa (8.000 L).

O Boletim Florestal (dez/2007) detalhou os custos de eucalipto para uso múltiplo conforme a Tabela 32; a implantação foi de R\$ 2.103,19 por hectare e as manutenções anuais ficaram entre R\$ 12,31 e R\$ 59,19 por hectare.

Tabela 32 - Custos e receitas na eucaliptocultura para uso múltiplo - 2007.

<b>Ano</b>	<b>Fase</b>	<b>Despesas</b>	<b>Receitas</b>
0	Plantio	R\$ 2.103,19	.
1	Manutenção	R\$ 12,31	.
2	Manutenção	R\$ 59,19	.
3	Manutenção+Desbaste	R\$ 283,56	R\$ 2.698,92
4	Manutenção	R\$ 34,19	.
5	Manutenção	R\$ 99,76	.
6	Manutenção+Desbaste	R\$ 721,69	R\$ 5.860,51
7	Manutenção	R\$ 34,19	
8	Manutenção	R\$ 34,19	
9	Manutenção+Desbaste	R\$ 409,81	R\$ 7.603,20
10	Manutenção	R\$ 34,19	
11	Manutenção	R\$ 34,19	
12	Manutenção+Corte Raso	R\$ 768,51	R\$ 27.907,20
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>R\$ 4.628,96</b>	<b>R\$ 44.069,83</b>

Fonte: Boletim Florestal (dez/2007).

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 LOCAL DO ESTUDO

O local de estudo, onde foram coletados os dados biométricos para esta pesquisa, estão localizadas nos municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul, no Rio Grande do Sul, distando cerca de 140 Km de Santa Maria e 200 Km de Porto Alegre, com coordenadas geográficas entre 52° 40' e 53° 00' de longitude Oeste e entre 30° 20' e 30° 45' de latitude Sul.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS REGIONAIS

As florestas estudadas são povoamentos de *Pinus elliottii* entre 6 e 26 anos de idade e se encontram em áreas com características fisiográficas da Serra do Sudeste em sua encosta noroeste em direção à Depressão Central.

Os solos da região pertencem a três unidades: alissolos crômicos e hipocrômicos, neossolos litólicos e argilossolos acinzentados (EMBRAPA-SOLOS, 2006). A região tem relevo ondulado, dissecado em forma de colinas; com altitudes entre 200 e 400 metros acima do nível do mar.

O clima é sub-tropical úmido sem estação seca; a temperatura média anual fica em torno de 16°C, a média do mês mais frio em torno de 12°C e a do mês mais quente em torno de 22°C. A precipitação média anual está entre 1500 e 1600 mm (SCP, 2004), o que classifica o clima local como Cfb, pelo sistema de Koeppen, conforme Carvalho (1994).

### 3.3 ÁREA DISPONÍVEL PARA PRODUÇÃO FLORESTAL

Considerando-se o uso da terra avaliado pela UFSM/SEMA-RS (2001), as áreas de vegetação degradada e as necessárias adequações quanto às

potencialidades de uso do solo indicadas pelo IBGE (2005), foram estimadas as transformações teoricamente possíveis de ocupação do espaço rural produtivo na região em área cultivada com florestas, que podem chegar a um máximo próximo de 231 mil hectares. Entretanto, considerou-se que apenas uma área correspondente a 12,9% da área total dos municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul representaria um mínimo de alteração da paisagem (Tabela 33), sendo pouco maior do que os 10% de capacidade de resiliência dos ecossistemas, podendo ser distribuídos da seguinte maneira:

– 6% das terras da categoria C, que representam 31% da área total dos municípios envolvidos e onde se encontram lavouras de arroz entremeadas por pastagens, para substituição dos cultivos em terras esgotadas ou degradadas, na forma de parcela de pequenas e médias propriedades, como alternativa de renda para proprietários rurais, por meio de fomento promovido por grandes empresas ou através do financiamento oficial da agricultura familiar, sendo a espécie mais adequada o *Pinus elliottii*;

Tabela 33 - Áreas de possível ocupação com silvicultura, por classe de uso potencial, nos municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul, RS.

CLASSE de Uso Potencial	Áreas com possibilidade de uso para silvicultura					Total geral	
	$e = c \cdot d$	f	$c = \frac{100 \cdot e}{a}$	$g = \frac{100 \cdot e}{\sum a}$	$d = \frac{100 \cdot e}{f}$	a	$b = \frac{100 \cdot a}{\sum a}$
	Área de efetivo plantio	Percentual de efetivo plantio das propriedades	Percentual de efetivo plantio sobre o total da	Percentual de efetivo plantio sobre o total geral	Plantio, preservação e reservas na classe	Área	Percentual do total
	(km <sup>2</sup> )	(%)	(%)	(%)	(km <sup>2</sup> )	(Km <sup>2</sup> )	(%)
C	133,43	60%	6,0%	1,86%	222,38	2223,8	31%
D	188,31	50%	12,5%	2,63%	376,63	1506,5	21%
H	602,60	40%	17,5%	8,40%	1506,49	3443,4	48%
Total	924,34	-	-	12,89%	2105,49	7173,7	100%

Em que: a = aproximação da área total por classe de uso potencial dos municípios de Cachoeira do Sul e Encruzilhada do Sul, realizada com base no mapa de potencialidades de uso do solo do IBGE (2005a); b = percentual da classe sobre a área total dos municípios; c = percentual do total de cada classe com potencial para silvicultura; d = área total necessária para áreas de reserva legal, preservação permanente e silvicultura; e = área prevista de efetivo plantio com florestas produtivas; f = percentual estimado de possível efetivo plantio por classe de uso potencial; g = percentual de efetivo plantio sobre a área total geral.

– 12,5% das terras da classe D, que representam 21% da área total, em substituição da matriz produtiva baseada na pecuária, em áreas de solo esgotado ou degradado e como alternativa de uso em áreas com restrições para culturas não-permanentes para pequenas e médias propriedades;

– 17,5% das terras da classe H, que representam 48% da área total, em substituição à matriz produtiva baseada na pecuária, em áreas de solo esgotado ou degradado e como alternativa de uso em áreas com restrições para culturas não-permanentes, principalmente devido ao risco de erosão, a serem convertidas em grandes propriedades florestais.

### **3.4 SISTEMA SILVICULTURAL**

A silvicultura é composta de uma seqüência de atividades que vai da produção de mudas até a colheita final, representadas de forma generalizada na Figura 20 e a cultura de *Pinus* é caracterizada na Figura 21 com suas particularidades.

Usualmente, um plantio em uma área em que não se realizava anteriormente a atividade de silvicultura é denominado de implantação. Ao novo plantio de uma área que foi colhida em que já se realizava silvicultura chama-se de reforma.

Após cerca de dois a quatro anos a partir do plantio da floresta, os cuidados são drasticamente reduzidos, pois as plantas, agora maiores, são mais resistentes e dominam o ambiente. Entretanto é mantido o monitoramento das áreas e são realizadas algumas operações para combater pragas e doenças, entre outras. Esse período se convencionou chamar de manutenção geral ou custeio em algumas empresas.

Algumas atividades são realizadas para obter produtos de maiores dimensões ou de melhor qualidade, como o corte dos galhos para evitar nós na madeira, denominado de desrama, e os cortes intermediários da floresta com objetivo de reduzir a densidade e obter árvores maiores, chamados de desbastes. A esse conjunto de operações relacionadas com o produto final da floresta se denomina de tratamentos culturais.

A colheita da madeira pode ser realizada em cortes intermediários e ao final

da vida do povoamento, ou somente nessa última ocasião. A execução de cortes intermediários está relacionada ao objetivo final da madeira, ao crescimento e à espécie. Quando se tem povoamentos destinados à produção de madeira serrada, são realizados cortes intermediários na floresta para reduzir a densidade e possibilitar que se obtenham árvores de maiores dimensões ao final da rotação.



Figura 20- Seqüência de atividades na silvicultura. Fonte: Compilação do autor.

Espécies que não rebrotam, cujo objetivo final seja a produção de madeira de pequenas dimensões, normalmente são cultivadas em ciclo único, com um só corte, com renovação da floresta através de novo plantio após a colheita. Esse é o sistema silvicultural mais simples, comumente aplicado a espécies cultivadas para produção de energia, celulose ou tanino, como a acácia-negra, ou fibras para produção de chapas de madeira reconstituída com espécies de *Pinus* ou *Eucalyptus*.

Na silvicultura, as mudas são produzidas passando por uma série de etapas. Os custos internos de algumas empresas variam de R\$ 150,00 até próximo de R\$ 370,00 o milheiro. Geralmente, mudas produzidas a partir de estacas (clones), apresentam alto grau de melhoramento e produtividade; entretanto, se não tiverem sido exaustivamente testadas por longos períodos em plantios de comprovação,

representam risco, pois sua base genética é muito estreita. Em plantios clonais, quando um clone apresenta suscetibilidade à quebra pelo vento, pragas, ou doenças, todas as árvores daquele clone são susceptíveis.

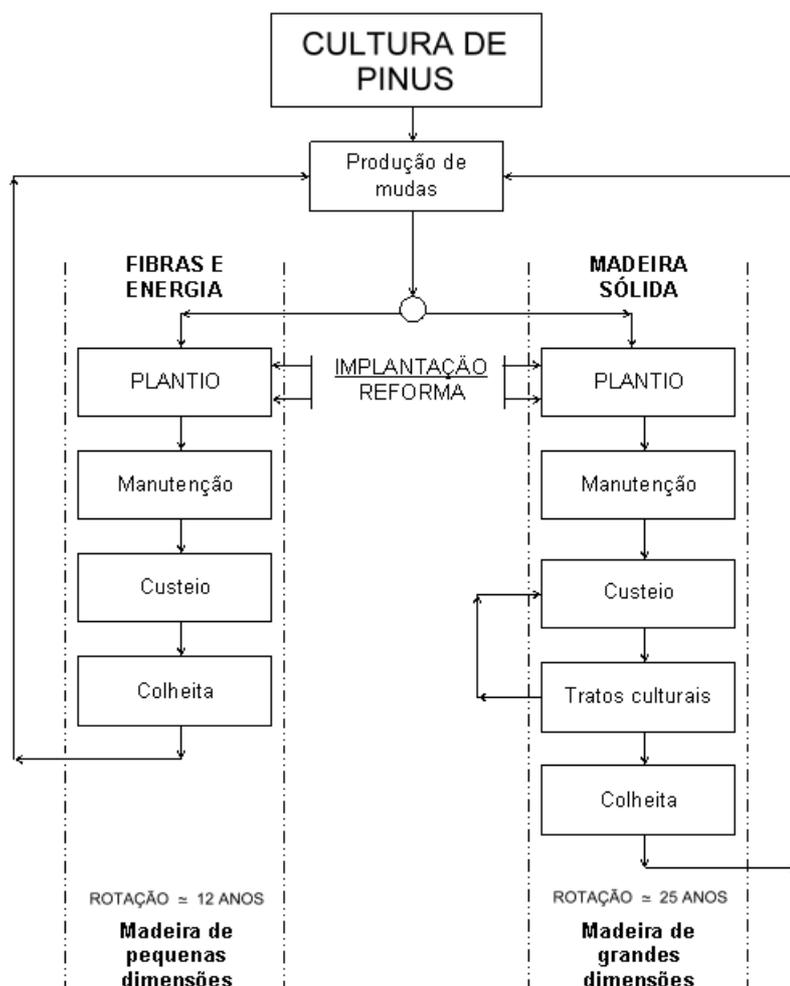


Figura 21- Etapas da silvicultura de *Pinus* no sul do Brasil para produção de fibras e energia (madeira de pequenas dimensões) e para madeira sólida (madeira de grandes dimensões). Fonte: Compilação do autor.

As instituições mais antigas, sejam órgãos de pesquisa, universidades ou empresas privadas, normalmente já têm plantas selecionadas, que raramente apresentam problemas sérios de suscetibilidade e as sementes, clones ou mudas que fornecem, representam risco mínimo para quem os adquire. O importante, conseqüentemente, é conhecer a idoneidade do fornecedor e ter a garantia de adequação do material para a região onde se vai plantar. Não se aconselha colher sementes ou estacas a partir de plantas ou florestas, dos quais não se conhece o grau de melhoramento e adaptabilidade, para a produção de mudas a utilizar em

silvicultura sob pena de fracasso técnico-econômico.

### 3.4.1 ROTAÇÃO E CICLO DE DESBASTE

A rotação utilizada como base de estudo foi de 26 anos com 4 desbastes, iniciando os cortes intermediários aos 10 anos com ciclo de desbaste de 4 anos, por ser esse o regime de manejo adotado para os povoamentos amostrados.

Os cálculos foram realizados para todos os Índices de Sítio que não foram considerados fora do padrão regional. Dentre eles, procurou-se identificar o sítio com produtividade mais próxima da realidade local, condizente com a média nacional de  $25 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  e que apresente viabilidade econômica para servir de base de estudo e comparação.

Após a identificação do Índice de Sítio para base de comparação, foi determinada a rotação de máximo Valor Presente Líquido entre 18 e 30 anos de idade, com desbastes iniciando aos 10 anos de idade e ciclo de desbaste de 4 anos.

No caso da rotação de 30 anos acrescentou-se um sortimento extra de madeira em toras para torno, com bitola superior a 45 cm.

Além disso, ainda foi determinado o VPL para um regime de manejo com rotação de 12 anos, prazo máximo para pagamento de financiamento pelo PROPFLORA, mas sem desbastes em virtude da rotação mais curta, sendo toda a madeira destinada para produção de fibras devido às pequenas dimensões.

### 3.4.2 CUSTOS E RENDIMENTOS NA CULTURA DE PINUS

Os custos da silvicultura e os rendimentos operacionais foram obtidos de diversas fontes na região, principalmente de empresas prestadoras de serviços, silvicultoras e cooperativas agrícolas que se dispuseram a colaborar com esta pesquisa. Na maioria dos casos houve a solicitação de não identificação da fonte; portanto, nenhuma fonte de dados econômicos ou silviculturais foi identificada neste trabalho.

Os cálculos de custos foram realizados com base nos preços cobrados por empresas prestadoras de serviços florestais e preços de produtos no segundo semestre de 2007.

É prática geral calcular o valor dos custos administrativos como 10% dos custos operacionais. Neste trabalho foram discriminados alguns custos administrativos como o monitoramento das florestas e o monitoramento de pragas, doenças, matocompetição e aceiros. Conseqüentemente, reduziu-se o restante para 8% dos custos operacionais.

Nos cálculos dos valores anuais somou-se os custos de arrendamento praticados na região para a área de pecuária, o que é o mais comum. O valor gira em torno de 50 kg de boi vivo por hectare, cotados a R\$ 2,40/kg, dando um total de R\$ 120,00/ha por ano.

Algumas operações como capina e combate às formigas não são necessárias sobre todas as áreas em todos os anos. Foi estimado um percentual de incidência sobre a área total para as operações em que se julgou o conhecimento empírico como suficientemente preciso, pois não se obteve registro dessas operações. Na maioria das operações, a incidência foi considerada sobre 100% da área.

### 3.4.3 SILVICULTURA REGIONAL DE PINUS

Conforme dados levantados, a seguir são descritas as práticas silviculturais mais comuns observadas e são descritas aquelas adotadas como metodologia para efeito deste trabalho.

A silvicultura na região inicia com o planejamento e licenciamento da área, marcação de estradas e aceiros e delimitação das áreas de reserva legal e preservação permanente.

Em seguida deve ser realizada a abertura das estradas principais, o que pode ser executado com tratores de esteira ou motoniveladoras. Os solos da região têm boa agregação e capacidade de suporte, não sendo necessários tratamentos da superfície das estradas na implantação; o rendimento na abertura das estradas atinge em torno de 30 m lineares por hora com tratores de esteira de 12 a 14 t com lâmina frontal.

Após a limpeza do terreno é necessário combater as formigas com isca formicida a base de sulfluramida na dose de 5 kg/ha antes do plantio e de 3 kg/ha durante o plantio, com repasses aos 30 e 120 dias após o plantio na dose de 2 kg/ha.

Na implantação das florestas é realizada, com antecedência de 7 a 10 dias do plantio das mudas, a aplicação de 3 a 4 litros por hectare de herbicida glifosato (pós-emergente) na linha de plantio e, imediatamente após o plantio, pode-se aplicar 3 litros por hectare de herbicida pré-emergente para manter a floresta jovem livre de matocompetição durante cerca de 120 dias. A aplicação de herbicidas é realizada numa faixa com um metro de largura, atingindo 1/3 da área; nos 2/3 restantes é realizada roçada mecanizada.

Assim que o herbicida apresenta o efeito desejado, é executado o preparo de solo com subsolagem na profundidade de 50 a 60 cm, com trator de esteiras de 130CV. Pela falta de comprovação da eficiência ou mesmo da necessidade de adubação, e em se considerando que o efeito da adubação sobre os *Pinus* é muito pequena, não é praticada na região, além de ser dispendiosa, não foi considerada neste trabalho.

Adotou-se o espaçamento de plantio de 3 m entre linhas e de 2 m entre plantas na linha como o mais comum, ou densidade de 1.667 plantas por hectare.

Na seqüência, vêm os três primeiros anos de manutenção, durante os quais as plantações têm de ser mantidas livres de matocompetição através de roçada ou capina na entrelinha no caso de infestação por folhas largas ou de gramíneas, respectivamente, sendo que a capina pode ser manual ou mecanizada, física ou química, com aplicação realizada com pulverizador costal na linha de plantio e mecanizada na entrelinha, devendo-se realizar monitoramento de ervas daninhas para determinar a necessidade da operação. Neste trabalho, optou-se por coroamento manual das mudas e roçada ou capina mecanizada na entrelinha para reduzir o impacto ambiental, o que tem sido sugerido por auditores na certificação pelo FSC (IMAFLOA/SMARTWOOD, 2004). As formigas devem ser mantidas sob controle e o combate realizado somente se o monitoramento acusar necessidade; quando isso ocorrer deve ser realizada aplicação sistemática de 2 kg/ha de formicida granulado nas áreas infestadas, que podem chegar a 70% do total, nesta fase; posteriormente, até o corte final, deve ser realizado monitoramento para determinar a ocorrência de pontos de concentração de alta infestação que devam ser combatidos; embora as formigas não causem prejuízo após os 3-4 anos de idade do povoamento, áreas infestadas podem ser focos para infestação de outros locais; o combate pode ser necessário em cerca de 20% das áreas nesse período.

A partir do 5º ano após o plantio, são iniciadas as desramas, que são

executadas no 5º, 7º e 9º anos. Os desbastes são iniciados, em geral, no 10º ano. O intervalo de corte entre desbastes pode variar de 3 a 5 anos. A rotação dos *Pinus* na Região Sul varia entre 20 e 30 anos, quando se procede ao corte raso da floresta e sua renovação. A regeneração natural dos *Pinus* é intensa, mas devido à pouca seleção genética dos plantios velhos existentes, as empresas têm preferido renovar as plantações por mudas de qualidade superior.

As atividades e operações florestais e os custos foram coletados junto a atores regionais e por algumas fontes terem solicitado não serem identificadas, nenhuma o foi neste trabalho. As operações florestais consideradas neste estudo, por fase, com o objetivo de produção de madeira *Pinus* para uso múltiplo, com a venda da madeira em pé em rotação de 26 anos com 4 desbastes, são relacionadas a seguir:

1) Planejamento:

- topografia;
- elaboração do projeto e orientação da implantação;
- arrendamento.

2) Instalação do projeto:

- demarcação da rede viária, de áreas de preservação e reserva legal;
- construção da rede viária e limitação das áreas de plantio.

3) Preparo de terreno:

- limpeza de terreno;
- combate às formigas pré-plantio;
- aplicação de herbicida pós-emergente;
- preparo de solo (sulcamento).

4) Plantio (primeiro ano):

- aquisição e transporte das mudas;
- plantio propriamente dito;
- combate às formigas - sistemático;
- aplicação de herbicida pré-emergente;
- replantio;
- combate às formigas - sistemático em repasses;
- coroamento;
- roçada ou capina mecanizada na entrelinha.

5) Manutenção (segundo e terceiro anos):

- combate às formigas - sistemático em repasse;
- coroamento na linha;
- roçada ou capina mecanizada na entrelinha;
- roçada ou capina mecanizada de aceiros;
- monitoramento de ervas daninhas, pragas e doenças;
- inventário florestal.

#### 6) Manutenção geral:

- realizada do 4º ano em diante, nos anos sem inventário ou tratamentos silviculturais até o corte final;
- monitoramento de aceiros, pragas e doenças;
- roçada de aceiros;
- combate às formigas - sistemático em repasse.

#### 7) Tratos Culturais:

- manutenção geral (ou custeio);
- desramas:
  - 1ª desrama - até 2,5m aos 5anos,
  - 2ª desrama - até 4,5m aos 7 anos,
  - 3ª desrama - até 6,5m aos 9 anos.
- desbastes:
  - reforma de estradas;
  - inventário pré e pós-corte;
  - idades da execução e tipo dos desbastes:
    - 1º desbaste - aos 10 anos, mixto, sistemático da 5ª linha e seletivo por baixo nas restantes;
    - 2º desbaste - 14anos, seletivo por baixo;
    - 3º desbaste - 18anos, seletivo por baixo;
    - 4º desbaste - 22anos, seletivo por baixo.

#### 8) Colheita - corte final aos 26 anos:

- manutenção de estradas;
- roçada pré-corte;
- combate às formigas - sistemático.

Em função da escolha pela venda da madeira em pé, não foram considerados os custos da própria colheita, mesmo nos cortes intermediários, como também não foram considerados os custos de reforma de estradas para a colheita por serem atribuídos ao custo da colheita, devendo ser computados por quem adquire a madeira em pé.

Considere-se que a partir de 1.000 hectares é necessário apresentação de EIA/RIMA das áreas de plantio e que, para financiamento pelo PROPFLORA com juros de 6,75% a.a. o valor máximo financiável é de R\$ 150.000,00 por projeto, ou

seja, a cada ano é possível financiar no máximo esse valor para implantação. Usando um custo máximo de até R\$ 3.000,00 por hectare, poderiam ser plantados 50 hectares anuais, correspondentes à área de plantio anual numa rotação de 20 anos para compor os 1.000 hectares, ou de 33,33 ha anuais numa rotação de 30 anos.

### 3.5 CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DOS POVOAMENTOS

#### 3.5.1 VARIÁVEIS MEDIDAS E ESTIMADAS

As áreas florestais foram submetidas a um sistema de inventário, com amostragem aleatória simples nos anos de 2005 e 2006, quando quando foram coletados os dados de 481 parcelas e 542 parcelas amostrais, respectivamente, com área individual variando de 420 a 716 m<sup>2</sup>, sendo que as 481 de 2005 foram repetidas e acrescentadas algumas parcelas em áreas mais jovens em 2006.

O número de árvores por hectare ( $N_{ha}$ ) de cada parcela amostral foi estimado pela equação:

$$N_{ha} = 10000 \cdot N_i / a_i$$

Em que:  $N_i$  = número de árvores existentes na parcela  $i$  no momento da medição;  $a_i$  = área da parcela  $i$  em m<sup>2</sup>.

Todas as árvores contidas na área útil de cada parcela foram medidas, tomando-se: a circunferência à altura do peito (CAP), medida com trena a 1,3 m do solo com precisão de 1 centímetro; a altura ( $h$ ) de todas as árvores, com hipsômetro (Vertex III), com precisão de décimos de metro.

A altura dominante, neste estudo, foi definida como a altura média aritmética das 100 árvores mais grossas por hectare, conhecida como altura dominante de Assmann (FINGER, 1992).

A área basal individual ( $g$ ) de cada árvore, em metros quadrados, foi calculada pela equação:

$$g_i = \pi \cdot d_i^2 / 4$$

Em que:  $g_i$  = área basal individual ( $m^2$ );  $\pi = 3,141593$ ;  $d_i$  = diâmetro (m) da árvore de ordem  $i$ .

A área basal por hectare por parcela ( $G$ ) foi determinada através da multiplicação do número de árvores por hectare pela área basal média individual ( $\bar{g}_i$ ) das árvores da parcela  $i$ .

Foram, também, abatidas 6 árvores em diferentes sítios para análise de tronco com o objetivo de ajustar equações de Índice de Sítio e determinação de sortimentos.

O volume individual sem casca ( $v_i$ ) das 6 árvores abatidas e submetidas a análise de tronco por idade, em  $m^3$ , foi determinado com auxílio do programa ANATRO (Análise de Tronco) desenvolvido por Schneider (2005).

O volume individual das árvores das parcelas amostrais foi estimado seccionando-se as árvores em toras e para cada uma das toras ( $v_j$ ) de cada árvore medida o volume foi calculado como segue: primeiro, determinou-se a proporção ( $h_i/h$ ) da altura total ( $h$ ) em cada ponta da tora na posição ( $h_j$ ); depois, com a equação de afilamento do tronco, foram estimadas as proporções ( $d_j/d$ ) que os diâmetros das duas pontas das toras representam em relação ao diâmetro a 1,3m, que multiplicada pelo mesmo resulta no diâmetro da tora; calculando-se o diâmetro para as duas pontas ( $d_j$  e  $d_{j+1}$ ) e, depois, as áreas das secções correspondentes às duas pontas ( $g_j$  e  $g_{j+1}$ ) pela equação ( $g_j = \pi \cdot d_j^2 / 4$ ), sendo que o volume da tora foi determinado pela equação:

$$v_j = \left( \frac{g_j + g_{j+1}}{2} \right) \cdot c_j$$

Em que:  $v_j$  = volume ( $m^3$ ) da tora  $j$ ;  $g_j$  = área seccional ( $m^2$ ) da base da tora  $j$ ;  $g_{j+1}$  = área seccional ( $m^2$ ) da ponta superior da tora  $j$ ;  $c_j$  = comprimento (m) da tora  $j$ .

Os volumes dos tocos foram determinados pelo cilindro com a altura do toco e diâmetro correspondente ao topo do toco estimado pela equação de afilamento. As pontas foram calculadas como o volume do cone, com área da base calculada pelo diâmetro correspondente e altura da ponta que restou com menos de 7 cm de

diâmetro após o seccionamento da árvore em toras de 2 metros de comprimento.

Posteriormente, o volume das árvores foi determinado com a fórmula de Smalian, expressa pela equação (FINGER, 1992):

$$v_i = v_0 + \sum_{i=1}^n v_i + v_c$$

Em que:  $v_0$  = volume do toco ( $m^3$ );  $v_i$  = volume das secções intermediárias ( $m^3$ ) calculadas pela multiplicação do comprimento da tora pela metade da soma das áreas basais das duas pontas de cada secção;  $v_c$  = volume da ponta superior do tronco ( $m^3$ ) calculado pela fórmula do cone de comprimento igual ao da secção considerada.

As toras, toretes e resíduos foram separados nos seguintes sortimentos:

- Resíduos: toretes e demais resíduos com diâmetro da ponta fina inferior a 7 cm;
- Sortimento 1 (S1), ou toretes para processo: toretes com mínimo de 7 cm de bitola, destinados para produção de MDF (*Medium-density fiberboard*);
- Sortimento 2 (S2), ou toras finas: toras de bitola fina com mínimo de 11 cm de diâmetro, destinadas para Serraria;
- Sortimento 3 (S3), ou toras médias: toras de bitola fina com mínimo de 17 cm de diâmetro, destinadas para Serraria;
- Sortimento 4 (S4), ou toras grossas: toras de bitola com mínimo de 23 cm de diâmetro, destinadas para Serraria.

### 3.5.2 ESTATÍSTICAS

As principais estatísticas utilizadas neste estudo são descritas seguir.

#### a) Coeficiente de determinação

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) é dado pelo cociente entre a soma de quadrados da regressão e a soma de quadrados do total (WONNACOTT e WONNACOTT, 1980):

$$R^2 = SQ_{reg} / SQ_{total}$$

Sendo:  $R^2$  = coeficiente de determinação;  $SQ_{reg}$  = soma de quadrados da regressão;  $SQ_{total}$  = soma de quadrados totais.

Quando necessário, nos casos de número de parâmetros diferente entre os melhores modelos, o  $R^2$  foi ajustado, conforme Schneider (1998), para possibilitar a escolha, pela equação:

$$R^2_{aj.} = R^2 - \left( \frac{k-1}{N-k} \right) \cdot (1 - R^2)$$

Sendo:  $R^2_{aj.}$  = coeficiente de determinação ajustado;  $k$  = número de parâmetros da equação;  $N$  = número de observações.

#### b) Erro Padrão de Estimativas

O Erro Padrão de Estimativas ( $S_{yx}$ ) é a raiz quadrada do quadrado médio dos resíduos entre os valores observados e estimados ( $QM_{res}$ ), calculado pela equação (WONNACOTT e WONNACOTT, 1980):  $S_{yx} = \sqrt{QM_{res}}$

#### c) Coeficiente de Variação

O coeficiente de variação (CV) tem duas principais áreas de aplicação que foram usadas neste trabalho: na análise univariada e na análise de regressão, sendo definido de maneira diferente em cada caso.

Na análise univariada é a expressão do desvio padrão ( $s$ ) em porcentagem da média ( $\bar{x}$ ), sendo expresso pela equação (WONNACOTT e WONNACOTT, 1980):

$$CV = 100 \cdot s / \bar{x}$$

Na análise de regressão, o coeficiente de variação (CV) é o percentual representado pelo erro padrão da média ( $S_{yx}$ ) em relação à média das observações da variável dependente ( $\bar{y}$ ), sendo calculado pela equação a seguir (WONNACOTT e WONNACOTT, 1980):

$$CV = 100 \cdot S_{yx} / \bar{y}$$

Para comparação das equações logarítmicas com funções lineares normais, o  $QM_{res}$  deve ser calculado a partir da extração do antilogaritmo da variável dependente original ( $y$ ) e estimada ( $\bar{y}$ ), conforme Sit (1994).

#### d) Teste de Anderson-Darling

A estatística  $A^2$  de Anderson-Darling, ou Qui-Quadrado de Anderson-Darling, possui duas aplicações principais: 1) teste da hipótese nula de que um lote de dados é uma amostra aleatória de uma população normalmente distribuída; 2) teste da qualidade de ajustamento de uma distribuição (SAS INSTITUTE, 2001). Quando o valor de  $A^2$  é significativo, entende-se que a amostra não é aleatória no teste respectivo, ou que não houve ajustamento da distribuição. A equação utilizada para cálculo do  $A^2$  é a seguinte (SAS Institute, 2001):

$$A^2 = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(2i - 1) \log U_{(i)} + (2n + 1 - 2i) \log (1 - U_{(i)})]$$

Em que:  $A^2$  = estatística de Anderson-Darling para qualidade do ajustamento;  $U = F(X)$  = Transformação da integral de probabilidade da variável  $X$ ;  $X$  = variável considerada;  $n$  = número de observações independentes;  $i$  = número da observação;  $\log$  = logaritmo natural.

#### e) Observações discrepantes (*outliers*)

De acordo com Wonnacott e Wonnacott (1980) e Souza (1998), *outliers* são observações tão discrepantes do resto da amostra que devem ou ser transformadas, ou eliminadas, pois influenciam as estimativas levando a resultados errôneos ou incoerentes. Bussab (1986) considera que essas observações devem ser eliminadas quando além de apresentarem um desvio superior a 2 vezes o erro padrão, ainda comprometem as estimativas resultando em valores que se tem certeza de fugirem dos padrões conhecidos da população. Em qualquer caso, os critérios subjetivos ditados pela experiência com o tipo de amostra e população em estudo são importantes e imprescindíveis, pois nenhum autor entre os consultados recomenda a seleção exclusivamente por métodos matemáticos.

Alguns estatísticos têm usado o desvio padrão para identificar a presença de possíveis *outliers* em dados normalmente distribuídos. A média  $\pm 2$  desvios padrões representam cerca de 96% da frequência em nível de 5% de probabilidade e 99,8% da frequência para a média  $\pm 3$  desvios padrões. Dependendo do caso, dados que passem do limite de 2 ou de 3 desvios padrões podem ser considerados discrepantes. Entretanto, os autores consultados não mencionam esse método.

O SAS System (SAS Institute, 2001) provê um teste para identificação de

*outliers* pelo procedimento *Univariate*, em que assinala os valores discrepantes num gráfico do tipo *Box-plot*, para que depois sejam eliminados pelo usuário se houver confirmação de que se tratam de observações com características diferentes da população estudada. Nesse caso, vale muito o conhecimento empírico do usuário para realizar a correta seleção das observações que não devem permanecer na amostra.

Foi utilizado o procedimento *Univariate* do SAS System (2001) para identificação de *outliers* e, quando necessário, as informações discrepantes foram eliminadas das amostras.

### 3.5.3 MODELAGEM MATEMÁTICA E AJUSTE DE EQUAÇÕES

Foram ajustadas equações para estimar o Índice de Sítio (IS) e o afilamento de tronco, ambas com as árvores abatidas. E, com os dados da amostragem dos povoamentos por meio de parcelas permanentes foram modeladas equações para estimar o diâmetro médio ( $d$ ) e seu coeficiente de variação ( $CV_d$ ), a altura média ( $h$ ) e seu coeficiente de variação ( $CV_h$ ), a frequência de árvores por hectare ( $N$ ) e a frequência por classe de diâmetro ( $N_i$ ).

#### a) Modelagem

A modelagem de equações para cálculo dos resultados da amostragem e confecção das tabelas de produção, incluiu o crescimento em altura das árvores dominantes em função da idade  $e$ , tendo a altura dominante, a idade e transformações destas duas usadas como variáveis independentes, das seguintes variáveis dependentes: 1) diâmetro médio ( $d$ ); 2) coeficiente de variação do diâmetro médio; 3) altura média ( $h$ ); 4) coeficiente de variação da altura média; 5) frequência por hectare.

Ainda, foi ajustada uma equação para estimar o Índice de Sítio em função da idade e da altura dominante para facilitar o processamento de dados em computador.

Na modelagem foram utilizadas diversas transformações das variáveis independentes e seleção com o procedimento *stepwise*. A seleção de variáveis a permanecer nas equações foi realizada de acordo com o maior coeficiente de

determinação parcial ( $R^2_{\text{parcial}}$ ), pelo valor de F e nível de significância de F dos parâmetros. A seleção de equações foi realizada pelo maior coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{\text{aj}}$ ), menor erro padrão de estimativas (CV) e pelo gráfico de resíduos.

As transformações das variáveis independentes usadas na modelagem foram as seguintes:

- Potenciação:  $x^1, x^2, x^3, x^4, x^5$ ;
- Inversão:  $1/x^1, 1/x^2, 1/x^3, 1/x^4, 1/x^5$ ;
- Logarítmica:  $\text{Ln}(x), \text{Ln}(x^2), \text{Ln}^2(x)$ .

#### b) Equação de afilamento do tronco

Neste trabalho, decidiu-se utilizar o polinômio de Prodan pela sua versatilidade de ajuste a diferentes espécies tendo sido utilizada por Müller (2004) com eucalipto, Machado et al. (2004) com *Pinus oocarpa* e Scolforo et al. (1998) num estudo sobre *Pinus elliottii*. A equação de 5º grau de Prodan é expressa como:

$$d_i/d = b_0 + b_1 \cdot (h_i/h) + b_2 \cdot (h_i/h)^2 + b_3 \cdot (h_i/h)^3 + b_4 \cdot (h_i/h)^4 + b_5 \cdot (h_i/h)^5$$

Em que:  $d$  = diâmetro à 1,3 m de altura (cm);  $h$  = altura total (m);  $i$  = posição no fuste em relação à base da árvore;  $d_i$  e  $h_i$  = diâmetro e altura na posição  $i$ , respectivamente.

#### 3.5.4 ÍNDICES DE SÍTIO

O Índice de Sítio (IS) utilizado foi a altura dominante na idade de 22 anos, considerando-se uma rotação de 26 anos, correspondendo a 85% da idade de rotação. A altura dominante ( $h_{100}$ ) foi definida como a média das 100 árvores mais grossas por hectare.

Schneider e Osten (1999), estudando o crescimento de *Pinus elliottii* no Planalto Médio, utilizaram a altura dominante aos 30 anos de idade para rotação de até 40 anos, correspondente a 75% do tempo de rotação.

A equação para determinação do IS foi ajustada com base nas árvores submetidas à análise de tronco.

O estudo das árvores abatidas e submetidas à análise de tronco e da altura dominante das parcelas amostrais revelou que a diferenciação dos sítios somente passa a se evidenciar nos povoamentos mais velhos após os 7 anos de idade, mostrando que a identificação precoce do sítio carece de estudo futuro envolvendo árvores que atualmente possuem menos de 15 anos, quando atingirem a idade de referência, sendo que o uso da equação ajustada deve se restringir aos povoamentos com mais de 7 anos de idade.

### 3.5.5 AMPLITUDE DE VARIAÇÃO DOS SÍTIOS

Constatou-se que há uma grande variação de Índices de Sítio (IS) no inventário florestal e que há uma tendência crescente do IS com a idade. Assim, foi realizado um estudo da amplitude de variação do IS para se concentrar as prognoses de produção nos mais comuns, evitando-se os sítios fora dos padrões conhecidos para florestas de *Pinus elliottii* no sul do país.

### 3.5.6 ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DE DIÂMETROS

A distribuição de diâmetros foi analisada comparativamente com as distribuições de Weibull, Normal, Log-normal e Gama utilizando o procedimento PROC CAPABILITY do SAS System para posterior modelagem da frequência por classe de diâmetro e por idade. A qualidade do ajustamento foi avaliada pelo teste de Anderson-Darling.

### 3.5.7 ESPAÇAMENTO RELATIVO

Com o objetivo de avaliar o espaço vital e como indicação para desbastes, foi calculado o índice de espaçamento relativo ( $S\%$ ) que, conforme Schneider (2002), é estimado por:

$$S\% = 100 \cdot EM_j / h_{100}$$

Em que:  $h_{100}$  = altura dominante (m);  $EM_j$  = espaçamento médio linear (m) por

árvore da parcela  $i$ , calculado por  $EM_i = \sqrt{(a_i/N_i)}$ , sendo " $a_i$ " a área e " $N_i$ " o número de árvores da parcela  $i$ .

### 3.5.8 RESULTADOS DO INVENTÁRIO FLORESTAL POR IDADE

Foram calculadas e tabuladas as médias por idade com os dados das parcelas amostradas no inventário florestal realizado em 2005 e 2006.

### 3.5.9 DISTRIBUIÇÃO DE DIÂMETROS

A distribuição de diâmetros foi analisada em classes com intervalos de 3 cm, pelas distribuições Normal, Log-normal, de Weibull e Gama, que são descritas a seguir, conforme a Wikipedia (2007), Meyer (1983) e SAS Institute (2001):

a) Distribuição Normal - A função densidade de probabilidade da distribuição Normal de uma variável  $x$ , com média  $\mu$  e variância  $\sigma^2$ , é definida como:

$$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right).$$

Em que:  $\mu$  = média, ou parâmetro de localização;  $\sigma$  = desvio padrão, ou parâmetro de escala.

b) Distribuição Log-normal - Uma variável aleatória  $x$  tem a distribuição Log-normal quando o seu logaritmo  $y = \ln(x)$  tem a distribuição normal com média  $e^{\mu + \sigma^2/2}$ , variância  $(e^{\mu^2} - 1) e^{2\mu + \sigma^2}$  e função de densidade dada por:

$$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(\ln(x) - \mu)^2}{2\sigma^2}\right]$$

Em que: para  $x > 0$ , onde  $\mu$  e  $\sigma$  são a média e desvio padrão do logaritmo da variável (por definição, o logaritmo da variável é normalmente distribuído).

c) Distribuição de Weibull - Uma variável  $x$  com distribuição de Weibull tem média  $\lambda\Gamma(1+1/k)$ , variância  $\lambda^2\Gamma(1+2/k) - \mu^2$  e função densidade de probabilidade expressa por:

$$f(x; k, \lambda, \theta) = \frac{k}{\lambda} \left( \frac{x - \theta}{\lambda} \right)^{k-1} e^{-\left(\frac{x-\theta}{\lambda}\right)^k}$$

Em que: para  $x \geq \theta$  e  $f(x; k, \lambda, \theta) = 0$  para  $x < \theta$ , onde  $k > 0$  é o parâmetro de forma,  $\lambda > 0$  é o parâmetro de escala e  $\theta$  é o parâmetro de locação da distribuição; quando  $\theta = 0$ , a distribuição é reduzida a 2 parâmetros.

d) Distribuição Gama - Uma variável  $x$  com distribuição Gama tem média  $k\theta$ , variância  $k\theta^2$  e função de densidade de probabilidade definida por:

$$f(x; k, \theta) = x^{k-1} \frac{e^{-x/\theta}}{\theta^k \Gamma(k)} \text{ para } x > 0 \text{ e } \theta > 0$$

Em que: a distribuição Gama é uma família de distribuição contínua de probabilidade de dois parâmetros; tem um parâmetro de escala  $\theta$  e um parâmetro de forma  $k$ ; se  $k$  é um inteiro, então a distribuição representa a soma de  $k$  variáveis aleatórias exponencialmente distribuídas, cada uma delas têm um parâmetro  $\theta$ .

### 3.6 CÁLCULO DE ÁREA COM IMAGENS

Vários programas gráficos permitem a seleção e contagem de *pixels* por semelhança de cor e tonalidade, sendo possível estimar a superfície selecionada em função da resolução da imagem, como é o caso do GIMP (GNU, 2007) e do PhotoShop (ADOBE, 2005). Assim, sobrepondo-se imagens com transparência proporcional ao número de imagens sobrepostas, é possível criar imagens combinadas de diversas características. Depois, é necessário selecionar as áreas com as características desejadas para calcular a superfície correspondente. Isso permite que se sobreponha, por exemplo, uma imagem com classes potenciais de uso do solo e outra de uso atual, para estimar áreas em que se pode realizar determinada cultura numa dada região. No GIMP, a seleção pode ser por cores e o cálculo do número de *pixels* selecionados é realizado com a ferramenta histograma, mas antes de selecionar as cores desejadas, as camadas da imagem têm de ser fundidas numa só.

### 3.7 CONSTRUÇÃO DAS TABELAS DINÂMICAS DE PRODUÇÃO

O processo de construção das tabelas de produção envolveu os 20 passos relacionados a seguir, utilizando as equações modeladas na secção anterior, para cada sítio individualmente por idade e por classe de diâmetro.

1. Determinação da altura dominante ( $h_{100}$ ) por sítio e idade pela equação.
2. Determinação do diâmetro médio ( $d$ ) por sítio e idade.
3. Determinação do coeficiente de variação do diâmetro ( $CV_d$ ) por sítio e idade e o desvio padrão ( $s_d$ ).

4. Determinação dos centros de classe de diâmetro ( $d_i$ ) para 7 classes ( $i$ ) por idade e por sítio com base em múltiplos do desvio padrão ( $s$ ) em relação ao diâmetro médio ( $d$ ), sendo calculados da menor para a maior classe por:

- Classe 1 –  $d_i = d - 1,5 \cdot s$ ;
- Classe 2 –  $d_i = d - 1,0 \cdot s$ ;
- Classe 3 –  $d_i = d - 0,5 \cdot s$ ;
- Classe 4 –  $d_i = d$ ;
- Classe 5 –  $d_i = d + 0,5 \cdot s$ ;
- Classe 6 –  $d_i = d + 1,0 \cdot s$ ;
- Classe 7 –  $d_i = d + 1,5 \cdot s$ .

5. Determinação da freqüência teórica do centro de classe ( $ft_i$ ) pela distribuição Normal.

6. Determinação do número total de árvores por hectare por idade e por sítio, sendo que as freqüências reais por hectare são tomadas na metade do intervalo de tempo entre desbastes, devido ao fato da equação estimar pela média. Assim, o número de árvores de estoque aos 10 anos de idade antes do desbaste é o número estimado pela equação de densidade aos 8 anos e o número de árvores remanescentes é o valor calculado pela equação para os 12 anos. Para o povoamento antes do desbaste aos 14 anos, usa-se o valor calculado pela equação para os 12 anos e para o povoamento remanescente é atribuído o número de árvores calculado para os 16 anos de idade com equação de densidade e assim sucessivamente.

7. Determinação do número de árvores por hectare ( $N_i$ ) por classe de diâmetro ( $i$ ) para cada sítio e idade com a freqüência teórica ( $ft_i$ ), tendo sua soma corrigida para 100%, sendo calculada pelo produto do número total de árvores por

hectare (N), para a idade em questão estimada no passo anterior, multiplicado pela frequência teórica, por meio da seguinte equação:  $N_i = N \cdot ft_i / (\sum ft_i \cdot N)$ .

8. Determinação da altura média ( $h$ ).

9. Determinação do coeficiente de variação da altura média ( $CV_h\%$ ) por idade e por sítio.

10. Determinação da altura por classe de diâmetro usando procedimento semelhante ao cálculo do diâmetro por classe conforme o passo 4;

11. Determinação dos sortimentos por classe de diâmetro em função do diâmetro e alturas do centro de cada classe e do volume individual, esse pela soma dos sortimentos, com auxílio da equação de afilamento do tronco e programa desenvolvido em linguagem SAS.

12. Determinação da percentagem de cada sortimento por classe de diâmetro e do total por hectare, por classe e por idade em cada sítio.

13. Determinação da área basal individual por classe e da área basal total por hectare.

14. Determinação do número de árvores a serem cortadas por hectare em cada desbaste, pela diminuição do estoque e previsão de remanescentes estabelecidos nos passos 5 a 7.

15. Determinação do número de árvores a serem desbastadas em cada classe em cada ocasião de desbaste por idade e sítio.

16. Determinação da área basal por hectare a desbastar em cada classe e do total por hectare através do produto do número de árvores a desbastar multiplicado pela área individual na classe, por idade e sítio.

17. Determinação do volume a desbastar por classe em procedimento semelhante ao usado para a área basal.

18. Determinação dos sortimentos desbastados por classe, pela multiplicação de proporção de árvores desbastadas pelo volume de estoque por sortimento em cada classe, por idade e sítio.

19. Determinação do número de árvores remanescentes, da área basal e do volume por hectare, através da diminuição do estoque existente antes do desbaste pelo que foi eliminado no corte.

20. Determinação dos sortimentos remanescentes pela redução do estoque existente antes do desbaste pelo que foi eliminado no corte.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 RESULTADOS DO INVENTÁRIO FLORESTAL

Os resultados gerais do inventário, por idade, são apresentados na Tabela 34. Foram amostrados povoamentos de 6 a 26 anos de idade. As médias de diâmetro (d) variaram entre 9,3 cm a 31,4 cm e as alturas (h) de 5,5 m a 26,0 m. As médias do Índice de Sítio (IS) revelaram uma tendência de melhoria com a idade; o IS médio não passa de 27 nos povoamentos até 15 anos de idade, enquanto que naqueles com menor idade chega até 31.

Tabela 34 - Médias gerais das variáveis dendrométricas por idade de povoamentos de *Pinus elliottii* na Serra do Sudeste, RS.

Idade (anos)	d (cm)	h (m)	h <sub>100</sub> (m)	Sítio (m)	Árvores nº/ha	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Volume (m <sup>3</sup> /ha)	CV do Volume (%)	S%	Sortimentos (%)				Parcelas amostrais (nº)
										7-10cm	11-16cm	17-22cm	≥23cm	
6	9,3	5,5	6,7	31	1460	11,2	24	57,3	39,0	59,1	1,3	0,0	0,0	14
8	16,4	9,9	10,8	31	1230	26,5	108	33,6	26,3	27,9	57,2	4,8	0,0	14
9	16,1	10,5	11,5	29	1562	32,7	140	18,0	22,1	31,8	57,0	1,3	0,0	13
10	16,9	11,4	12,9	28	1048	24,6	116	28,6	23,9	23,3	59,6	8,1	0,1	10
11	21,1	14,5	15,5	30	989	33,7	199	23,1	20,5	11,1	54,3	28,0	1,1	38
12	21,2	15,0	15,9	28	773	27,5	169	12,7	22,7	10,0	55,9	28,4	0,6	30
13	22,6	15,7	16,5	27	766	31,2	201	15,2	21,9	7,6	45,9	40,0	2,1	43
14	23,7	17,0	17,7	27	737	32,7	227	10,9	20,9	6,4	39,5	45,9	4,2	37
15	25,3	18,9	19,5	27	647	32,8	255	20,2	20,2	5,1	29,5	51,8	10,4	45
16	25,5	19,4	20,0	27	614	31,0	246	13,2	20,1	5,1	29,5	50,6	11,6	42
17	27,6	20,7	21,2	26	491	29,3	249	13,0	21,3	3,9	20,2	49,9	23,3	32
18	27,1	20,7	21,5	25	553	31,8	270	16,1	19,8	4,1	22,2	49,3	21,6	117
19	28,8	21,3	22,0	25	460	30,0	262	14,2	21,2	3,3	16,3	47,2	30,6	66
21	29,0	22,5	23,1	24	506	33,4	309	12,0	19,2	3,2	16,2	43,9	34,3	59
22	29,9	23,1	23,6	23	431	30,2	286	21,3	20,4	2,9	14,0	42,1	38,8	123
23	31,1	23,3	23,8	23	378	28,7	276	23,4	21,6	2,6	11,3	38,0	45,9	70
25	30,7	26,0	26,7	24	434	32,0	343	17,9	18,0	2,6	12,1	38,1	45,2	139
26	31,4	26,0	26,8	23	439	33,9	363	18,1	17,8	2,5	11,2	35,1	49,3	92
Médias	24.1	17.9	18.7	27	751	29.6	225	20.5	22.0	11.8	30.7	33.5	17.7	984

Em que: d = diâmetro do tronco a 1,3m de altura; h = altura total; h<sub>100</sub> = altura dominante; CV = coeficiente de variação; S% = índice de espaçamento relativo em porcentagem.

O número médio de árvores por hectare mostrou uma certa flutuação em vez de tendência constante de redução com o aumento da idade, indicando certa

desuniformidade de tratamentos silviculturais. A área basal média por hectare ficou entre 11,2 m<sup>2</sup>/ha e 33,9 m<sup>2</sup>/ha, sendo que após os 10 anos de idade não apresentam nenhuma tendência, o que pode significar que o manejo pode ser melhorado, pois espera-se que os povoamentos mais velhos apresentem maior densidade em área basal. Nesta região, não existem experimentos de densidade, que possam servir de indicador para o manejo dos povoamentos.

A média do volume por hectare ficou entre 24 e 363 m<sup>3</sup>/ha e o seu coeficiente de variação entre 10,9% e 57,3%. O grande coeficiente de variação nas idades mais jovens mostra que os povoamentos estudados são muito irregulares quanto a essa variável nessa fase.

A estimativa do percentual de volume de madeira de menor bitola, com diâmetro de 7 a < 11cm na ponta fina, definido como madeira para processo, apresentou um máximo aos 6 anos de idade, quando representou 59,1% do volume total. Para o sortimento em toras finas (de 11 a < 17cm), o máximo ocorreu aos 10 anos (59,6%); em toras médias (de 17 a < 23cm) aos 15 anos (51,8%) e em toras grossas (acima de 23cm na ponta fina) aos 26 anos de idade (49,3%). Aos 26 anos, as proporções dos sortimentos, considerando-se do menor para o de maior bitola foram respectivamente: 2,5%, 11,2%, 35,1% e 49,3%. Esses resultados induzem à necessidade de manejar os povoamentos em rotações longas, de no mínimo 26 anos, para obtenção de sortimentos maiores que resultem também em maior rendimento para serraria e laminação.

#### 4.1.1 DISTRIBUIÇÃO DE DIÂMETROS

Os resultados da análise, conforme a Tabela 35, apontaram que a distribuição dos diâmetros se ajusta às distribuições testadas em 7 das 18 idades estudadas, sendo que a distribuição normal é a que se ajusta em maior número de idades (aos 11, 15, 17, 21, 23 e 25 anos). O modelo de Weibull não foi significativo e ajustou-se nas idades de 10, 11 e 21 anos; os modelos Gama e Log-Normal se ajustaram somente aos 21 anos, única idade em que todos os modelos se adaptaram para descrever a distribuição diamétrica dos povoamentos estudados. Nenhum povoamento amostrado apresentava idade de 7, 20 ou 24 anos. A estatística A<sup>2</sup> de Anderson-Darling foi significativa para todos os modelos testados nas idades de 6, 8,

9, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 22 e 26 anos, quando nenhum dos modelos se ajustou à distribuição diamétrica.

Tabela 35 - Qualidade do ajustamento dos modelos de distribuição Gama, Log-Normal, Normal e Weibull à distribuição de diâmetros das árvores dos povoamentos estudados.

Idade	Gama		Log-normal		Normal		Weibull	
	A <sup>2</sup>	P						
6	7,87273	0,00100**	12,63349	0,00500**	2,91068	0,00500**	2,55320	0,01000**
7	-	-	-	-	-	-	-	-
8	9,57248	0,00100**	15,80887	0,00500**	2,64185	0,00500**	1,65675	0,01000**
9	7,14919	0,00100**	10,68933	0,00500**	2,97978	0,00500**	3,92793	0,01000**
10	3,08918	0,00100**	4,43691	0,00500**	1,20730	0,00500**	0,61353	0,11446
11	1,82003	0,00100**	2,81533	0,00500**	0,59447	0,12539	0,73392	0,05674
12	5,13240	0,00100**	7,95145	0,00500**	2,28783	0,00500**	7,75740	0,01000**
13	1,04291	0,00958**	1,23499	0,00500**	1,63938	0,00500**	9,09027	0,01000**
14	1,77320	0,00100**	2,49089	0,00500**	0,90874	0,02159*	3,23147	0,01000**
15	0,93752	0,01884*	1,43630	0,00500**	0,67416	0,08182	3,55304	0,01000**
16	2,89871	0,00100**	4,11741	0,00500**	1,32046	0,00500**	2,22246	0,01000**
17	0,82961	0,03365*	1,31031	0,00500**	0,36230	0,25000	1,15708	0,01000**
18	3,79386	0,00100**	5,80395	0,00500**	1,58328	0,00500**	9,19857	0,01000**
19	5,62207	0,00100**	8,33720	0,00500**	3,18464	0,00500**	15,38110	0,01000**
21	0,29543	0,50000	0,25450	0,50000	0,31344	0,25000	0,48374	0,22390
20	-	-	-	-	-	-	-	-
22	2,09961	0,00100**	3,89097	0,00500**	0,80755	0,03844*	8,45885	0,01000**
23	0,86534	0,02627*	1,53340	0,00500**	0,68205	0,07872	7,33978	0,01000**
24	-	-	-	-	-	-	-	-
25	1,71191	0,00100**	2,56275	0,00500**	0,66633	0,08497	1,61862	0,01000**
26	1,53408	0,00100**	3,06658	0,00500**	1,30887	0,00500**	13,24220	0,01000**

Em que: A<sup>2</sup> = Qui-quadrado de Anderson-Darling para qualidade do ajustamento do modelo de distribuição; P = Probabilidade associada ao modelo; (\*) significativo (5% de probabilidade); (\*\*) altamente significativo (1% de probabilidade).

Os coeficientes ajustados da melhor equação em cada idade são relacionados na Tabela 36. A estatística A<sup>2</sup> da distribuição Normal não foi significativa em idades alternadas desde os 11 até os 25 anos de idade, concluindo-se que a distribuição diamétrica dos povoamentos estudados é aproximadamente normal. Fato esse, indicativo de que foi priorizada a distribuição espacial das árvores nos desbastes, em detrimento do seu porte, pois o resultado final sobre a distribuição diamétrica foi semelhante ao de desbastes sistemáticos. Assim, optou-se pela distribuição Normal para estimar a frequência de árvores por classe de diâmetro em todas as idades por ter sido a que melhor se ajustou à distribuição dos povoamentos em questão. Os parâmetros de locação (média dos diâmetros) e escala (desvio padrão), para uso nas estimativas de estoque, corte e remanescência

dos povoamentos por idade e por sítio, foram estimados posteriormente com o auxílio de equações de regressão ajustadas com os parâmetros médios de locação e escala calculados por meio do procedimento PROC CAPABILITY.

Tabela 36 - Resultados da análise da distribuição de diâmetros de povoamentos de *Pinus elliottii* na Serra do Sudeste, RS, por idade.

Idade	Modelo	Parâmetros			Prob.> A <sup>2</sup>
		Locação	Escala	Forma	
6	NORMAL	9,03878	2,86866	-	0,005
8	NORMAL	16,45182	3,61972	-	0,005
9	NORMAL	15,76659	2,29686	-	0,005
10	WEIBULL	-	18,36191	5,75895	0,114
11	NORMAL	22,15099	3,38354	-	0,125
12	NORMAL	19,68549	3,03833	-	0,005
13	NORMAL	22,70920	2,98077	-	0,005
14	NORMAL	22,76318	2,75597	-	0,022
15	NORMAL	24,94061	3,21115	-	0,082
16	NORMAL	25,34164	3,36688	-	0,005
17	NORMAL	24,84736	3,91537	-	0,250
18	NORMAL	27,38563	3,95005	-	0,005
19	NORMAL	27,79052	3,90234	-	0,005
21	NORMAL	27,94053	3,28235	-	0,250
22	NORMAL	29,18261	4,26573	-	0,038
23	NORMAL	30,64197	3,78652	-	0,079
25	NORMAL	30,80841	3,99004	-	0,085
26	NORMAL	30,70798	4,40882	-	0,005

Em que: A<sup>2</sup> = Estatística de Anderson-Darling para qualidade do ajustamento do modelo de distribuição; Prob. > A<sup>2</sup> = Probabilidade da Estatística de Anderson-Darling associada ao modelo.

#### 4.1.2 MODELAGEM DA FREQUÊNCIA POR HECTARE

Na modelagem da equação para estimar o número de árvores em estoque por sítio e por idade, o modelo selecionado apresentou R<sup>2</sup> de 87% e CV de 17,2%, sendo expresso pela equação:

$$\ln N = B_0 + B_1 / t + B_2 / t^4 + B_3 \cdot t^5$$

Em que:  $N$  = número de árvores por hectare;  $B_0$ ,  $B_1$ ,  $B_2$  e  $B_3$  = parâmetros da equação;  $t$  = Idade do povoamento em anos;  $\ln$  = logaritmo natural.

O modelo selecionado é apresentado na Figura 22, onde são delineados os

resíduos gerados em relação às estimativas e na Figura 23 foram delineados os valores observados a campo e os estimados pela equação, onde se percebe a semelhança entre ambos os gráficos e a tendência de redução do número de árvores com a idade.

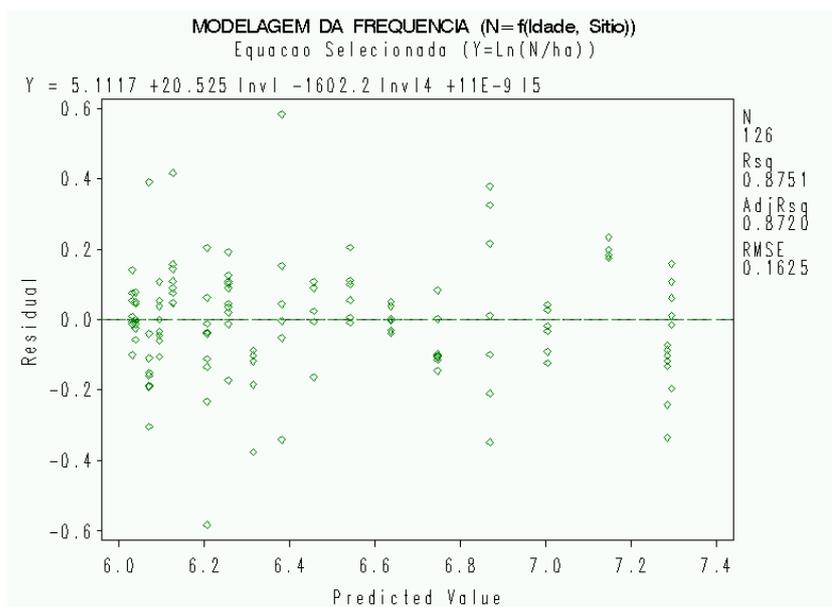


Figura 22- Equação para estimar o número de árvores por hectare e resíduos da mesma.

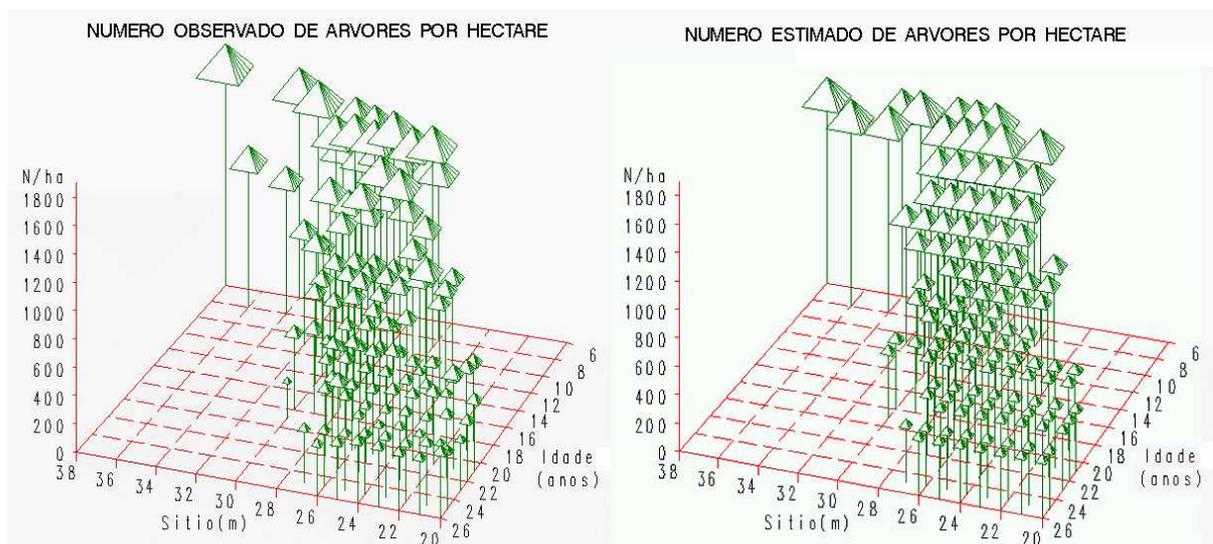


Figura 23- Freqüência por hectare de povoamentos de *Pinus elliottii*, por sítio e por idade, na Serra do Sudeste, RS; à esquerda: valores observados; à direita: valores estimados pela equação.

#### 4.1.3 ALTURA DOMINANTE ( $h_{100}$ )

A idade de referência para determinação do Índice de Sítio foi 22 anos e a curva mestra utilizada foi a com IS de 24m na idade de referência (Figura 24).

A equação modelada para determinação de Índices de Sítio foi a seguinte:

$$h_{100} = 1,14635 \cdot t - 2,10605E-7 \cdot t^5 - 118,57794 / t^2 + 296,8620 / t^3$$

Em que:  $h_{100}$  = Índice de Sítio, ou altura dominante na idade de 22 anos;  $t$  = idade em anos.

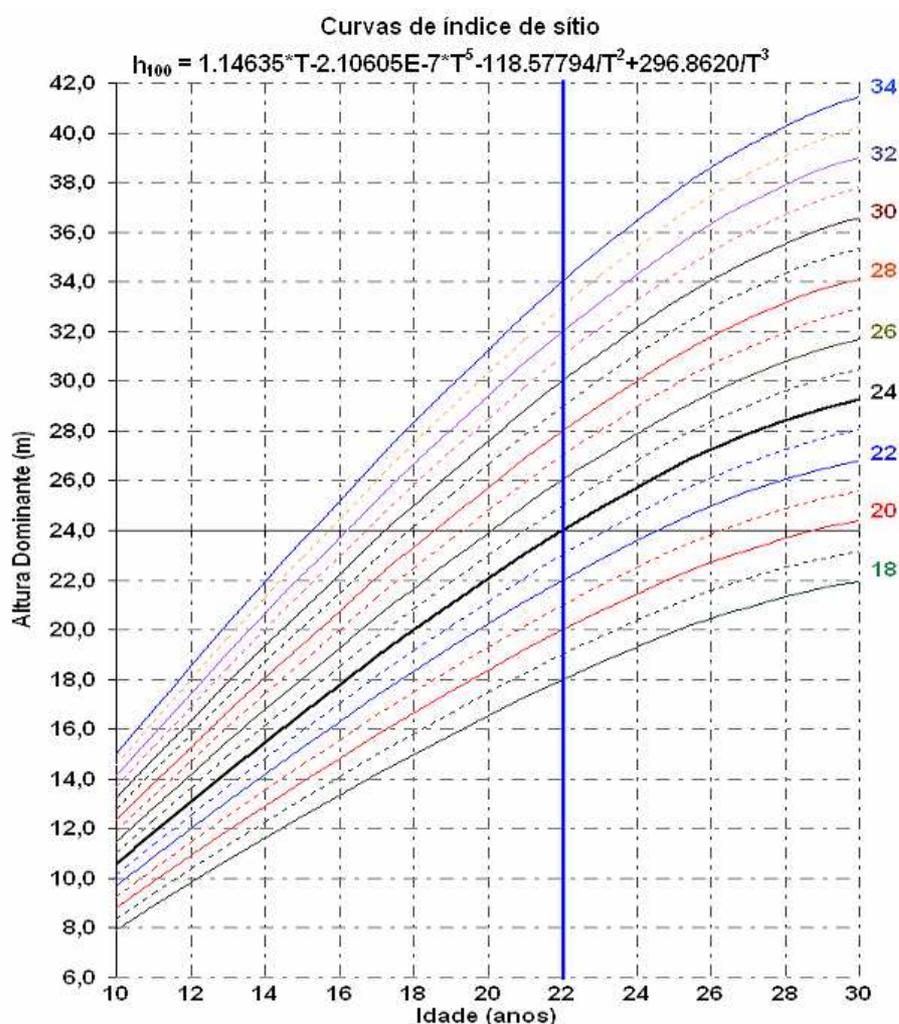


Figura 24- Curvas de índice de sítio calculadas tomando por base a análise de tronco de árvores de *Pinus elliottii*.

Nas figuras 25 e 26, observa-se uma tendência de melhoria da qualidade dos sítios dos povoamentos com menor idade. Essa mudança pode ser atribuída a dois fatores principais: qualidade do material genético, mais selecionado e adaptado à

região nos povoamentos mais jovens, melhor preparo de solo para o plantio e maior cuidado com a manutenção das florestas mais novas.

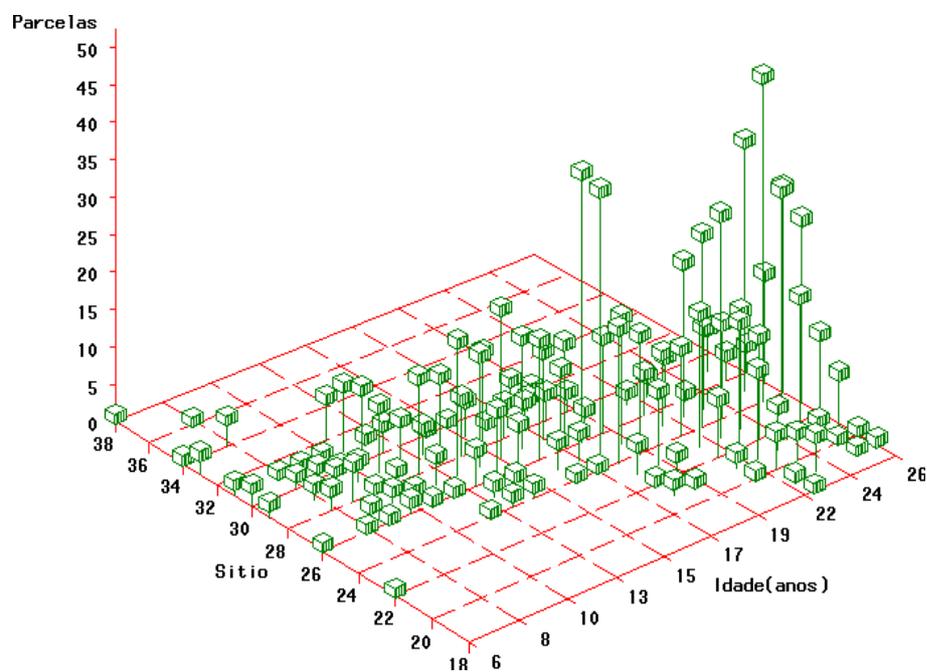


Figura 25- Número de parcelas do inventário por sítio e por idade.

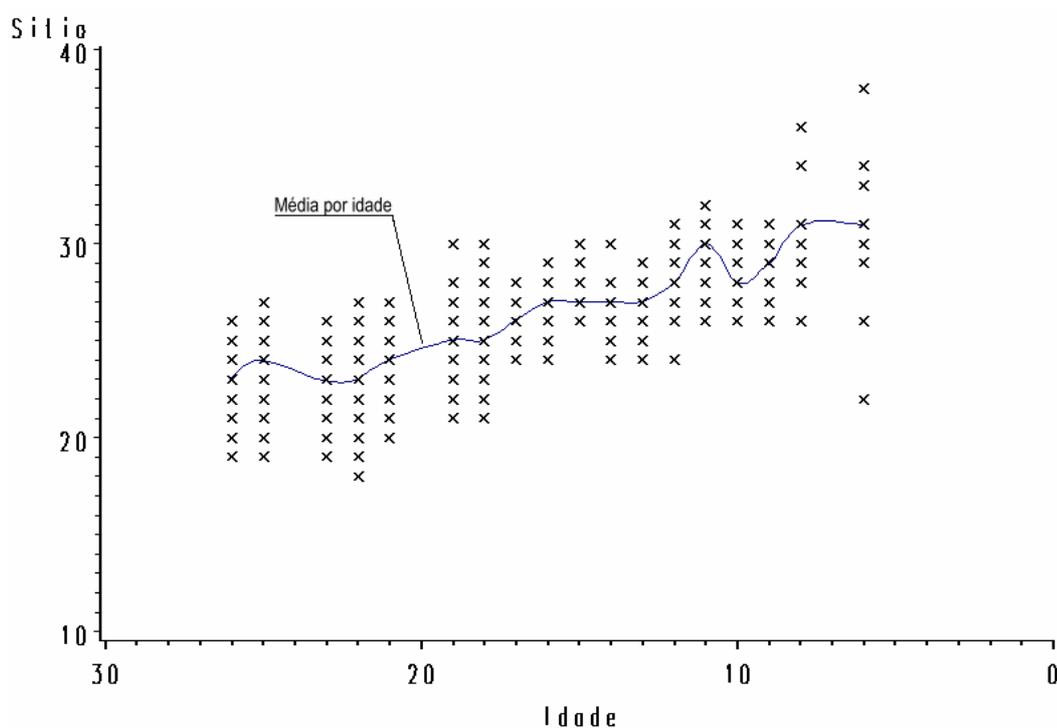


Figura 26- Índices de Sítio das parcelas amostrais por idade.

A tendência observada, de inclinação ascendente da curva de Índice de Sítios em relação às idades mais jovens, ainda se mantém, fazendo prever que ainda é

possível melhorar a produtividade dos povoamentos com tecnologia mais acurada principalmente no manejo das florestas, que se verificou permanecer ainda em baixo índice tecnológico, assim como pela continuidade do melhoramento genético e silvicultural. O regime hídrico é outro fator que pode ter influenciado na melhoria dos sítios em geral, com mais umidade nos meses mais quentes, mas a comprovação disso somente será possível com observações meteorológicas e de crescimento, coletadas por um período de mais longo, comparando-se povoamentos desde o plantio até próximo da idade de rotação.

#### 4.1.4 DIÂMETRO MÉDIO

Inicialmente foi calculado o diâmetro médio e desvio padrão por idade e por sítio com o procedimento PROC CAPABILITY do SAS System e depois foram modeladas equações para estimá-los. Os resultados da modelagem para diâmetro médio e seu coeficiente de variação foram as equações representadas com seus resíduos na Figura 27 e na Figura 28, respectivamente. A equação selecionada para estimar o diâmetro médio é descrita a seguir:

$$d = 5,0768 \cdot \ln(t^2) - 77,223 / t + 395E-8 \cdot S^4$$

Em que:  $d$  = diâmetro médio (cm);  $t$  = Idade (anos);  $S$  = Índice de Sítio (m);  $\ln$  = logaritmo natural;  $E$  = Expoente de 10.

A equação ajustada para estimar o Coeficiente de Variação do diâmetro médio ( $CV_d$ ) foi a seguinte:

$$CV_d = 214,85 / d - 68369 / d^5 - 633775 / S^4 + 1,0478 \cdot \ln(S) + 0,009 \cdot t^2$$

Em que:  $CV_d$  = Coeficiente de Variação do diâmetro médio (%);  $d$  = diâmetro médio (cm);  $t$  = Idade (anos);  $S$  = Índice de Sítio (m);  $\ln$  = logaritmo natural.

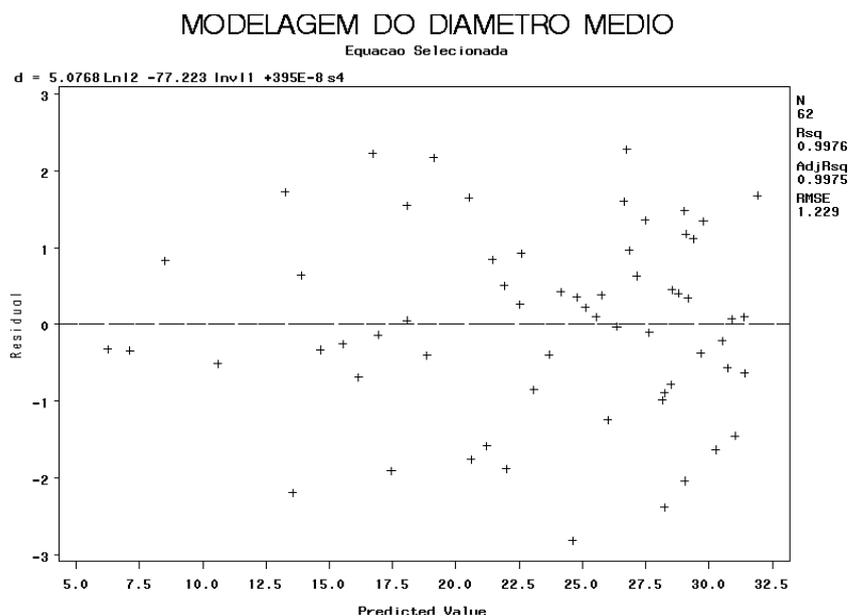


Figura 27- Equação modelada para estimar o diâmetro médio em função do sítio e da idade e os resíduos gerados pela mesma.

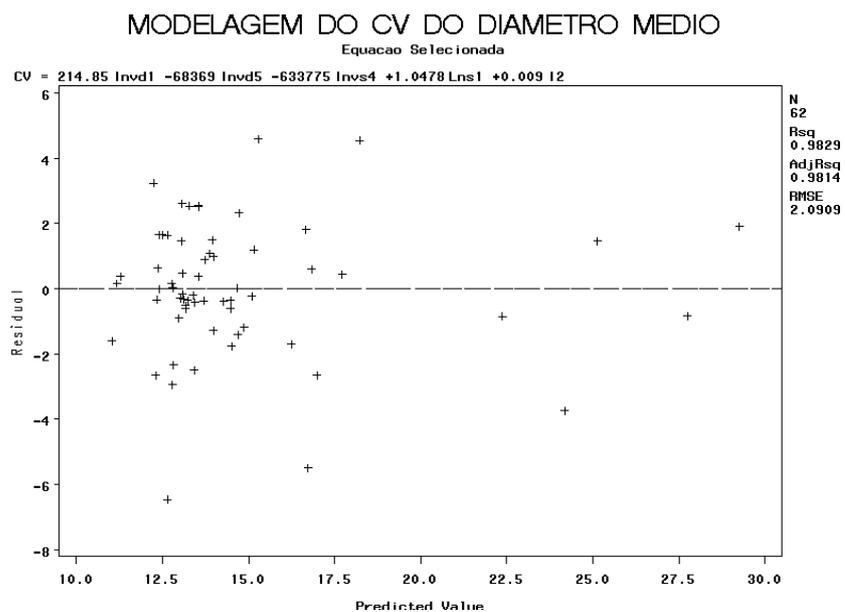


Figura 28- Equação modelada para estimar o Coeficiente de Variação do diâmetro médio em função do sítio e da idade e os resíduos gerados pela mesma.

Os parâmetros de locação e escala obtidos com o procedimento PROC CAPABILITY, respectivamente representados pelo diâmetro médio e seu desvio padrão, transformado em coeficiente de variação e os estimados pelas equações modeladas, são apresentados na Figura 29 e na Figura 30, respectivamente, onde se verifica a semelhança entre os valores observados e estimados e a tendência de aumento do diâmetro médio com a idade e com o Índice de Sítio.

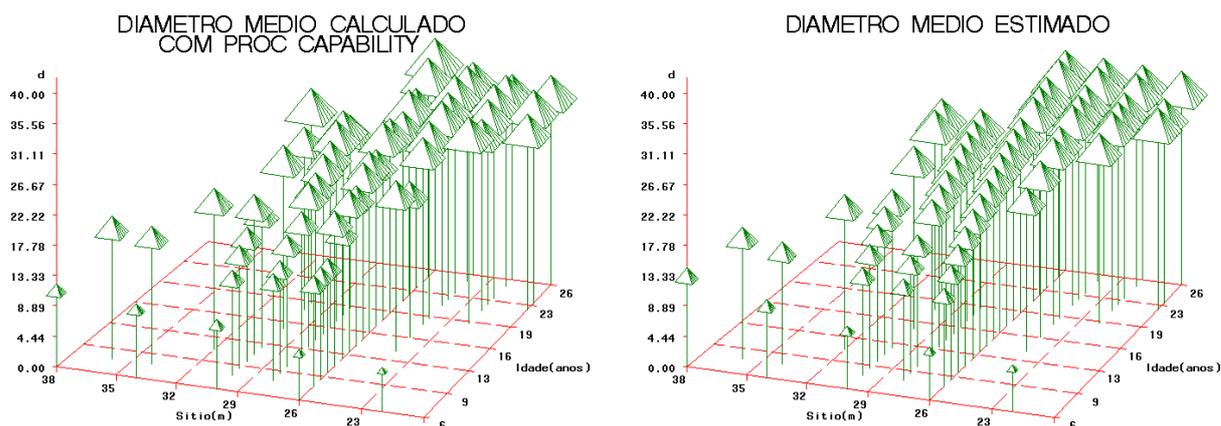


Figura 29- Diâmetros médios observados e estimados por sítio e por idade.

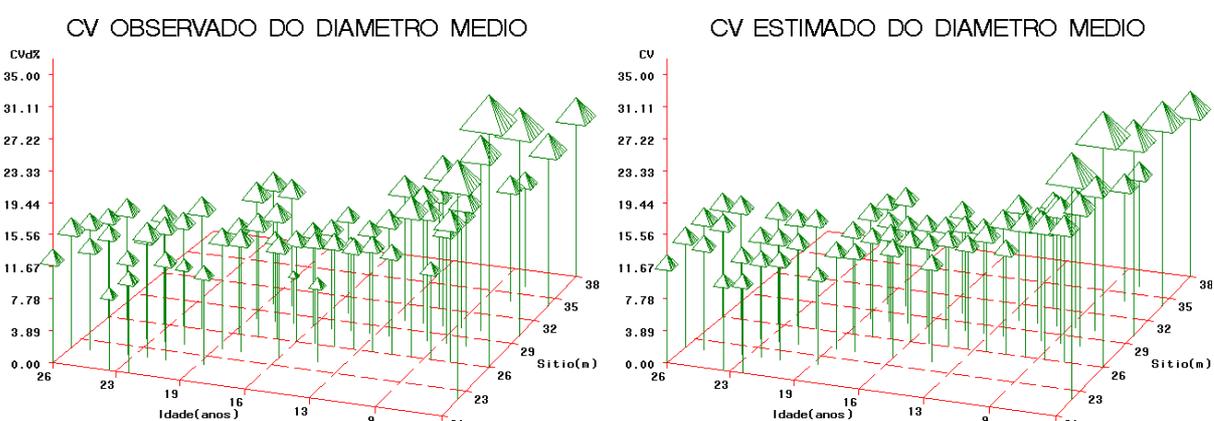


Figura 30- Coeficientes de Variação do diâmetro médio, observados e estimados por sítio e por idade.

#### 4.1.5 ALTURA MÉDIA

O procedimento para estimar a altura média por idade e por sítio e seu coeficiente de variação foram semelhantes aos usados para o diâmetro médio. Os resultados da modelagem foram as equações representadas com seus resíduos na Figura 31 para a altura e na Figura 32 para o coeficiente de variação, respectivamente.

A equação para estimar a altura média é descrita a seguir:

$$h = 0,1197 \cdot d - 0,0016 \cdot S^2 + 0,8634 \cdot h_{100}$$

Em que:  $h$  = altura média (m);  $d$  = diâmetro médio (cm);  $S$  = Índice de Sítio (m);  $h_{100}$  = altura dominante (m).

A equação ajustada para estimar o Coeficiente de Variação da altura média ( $CV_h$ ) foi a seguinte:

$$CV_h = 89,827 / h + 0,0569 \cdot S \cdot t - 1,1807 \cdot h$$

Em que:  $CV_h$  = Coeficiente de Variação da altura média (%);  $h$  = altura média (m);  $t$  = Idade (anos);  $S$  = Índice de Sítio (m).

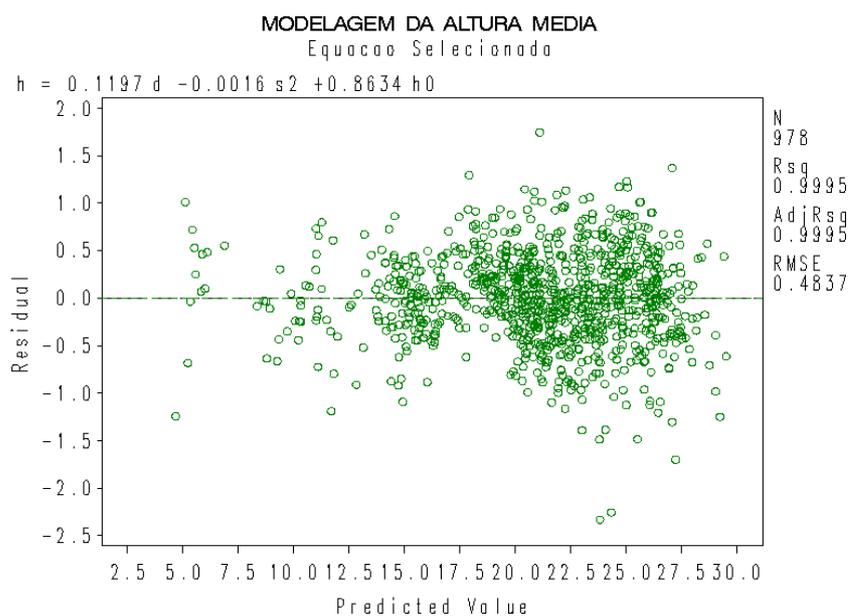


Figura 31- Equação modelada para estimar a altura média em função do diâmetro, do sítio e da altura dominante e os resíduos gerados pela mesma.

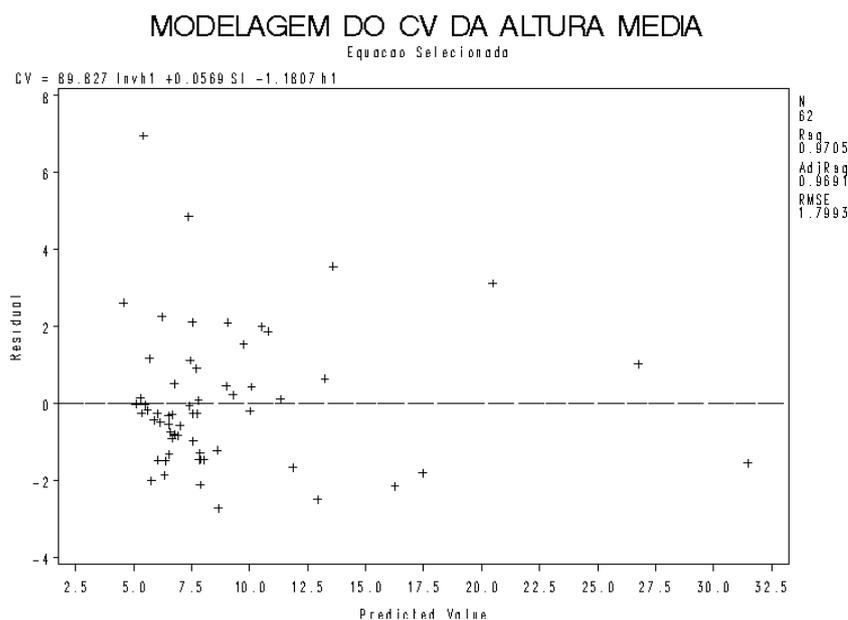


Figura 32- Equação modelada para estimar o Coeficiente de Variação da altura média em função do sítio e da idade e os resíduos gerados pela mesma.

As alturas médias e seus coeficientes de variação, obtidos com o procedimento PROC CAPABILITY (locação e escala) e os estimados pelas equações modeladas, são apresentados na Figura 33 e na Figura 34, respectivamente, onde se verifica a semelhança entre as observações e as estimativas e a tendência de aumento da altura com o Índice de Sítio e com a Idade.

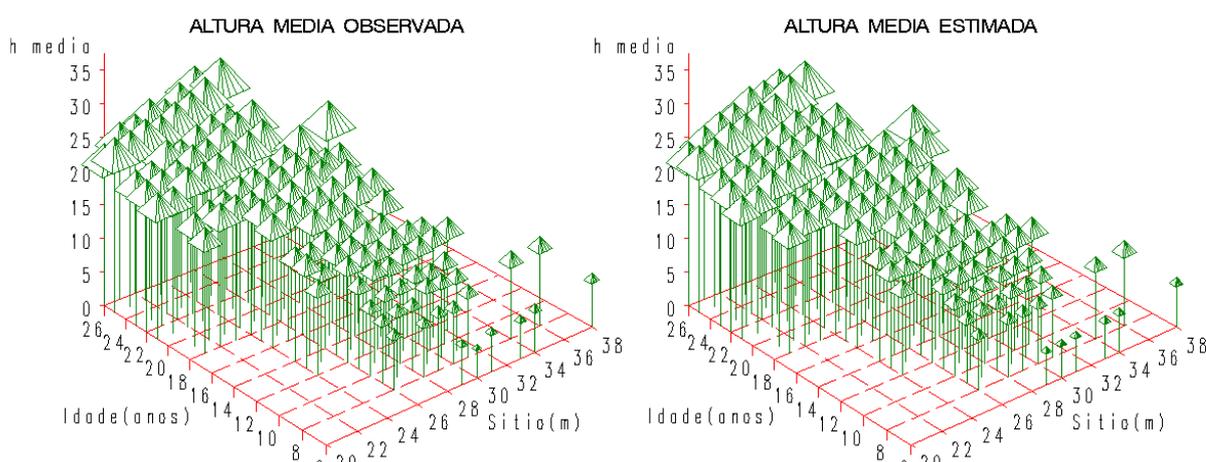


Figura 33- Alturas médias observadas e estimadas por sítio e por idade.

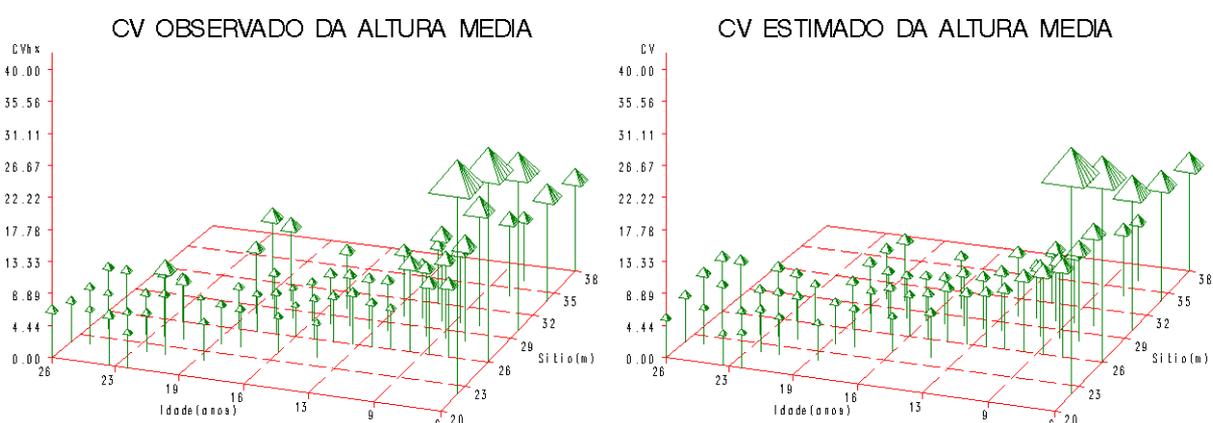


Figura 34- Coeficientes de Variação da altura média, observados e estimados por sítio e por idade.

#### 4.1.6 VOLUME INDIVIDUAL

Para os cálculos de volume foram utilizadas a equação de sortimentos para estimar os diâmetros das toras e a equação de Smalian para o volume das toras. Embora não tenha sido utilizada nos cálculos posteriores, foi ajustada uma equação para estimar o volume individual por árvore, com  $R^2$  de 99,99% e Coeficiente de Variação de 20,7%, como segue:

$$v = 0,00003224 \cdot d^2 \cdot h - 0,00010525 \cdot S - 0,00003258 \cdot t$$

Em que:  $v$  = volume individual da árvore ( $m^3$ );  $d$  = diâmetro da árvore a 1,3 m de altura (cm);  $t$  = Idade (anos);  $S$  = Índice de Sítio (m).

## 4.2 CUSTOS DA PRODUÇÃO DE MADEIRA

Os custos calculados por fase são resumidos na Tabela 37. Os valores encontrados são próximos a outros estudos relacionados em seções anteriores. Na implantação foram encontrados valores de US\$ 400,00 (cerca de R\$ 720,00 com dólar cotado a R\$ 1,80) até próximo de R\$ 3.000,00, mas esses extremos parecem fora da realidade. Valores entre R\$ 1.000,00 até R\$ 2.500,00 para a implantação de 1 hectare de florestas, dependendo da situação, parecem ser coerentes. Valores próximos aos que foram calculados neste estudo são: R\$ 2.000,00 em São Paulo (SILVA, 2005), R\$ 2.000,00 no Mato Grosso do Sul (JOVEM SUL NEWS, 2006), R\$ 2.103,19 (BOLETIM FLORESTAL, dez/2007) e R\$ 2.306,85 (BRDE, 2005).

Tabela 37 - Custos por fase na produção de madeira de *Pinus* na Serra do Sudeste, RS (2007).

Fase	Custo (R\$/ha)	Custo (R\$/m³)
Implantação - Ano 0	2.292,09	
Manutenção do 1º ano	363,98	
Manutenção do 2º ano	316,94	
Manutenção do 3º ano	265,18	
Manutenção geral	134,84	
1ª Desrama	356,36	
Manutenção 6	157,15	
2ª Desrama 2	346,25	
Manutenção 8	180,18	
3ª Desrama 3	402,63	
Manutenção pré-desbaste	140,96	
Manutenção pré-colheita	233,00	
Desbastes		20,54
Colheita		15,51

Os preços, rendimentos e incidência sobre a área total utilizados nos cálculos são discriminados no Apêndice B. O custo anual em Reais é encontrado multiplicando-se a incidência pelo rendimento e pelo preço das tabelas em apêndice.

### 4.3 REGIME DE MANEJO 1

As prognoses de produção foram realizadas em duas etapas. Na primeira, as tabelas foram construídas de acordo com o regime de manejo programado para os povoamentos amostrados. Na segunda etapa, escolheu-se o sítio que se acredita ser o que deverá estar próximo da média dos povoamentos que estão sendo plantados na atualidade. As Tabelas Dinâmicas de Produção são apresentadas no Apêndice A.

O regime de manejo, denominado de Regime de Manejo 1, usado nas estimativas da primeira etapa prevê o 1º desbaste aos 10 anos, 2º aos 14, 3º aos 18, o 4º aos 22 e o corte final aos 26 anos de idade.

#### 4.3.1 PRODUÇÃO NO REGIME DE MANEJO 1

A produção total acumulada por hectare no Regime de Manejo 1 variou de 528 m<sup>3</sup> no Sítio 22, até 1140 m<sup>3</sup> no Sítio 34, ou seja, mais do que o dobro um do outro. As produções previstas por sítio e por intervenção são apresentadas na Figura 35.

O Incremento médio anual ao final da rotação mostra que nos povoamentos com Índices de Sítio inferior a 26 a produtividade é baixa, inferior à média brasileira de 25 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> informada pelo Banco do Brasil (2005), ABRAF (2006) e SBS (2006). As prognoses para os povoamentos com Índices de Sítio 30 e acima, entretanto, ultrapassam a média de 32,3 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> obtida pela Klabin no Paraná de acordo com BERNETT (2006).

Assim, acredita-se que valores médios mais prováveis de se obter nas condições atuais na Serra do Sudeste estejam entre as produtividades dos Sítios 26 e 28, que ficam entre 25,8 e 29,8 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

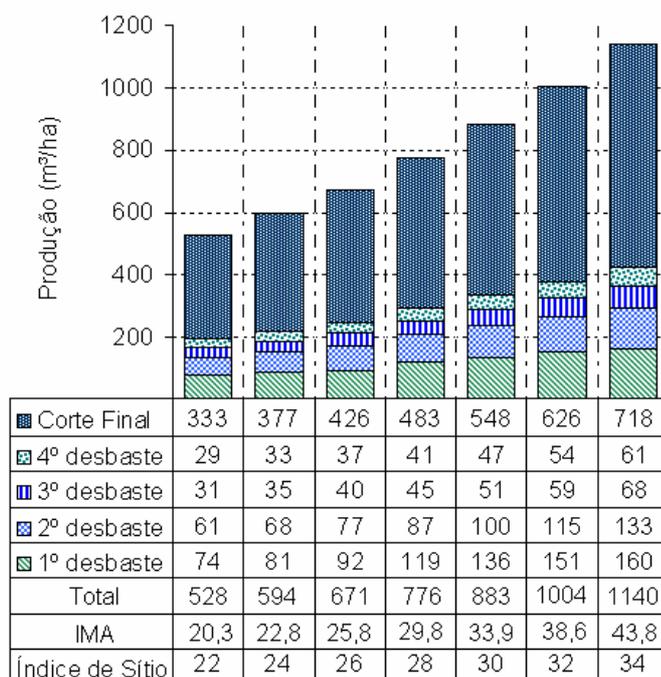


Figura 35- Produção por Índice de Sítio em cada intervenção nas idades de 10, 14, 18, 22 e 26 anos para povoamentos de *Pinus elliottii* na Serra do Sudeste, RS. Em que as unidades de medida usadas em cada linha de dados são: Corte Final, Desbastes e Total ( $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ); IMA ou incremento médio anual em volume ( $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ ); Índice de Sítio, ou altura dominante na idade de 22 anos (m).

#### 4.3.2 ESTIMATIVAS DE RECEITAS NO REGIME DE MANEJO 1

As receitas não atualizadas, previstas com a venda da madeira em pé, foram calculadas pelo produto do volume estimado a ser produzido em  $\text{m}^3$  multiplicado pelo valor em Reais por  $\text{m}^3$  de madeira de cada sortimento. Os sortimentos foram classificados de acordo com o diâmetro na ponta fina das toras ou toretes conforme os critérios a seguir:

- Toretos para processo - diâmetro entre  $\geq 7$  cm e  $< 12$  cm na ponta fina - R\$ 19,00/ $\text{m}^3$ ;
- Tora fina - diâmetro entre  $\geq 12$  cm e  $< 17$  cm na ponta fina - R\$ 25,35/ $\text{m}^3$ ;
- Tora média - diâmetro entre  $\geq 17$  cm e  $< 23$  cm na ponta fina - R\$ 29,00/ $\text{m}^3$ ;
- Tora grossa - diâmetro  $\geq 23$  cm na ponta fina - R\$ 44,00/ $\text{m}^3$ .

As receitas não atualizadas são apresentadas na Figura 36, por Índice de Sítio e por intervenção. As receitas totais ao final da rotação, por Índice de Sítio

foram: IS 22 (R\$ 15.742,00), IS 24 (R\$ 18.560,00), IS 26 (R\$ 21.302,00), IS 28 (R\$ 25.171,00), IS 30 (R\$ 29.488,00), IS 32 (R\$ 34.448,00) e IS 34 (R\$ 40.325,00).

As diferenças observadas entre as receitas, que no Sítio 22 foi de R\$ 15.742,00/ha e no Sítio 34, de R\$ 40.325,00/ha, são proporcionalmente maiores do que as encontradas na produção. Enquanto a receita do melhor Sítio é 156% maior do que a do pior Sítio, a produção apresenta uma diferença de 116% entre os dois; isso se deve ao fato de que nos melhores sítios a madeira é mais grossa e os sortimentos maiores tem melhor preço, acentuando a diferença.

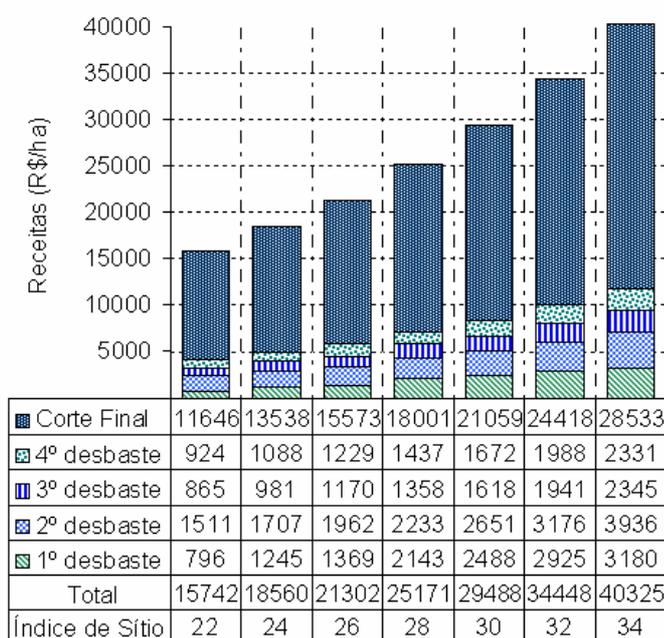


Figura 36- Receita prevista em R\$/ha por sítio por intervenção nas idades de 10, 14, 18, 22 e 26 anos para povoamentos de *Pinus elliotii* na Serra do Sudeste, RS, em outubro de 2007.

#### 4.3.3 ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA PRODUÇÃO DE PINUS NO REGIME DE MANEJO 1

O estudo do Valor Presente Líquido (VPL) resultou na constatação que o investimento em projetos de *Pinus* na região deixa de ser negativo somente a partir Índice de Sítio (IS) 26, conforme se observa na Figura 37. O IS 28 é o melhor encontrado nas florestas velhas, com mais de 20 anos, e fica pouco abaixo da média nas florestas novas, até os 15 anos de idade, servindo como um patamar básico

para análise. Como o valor do arrendamento foi incluído no cálculo, e o valor do VPL no IS 26 foi pequeno (R\$ 84,14), isso significa que em povoamentos com esse Índice de Sítio, a produção de madeira de *Pinus* tem rentabilidade um pouco maior do que o custo do arrendamento de terras, mesmo pagando juros de 6,75% a.a.

A partir do IS 28, com VPL de R\$ 1.147,17/ha, a atividade passa a ser interessante, remunerando mais do que o custo do arrendamento. Como a produtividade média dos povoamentos mais antigos é pequena, se as condições tivessem permanecido as mesmas, poderia se considerar pouco atrativo plantar *Pinus* na Serra do Sudeste. Porém, com material genético melhorado, os povoamentos jovens vêm demonstrando que, aplicando tratamentos silviculturais e manejo adequados, a produtividade aumenta de forma considerável, podendo chegar a níveis muito superiores aos obtidos com as florestas mais velhas, mudando o panorama, tornando as florestas de *Pinus* altamente lucrativas.

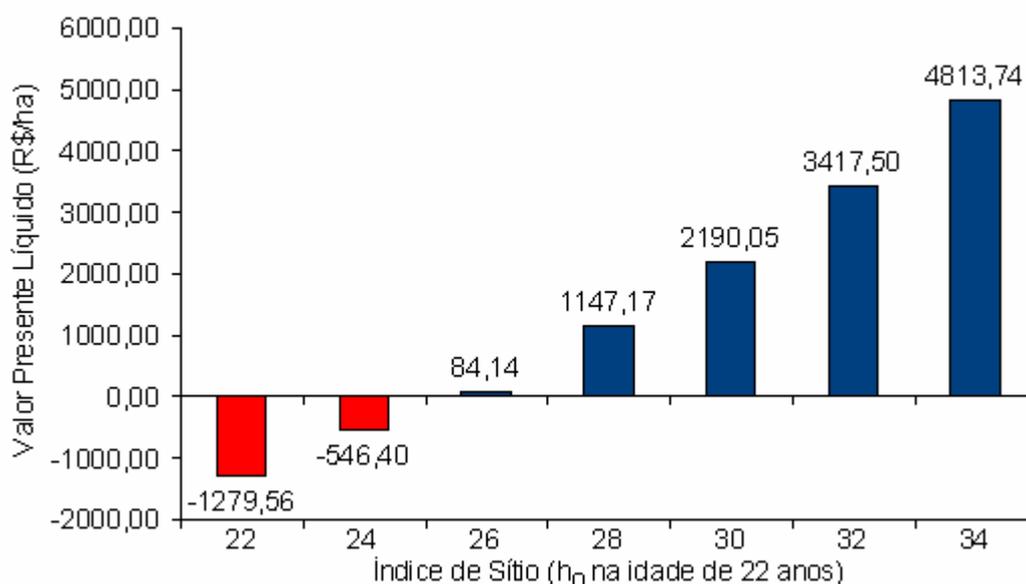


Figura 37- VPL da produção de madeira de *Pinus elliottii* na Serra do Sudeste, RS (2007).

A razão Benefício/Custo (Figura 38) ultrapassa a unidade nos povoamentos com IS 26, mostrando que somente começa a haver retorno dos investimentos nos povoamentos com produtividade acima desse patamar, ou seja, não há eficiência econômico-financeira abaixo do IS 26.

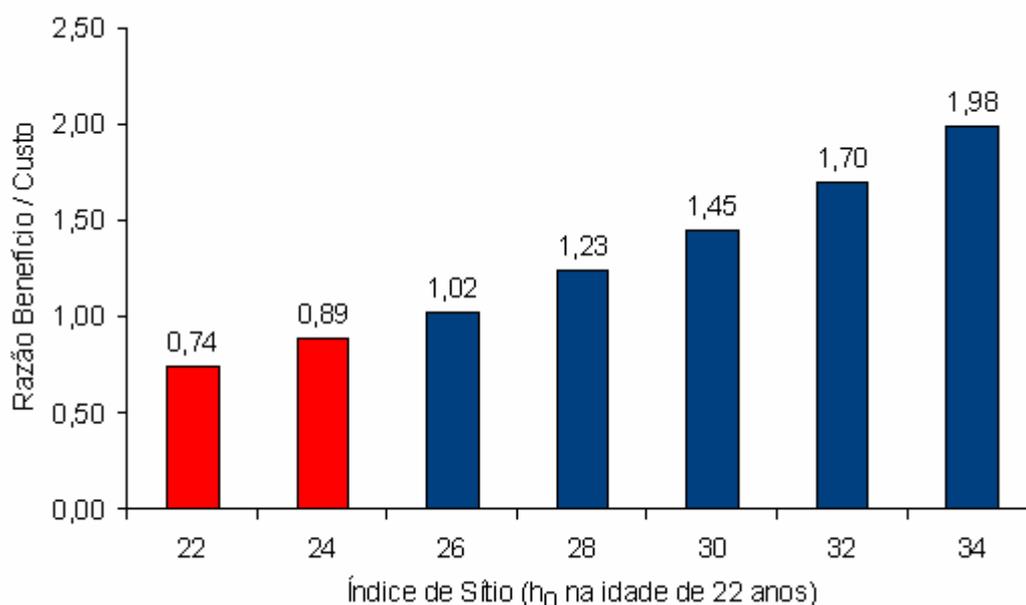


Figura 38- Razão Benefício/Custo da produção de madeira de *Pinus elliottii* na Serra do Sudeste, RS (2007).

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é apresentada na Figura 39, onde se observa uma variação de aproximadamente 4,9% no IS 22 até 11,4% no IS 34, verificando-se que somente a partir do IS 26 com uma TIR de 6,86% é possível remunerar os juros do PROPFLORA de 6,75%, sendo inviável o cultivo de *Pinus* em sítios piores.

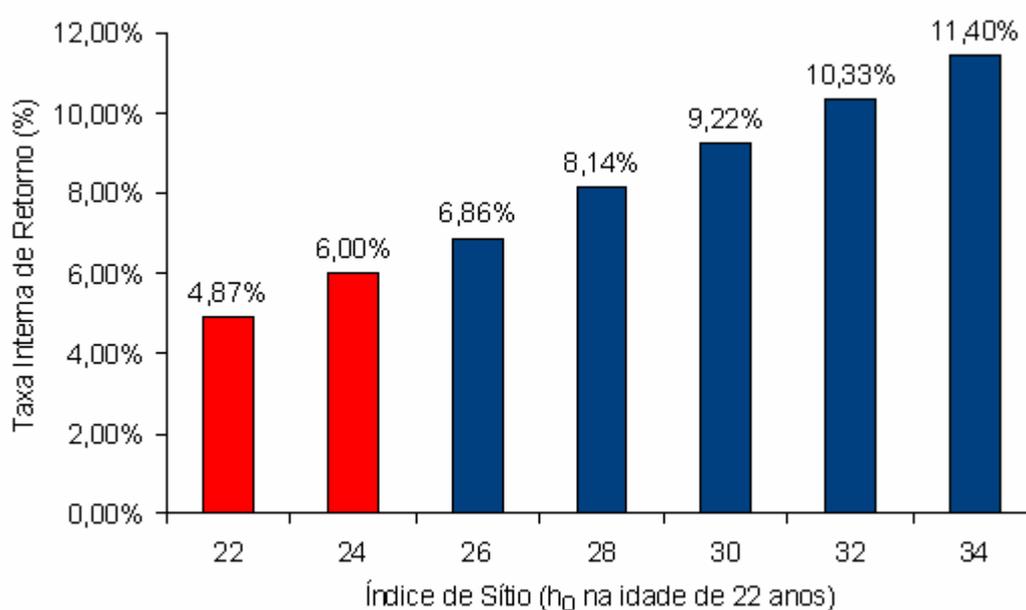


Figura 39- TIR da produção de madeira de *Pinus elliottii* na Serra do Sudeste, RS (2007).

A TIR mostra que somente há retorno financeiro na produção de madeira de *Pinus* nas condições estudadas se o Índice de Sítio for 28 ou melhor. Assim, o silvicultor deverá escolher bem o material genético a utilizar, usar todas as técnicas silviculturais de eficácia já comprovada, como o sulcamento a 60 cm de profundidade e a eliminação da matocompetição até que as árvores plantadas suplantem a concorrência das ervas daninhas, com o objetivo de garantir que os plantios alcançarão os melhores índices possíveis de qualidade de sítio.

O Valor Anual Equivalente (VAE) mostra-se negativo nos Índices de Sítio 22 e 24, comprovando a inviabilidade da cultura nas condições estudadas em sítios dessa qualidade (Figura 40). Esse indicador passa a ser atrativo somente a partir do Índice de Sítio 26, mas a remuneração anual do capital empregado ainda é ínfima (R\$ 6,95/ano). O Índice de Sítio 28, com um VAE de R\$ 94,78, é o primeiro que apresenta remuneração com alguma atratividade, semelhante ao mínimo valor do arrendamento de terras para pecuária na região, de 40 kg de boi vivo por hectare.

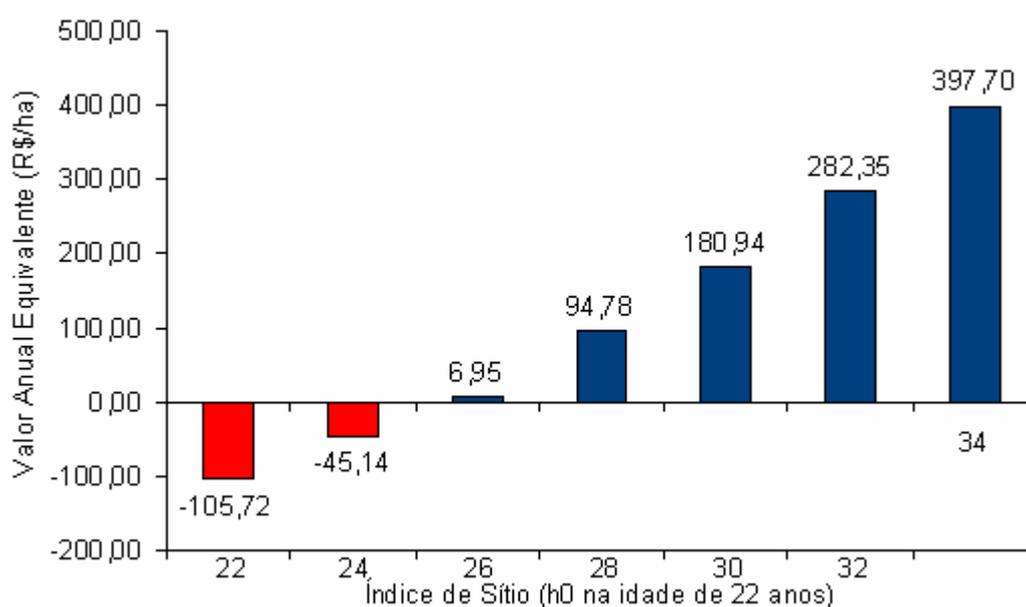


Figura 40- VAE da produção de madeira de *Pinus elliottii* na Serra do Sudeste, RS (2007).

Nos plantios com a produtividade do Índice de Sítio 30 e acima, a remuneração do capital já é melhor do que o maior arrendamento de terras para pecuária na região que chega a 50 kg de boi vivo, ou cerca de R\$ 120,00 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Assim, em projetos que precisam remunerar o capital para dar retorno financeiro aos

investidores, a aplicação nessa atividade só é vantajosa a partir desse Índice de Sítio, pois abaixo disso, seria preferível comprar terras e arrendar, sem ter qualquer tipo de trabalho e de risco.

Como se pode ver na Figura 41 e na Tabela 38, para o caso do Sítio 28 em que o VPL já se apresenta como atrativo, o VPL pode variar de R\$ -1.046,00 com juros de 10% até R\$ 17.935,00 com taxa de juros nula. A diferença no VPL, da taxa de juros de 0% para 6,75% a.a. (taxa do PROPFLORA), é de R\$ 16.788,00, ou seja, os juros representam 93,6% da receita após descontadas as despesas. O produtor, de seus 6,4%, ainda teria de separar uma parte para pagar os impostos que incidem sobre o faturamento e os lucros.

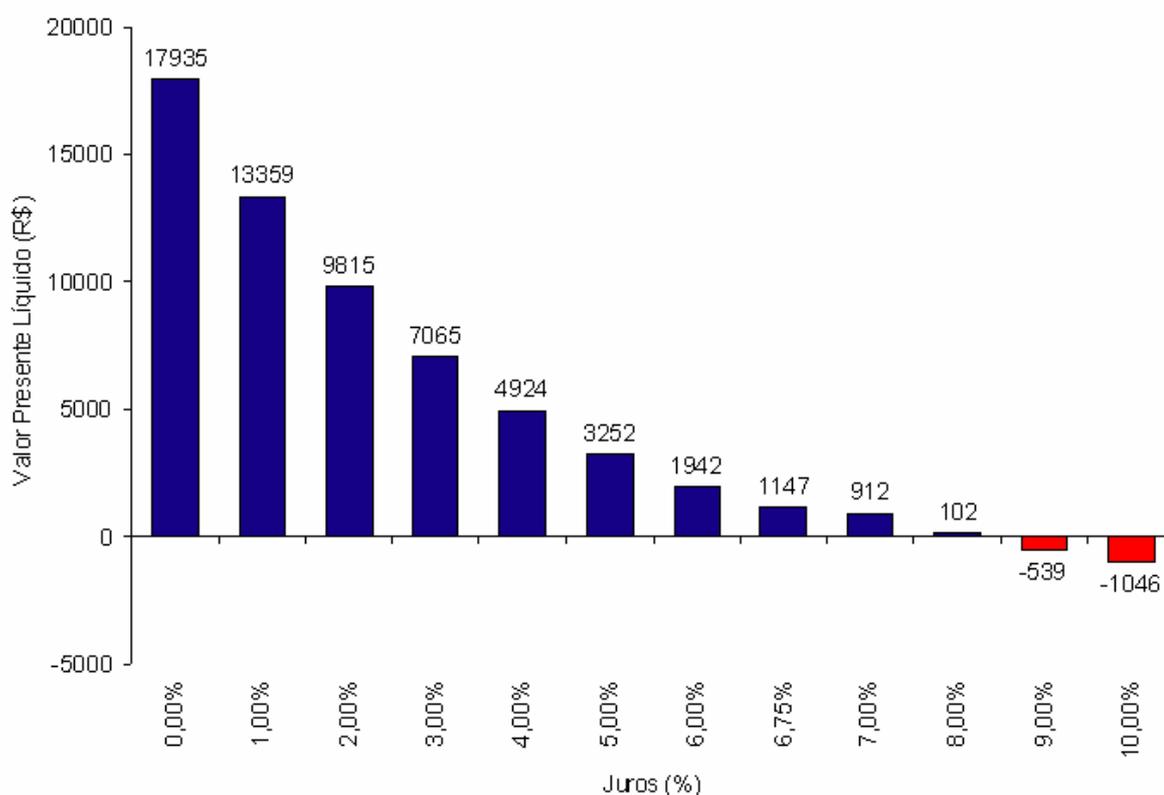


Figura 41- Variação do VPL no Sítio 28 com a variação da taxa de juros de 0 a 10%.

Em outras palavras, a taxa de juros de 6,75% do PROPFLORA é incompatível com o manejo para produção de madeira de grandes dimensões em rotações longas. Quando a taxa de juros é mantida entre 5% e 3% a.a. os resultados no Sítio 28 podem ser considerados entre razoável e bom, remunerando anualmente o produtor entre R\$ 226,21 e R\$ 395,22 por hectare cultivado.

Na Tabela 38 observa-se ainda algo interessante: uma taxa de juros de 6%

no Índice de Sítio 28 resulta em Valor Anual Equivalente de R\$ 149,33, maior que o valor do arrendamento anual, indicando que essa deveria ser a taxa de juros máxima a ser praticada para que o cultivo de *Pinus*, nas condições estudadas, seja suficientemente atrativo com a produtividades no mínimo igual a desse Índice de Sítio.

Tabela 38 - Efeito da taxa de juros sobre os indicadores econômicos no Sítio 28.

Índice	Taxa de Juros											
	0,00%	1,00%	2,00%	3,00%	4,00%	5,00%	6,00%	6,75%	7,00%	8,00%	9,00%	10,00%
VPL (R\$)	17935	13359	9815	7065	4924	3252	1942	1147	912	102	-539	-1046
VAE (R\$)	690,02	586,05	487,82	395,22	308,09	226,21	149,33	94,78	77,16	9,39	-54,29	-114,22
B/C	3,48	2,99	2,57	2,20	1,88	1,61	1,38	1,23	1,19	1,02	0,88	0,76

Como se vê, em povoamentos com o Índice de Sítio 28, juros compostos acima de 6% são inviáveis para projetos tão longos quanto a silvicultura de *Pinus elliottii* em alto fuste com o objetivo de produção de madeira para serraria. O financiamento do PROPFLORA é de até 12 anos, o que leva a crer que os responsáveis pelo programa têm consciência da incompatibilidade da taxa de juros para a produção de madeira em rotações longas. Cabe aos silvicultores tentar influenciar a mudança das políticas públicas para essa área, no sentido de criar programas de financiamento que possuam prazos e juros compatíveis.

Um importante tema de pesquisa para viabilizar a produção de madeira em rotações acima de 20 anos é o estudo da relação da qualidade do sítio com fatores ambientais, que possam ser identificados antes da compra das áreas a plantar, pois é um indicador que poderá servir para auxiliar na escolha de terras a cultivar com florestas.

#### 4.4 ANÁLISE DE REGIMES DE MANEJO

O Índice de Sítio 28 apresenta produtividade compatível com a região e é o primeiro com algum nível de atratividade financeira, tendo sido escolhido para a análise dos Regimes de Manejo (RM) alternativos, caracterizados na Tabela 39, com o objetivo de determinar a rotação de máximo VPL e comparar o manejo sem desbastes em rotação curta com os demais, em rotações mais longas.

Tabela 39 - Regimes de manejo estudados para produção de *Pinus elliottii* na Serra do Sudeste, RS.

Rotação (anos)	Regime de Manejo (RM)	Espaçamento inicial (m x m)	Nº de desbastes	Ciclo de corte (anos)	Idade do 1º desbaste (anos)
12	5	3 x 2	0	-	-
18	2	3 x 2	2	4	10
22	3	3 x 2	3	4	10
26	1	3 x 2	4	4	10
30	4	3 x 2	5	4	10

#### 4.4.1 PRODUÇÃO EM DIFERENTES REGIMES DE MANEJO

Apesar de se ter consciência de que desbastes sempre reduzem a produtividade, é surpreendente que uma rotação de 12 anos sem desbastes, como a do RM-5, resulte em maior produção total do que uma rotação de 18 anos com 2 desbastes, do RM-2, como se vê na Figura 42. A produtividade de  $42 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  do RM-5 é de longe a maior, sendo 41% superior à segunda melhor, representada pelo RM-1 com seus  $29,8 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  de IMA em rotação de 26 anos e 4 desbastes.

Os resultados mostram que é possível aumentar a produtividade mudando-se o espaçamento inicial, o número de desbastes e o intervalo de corte, mas os dados de que se dispõe atualmente não são suficientemente consistentes para especular a respeito. Fato esse, indicativo da necessidade de se estabelecer experimentos de campo com esses objetivos de forma a se ter segurança ao se prognosticar a produção em condições diferentes das aqui estudadas.

#### 4.4.2 RECEITAS EM DIFERENTES REGIMES DE MANEJO

As receitas, entretanto, não seguem o mesmo padrão das produções. Os sortimentos menores têm menor preço e a madeira produzida aos 12 anos tem menores dimensões que a madeira produzida aos 18, resultando numa receita total, ao final da rotação, inferior no RM-5 (R\$ 8.978,00) do que no RM-2 (R\$ 11.098,00) conforme a Figura 43. As receitas não atualizadas estimadas são diretamente

proporcionais ao número de anos da rotação atingindo um máximo de R\$ 29.242,00 no RM-4 com rotação de 30 anos e 5 desbastes.

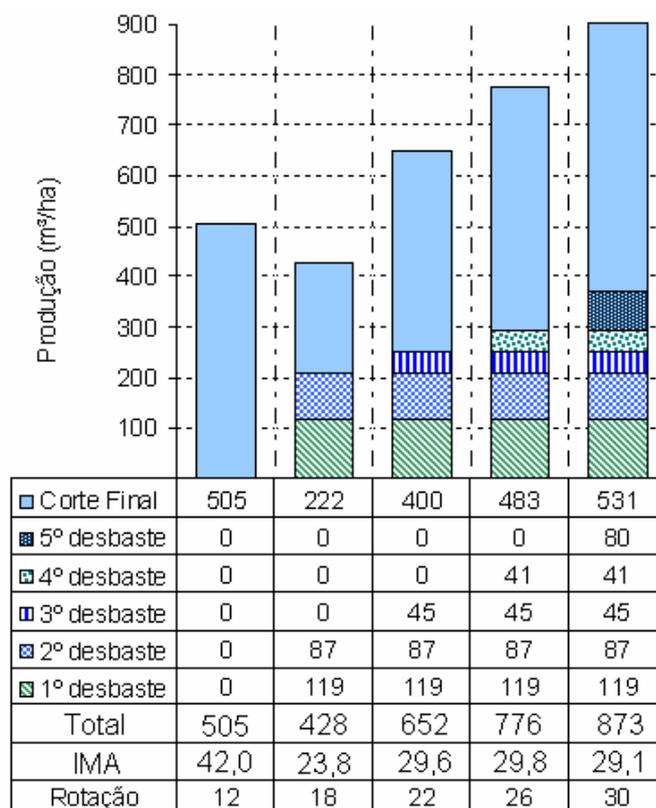


Figura 42- Produções prognosticadas por Regime de Manejo em rotações de 12, 18, 22, 26 e 30 anos, para povoamentos de *Pinus elliottii* na Serra do Sudeste, RS. Em que as unidades de medida usadas em cada linha de dados são: Corte Final, Desbastes e Total ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ); IMA ou incremento médio anual em volume ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ); Rotação (anos).

#### 4.4.3 ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA DOS REGIMES DE MANEJO

O estudo do Valor Presente Líquido (VPL) resultou na constatação de que o investimento em projetos de *Pinus elliottii* na região deixa de ser negativo somente a partir da rotação de 22 anos (RM-3), conforme se observa na Figura 44. Embora com maior produtividade, a rotação cheia, de 12 anos sem desbastes, tem resultado negativo quando se diminui os custos atualizados das receitas atualizadas, mas o pior resultado financeiro é do RM-2 com rotação de 18 anos. O melhor resultado é do RM-1 com rotação de 26 anos e 4 desbastes.

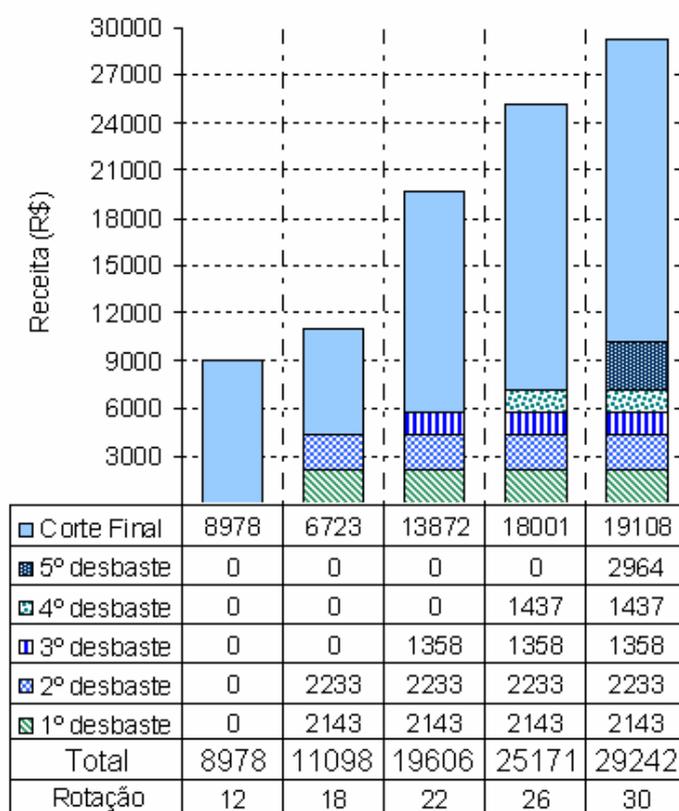


Figura 43- Receitas não atualizadas prognosticadas por Regime de Manejo em rotações de 12, 18, 22, 26 e 30 anos, para povoamentos de *Pinus elliottii* na Serra do Sudeste, RS. Em que as unidades de medida usadas em cada linha de dados são: Corte Final, Desbastes e Total (R\$); Rotação (anos).

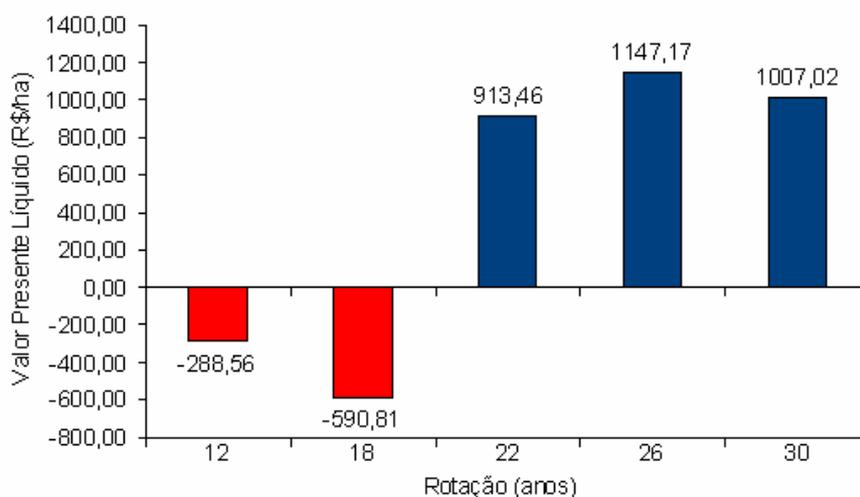


Figura 44- VPL de diferentes regimes de manejo com rotações de 12, 18, 22, 26 e 30 anos, para *Pinus elliottii* na Serra do Sudeste, RS.

A partir do RM-3 com rotação de 22 anos e 3 desbastes, a atividade passa a

ser interessante, remunerando o produtor em, no mínimo, R\$ 913,46/ha ao final da rotação.

Resta ainda fazer uma ressalva quanto aos resultados: embora o VPL na rotação de 30 anos tenha sido menor do que na de 26 anos, não se considerou a possibilidade de venda de madeira mais grossa para tornearia por ainda não existir mercado regional para esse tipo de produto. O preço da madeira para tornearia ultrapassa o valor de R\$ 80,00/m<sup>3</sup>, o que pode tornar a rotação de 26 anos a mais lucrativa no futuro.

A razão Benefício/Custo dos diferentes regimes de manejo ultrapassa a unidade nos povoamentos manejados com rotação de 22 anos, ou seja, somente existe retorno dos investimentos nos povoamentos manejados com rotação de 22 anos ou mais, nas condições estudadas, conforme os valores apresentados na Figura 45.

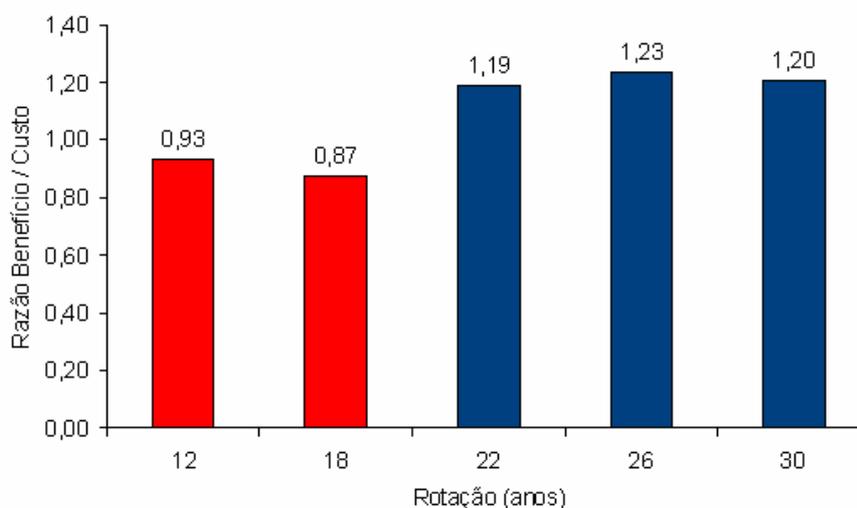


Figura 45 - Razão Benefício/Custo de diferentes regimes de manejo com rotações de 12, 18, 22, 26 e 30 anos, para *Pinus elliottii*, na Serra do Sudeste, RS.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é inferior à taxa de juros de 6,75% do PROPFLORA nas rotações de 12 e 18 anos, sendo inviável nessas condições (Figura 46). O melhor resultado foi do RM-1 com rotação de 26 anos e TIR de 8,14%, seguido de perto pelo RM-2 (8,05%) e pelo RM-3 (7,88%).

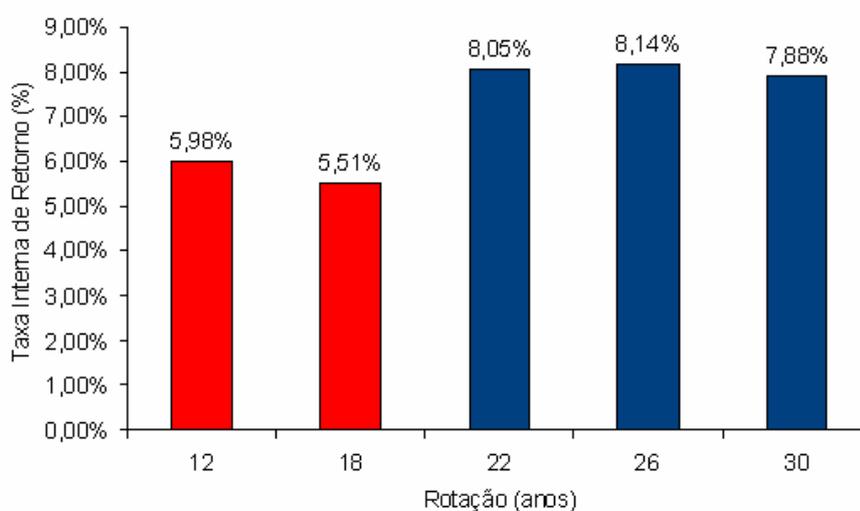


Figura 46 - TIR de diferentes regimes de manejo com rotações de 12, 18, 22, 26 e 30 anos, para *Pinus elliottii*, na Serra do Sudeste, RS.

O Valor Anual Equivalente (VAE) somente é atrativo nos regimes com rotação de 22, 26 e 30 anos, remunerando anualmente o produtor com um VAE por hectare de R\$ 80,88, R\$ 94,78 e R\$ 79,12, respectivamente (Figura 47). Em todos os regimes de manejo estudados para o Índice de Sítio 28, a remuneração do capital é inferior à obtida com o arrendamento de terras na região que é de cerca de R\$120,00/ha por ano. Assim, não existe atratividade financeira para a produção de *Pinus elliottii* em áreas com Índice de Sítio 28 ou inferior, nas condições aqui estudadas. Para reverter esse quadro, seria necessário reduzir os custos de produção e/ou a taxa de juros, ou, ainda, aumentar a produtividade e os preços dos produtos florestais, o que parece que irá ocorrer naturalmente com a formação de uma cadeia produtiva de base florestal na região.

#### 4.5 CENÁRIO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL REGIONAL

A construção de cenários sempre parte do que aconteceu em outras situações semelhantes, com as limitações do caso em estudo. As principais restrições existentes para o desenvolvimento de uma cadeia de base florestal, especificamente de madeira de *Pinus*, dizem respeito aos recursos ambientais, sociais, financeiros e tecnológicos.

Foram identificados pelo menos 92 mil hectares de área apropriada e

disponível para o plantio de *Pinus* na região, com pequeno e controlável impacto ambiental, muitas vezes até auxiliando na recuperação de áreas degradadas.

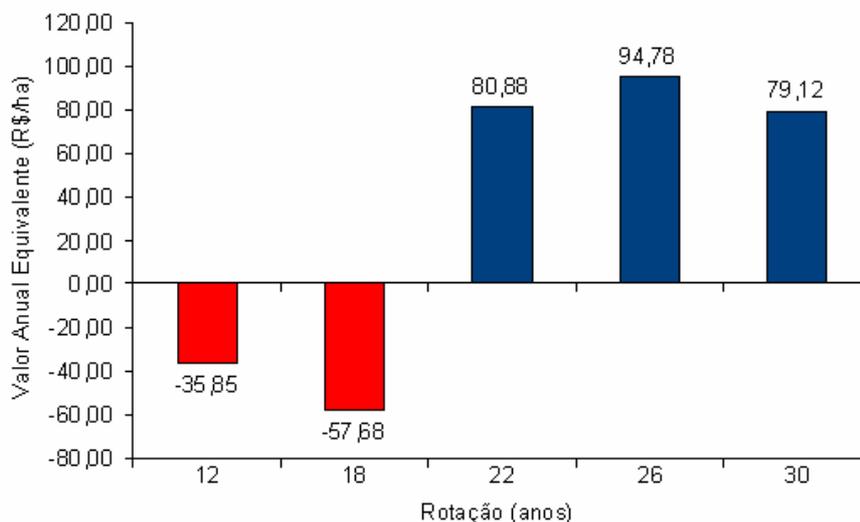


Figura 47 - VAE de diferentes regimes de manejo com rotações de 12, 18, 22, 26 e 30 anos, para *Pinus elliottii* na Serra do Sudeste, RS.

A sociedade regional tem sido receptiva ao plantio de espécies florestais e está apta a fornecer mão-de-obra, já existindo uma forte cultura rural e um princípio de cultura florestal, principalmente no Município de Encruzilhada do Sul.

Muitas empresas estão investindo com recursos próprios em florestas próprias além de incentivar até 20% das necessidades industriais através de programas de fomento. Existe ainda a possibilidade de financiamento com recursos do PROPFLORA para regimes de manejo de até 12 anos, além do PRONAF Florestal para pequenos produtores. Com a união desses recursos seria possível cultivar até mais do que a área identificada como disponível. Considerou-se a possibilidade de financiamento de curta rotação pelo PROPFLORA em sítios de boa a alta produtividade, com Índice de Sítio igual ou superior ao 28, de uma área de 30 mil hectares. Os outros 62 mil hectares, nesse cenário, seriam plantados com investimentos de empresas privadas atraídas por programas governamentais.

O Brasil detém alta tecnologia na silvicultura e manejo de florestas de *Pinus* e possui a tecnologia de diversos tipos de indústrias que utilizam a madeira desse gênero, como celulose, placas de fibras, serraria e laminação, aproveitamento de resíduos para energia, entre outras.

Já existe um parque industrial madeireiro, baseado em serrarias que usam a

madeira produzida pelas florestas regionais e indústrias de placas de fibras, que vem sondando a região para instalação de unidades.

Os 32 mil hectares de *Pinus* em rotação de 12 anos podem injetar cerca de R\$ 22,4 milhões anuais e os 62 mil hectares em rotação de 26 anos aumentariam R\$ 70,3 milhões na economia regional, num total de R\$ 92,8 milhões de incremento no Valor Adicionado Bruto da região, ou cerca de 10% do PIB somado dos Municípios de Cachoeira do Sul e de Encruzilhada do Sul, somente pela silvicultura, sem considerar o setor industrial que poderia acrescentar outros R\$ 370 milhões anuais.

Tabela 40 - Prognose de Valor Adicionado Bruto (VAB) pela produção de madeira de *Pinus* na economia regional, considerando o valor da madeira em pé.

<b>Regime de Manejo</b>	<b>Rotação (anos)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Produção (m<sup>3</sup>/rotação)</b>	<b>Receita (R\$/rotação)</b>	<b>VAB anual (R\$ milhões)</b>
5	12	30000	504,55	8977,75	22,4
1	26	62000	882,55	29487,59	70,3
-	-	92000	-	-	92,8

Nesse contexto, um cenário bastante plausível seria a ampliação do parque de serrarias e a instalação de uma indústria de placas de fibras de grande porte que venham a se complementar no consumo dos sortimentos de madeira produzidos.

Uma indústria de placas de fibras de madeira para consumir a produção de 62 mil hectares, tomando por base os dados desse tipo de indústria citados por Schneider et al. (2005), teria as seguintes características:

- Produção: 815 mil m<sup>3</sup> de chapas por ano.
- Faturamento: R\$ 250 milhões por ano.
- Consumo de água: 16,3 milhões de m<sup>3</sup> de água por ano.
- Consumo de energia: 408 mil mwh por ano.
- Consumo de químicos: 50 mil t de resina tanino-formaldeído anuais.
- Consumo de madeira: 1,55 milhões de m<sup>3</sup> anuais.
- Área de cultivo (25 m<sup>3</sup>/ha/ano): 62 mil hectares.
- Mão-de-obra florestal: 1.860 trabalhadores;
- Mão-de-obra industrial: 1.630 trabalhadores.
- Investimento: entre 75 e 100 milhões de Reais na planta industrial.

Estima-se que uma grande madeireira com objetivo de produzir madeira serrada, tendo por base uma área florestal de 30 mil hectares, considerando-se os dados desse tipo de industria, informados por Schneider et al. (2005), poderia apresentar as seguintes características:

- Produção: 300 mil m<sup>3</sup> por ano.
- Faturamento: R\$120 milhões por ano.
- Consumo de água: 30 mil m<sup>3</sup> de água por ano.
- Consumo de energia: 700 mwh por ano.
- Consumo de madeira: 750 mil m<sup>3</sup> por ano.
- Área de cultivo (25 m<sup>3</sup>/ha/ano): 30 mil hectares.
- Mão-de-obra florestal: 900 trabalhadores;
- Mão-de-obra industrial: 1500 trabalhadores.
- Investimento: 40 a 60 milhões de Reais na planta industrial.

Assim, haveria a criação de aproximadamente 5.890 empregos diretos e 9.400 indiretos, sendo 2.760 empregos diretos e 4.416 indiretos na área rural, contra os 1.731 empregos rurais que existiam em 2005 conforme o MTE (2005). E, se for considerada a média nacional da área florestal de 0,44 empregos diretos por hectare de área plantada, a cadeia produtiva da madeira que pode se formar ao longo do tempo, poderia gerar cerca de 40 mil empregos na região, distribuídos em serviços de plantio, manutenção e colheita dos povoamentos, transporte de madeira, nas indústrias florestais, oficinas de apoio, comércio de insumos e equipamentos para a silvicultura e no comércio e transporte de produtos florestais industrializados.

## 5 CONCLUSÕES

As médias do Índice de Sítio (IS) revelaram uma tendência de melhoria dos povoamentos mais jovens; o IS médio não passa de 27 nos povoamentos até 15 anos de idade, enquanto que naqueles com menor idade chega até 31. A tendência observada, de inclinação ascendente da curva de IS em relação à idade, ainda se mantém, fazendo prever que ainda é possível melhorar a produtividade dos povoamentos com tecnologia mais acurada principalmente no manejo das florestas que se verificou permanecerem ainda em baixo índice tecnológico, mas também pela continuidade do melhoramento genético e silvicultural.

Os custos de implantação dos povoamentos foram estimados em R\$ 2.292,09 e os de manutenção variaram entre R\$ 134,84 e R\$ 363,98 anuais, estando na faixa de custos de outros estudos encontrados na literatura.

As produções totais por hectare no regime de manejo atual (RM1) ficaram entre 528 m<sup>3</sup> no IS 22 e 1140 m<sup>3</sup> no IS 34, mas, acredita-se que valores médios mais prováveis de se obter nas condições atuais na Serra do Sudeste estejam entre as produtividades dos Índices de Sítios 26 e 28, que ficam entre 25,8 e 29,8 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

A partir do sítio 28, com VPL de R\$ 1.147,17, a produção de madeira de *Pinus* passa a ser interessante, sendo que o no IS 26, com uma TIR de 6,86%, já seria possível remunerar os juros do PROPFLORA de 6,75%. O IS 28 serviu como um balizador com um VAE de R\$ 94,78, sendo o primeiro que apresenta remuneração com alguma atratividade, semelhante ao valor mínimo do arrendamento de terras para pecuária na região, de 40 kg de boi vivo por hectare.

Em rotações longas, nas condições estudadas, os resultados econômico-financeiros encontrados, a taxa de juros de 6,75% do PROPFLORA foi considerada incompatível com o manejo para produção de madeira de grandes dimensões. Quando a taxa de juros é mantida entre 5% e 3%a.a. os resultados no Sítio 28 podem ser considerados entre razoáveis e bons, remunerando anualmente o produtor entre R\$ 226,00 e R\$ 395,00 por hectare cultivado.

A análise de diferentes regimes de manejo para o IS 28 mostrou que o maior Valor Presente Líquido é obtido com rotação de 26 anos e 4 desbastes em ciclo de 4

anos, iniciando-se os cortes aos 10 anos.

Um cenário bastante plausível do desenvolvimento florestal para a região seria a ampliação do parque de serrarias e a instalação de uma indústria de placas de fibras de grande porte que venham a se complementar no consumo dos sortimentos de madeira produzidos. Os 92 mil hectares identificados como passíveis de serem cultivados com *Pinus* na área estudada podem injetar cerca de R\$ 92,8 milhões como Valor Adicionado Bruto da silvicultura na região, sem considerar o setor industrial que pode chegar a R\$ 370 milhões anuais de faturamento. Nesse cenário, existe a expectativa de criação de mais de 15 mil empregos diretos e indiretos na cadeia produtiva da madeira na região.

A espécie *Pinus elliottii* tem apresentado bons resultados na região, tem bom incremento, sem motivo para preocupação regional quanto à invasão de áreas naturais, sendo positiva na recuperação dos solos da região, geralmente esgotados, melhorando e regulando o regime hídrico, trazendo mais renda e empregos do que o uso atual com a pecuária, diversificando a matriz produtiva rural, reduzindo os riscos do produtor e gerando a perspectiva de instalação de um grande parque industrial de base florestal que deverá impulsionar o desenvolvimento não só no aspecto econômico, mas principalmente na área social, gerando mais oportunidades de desenvolvimento cultural, influenciando a mudança nos indicadores de saúde e educação e melhorando o bem-estar da população.

A análise econômica foi realizada com bastante prudência, usando-se níveis de produtividade moderados, custos dentro de padrões que podem ser considerados entre médios e altos e preços comedidos dos produtos para o mercado de madeira atual. Mesmo com as restrições impostas na análise, os resultados encontrados para a atividade silvicultural são promissores, principalmente se for considerado que há uma forte tendência de aumento dos preços praticados pelo mercado regional e pela possibilidade de instalação de laminadoras de madeira para absorver os sortimentos de maior dimensão.

As análises econômicas efetuadas demonstram que as taxas de juros oficiais e os prazos de pagamentos praticados no Brasil ainda são incompatíveis com a silvicultura de longa rotação, que tem como objetivo a obtenção de madeira de grandes dimensões de maior valor agregado, o que demonstra a necessidade de estabelecer políticas públicas adequadas e específicas para esse tipo de empreendimento.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ABIMCI.** Site Institucional da Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente. Disponível em: <<http://www.abimci.com.br/>>. Acesso em: 29/07/2005.

**ABIMCI.** Dados Setoriais. Disponível em: <[http://www.abimci.com.br/dados\\_setoriais.html](http://www.abimci.com.br/dados_setoriais.html)>. Acesso em: 23/12/2007.

ACERBI JR., F. W. et al. Simulação e avaliação econômica de regimes de desbastes para *Pinus taeda* para obtenção de múltiplos produtos da madeira. **Cerne**, Lavras, v.5, n.1, p.081-102, 1999.

**ADOBE.** Photoshop 7. 2005. (programa de computador)

**AGÊNCIA ESTADO.** AGRICULTURA: Governo lança programa florestal para produção de madeira no Paraná - 22/05/2006 18:04:09. Disponível em: <<http://www.agenciadenoticias.pr.gov.br/modules/news/article.php?storyid=20875>>. Acesso em: 23/12/2007.

ANA. **Conjuntura de recursos hídricos - 2005.** Brasília, 2005.

**ARACRUZ.** Site institucional da Aracruz Celulose SA. Disponível em: <<http://www.aracruz.com.br>>. Acesso em: 20/07/2005.

ASSOCIAÇÃO DOS RESINADORES DO BRASIL – ARESB. **Estatísticas.** Disponível em:<<http://www.aresb.com.br/estatisticas/index.htm>>. Acesso em: 15/12/2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2006 – Ano Base 2005.** Brasília, 2006.

AZEVEDO, T. R. de. **Aplicação da Legislação Florestal no Brasil no contexto da promoção do Manejo Florestal.** Guararema, SP: Serviço Florestal Brasileiro, 2006. 31 p.

BANCO DO BRASIL. **Madeira 2006.** Brasília: 19/04/2006. 25 p.

\_\_\_\_\_. O agronegócio brasileiro: desempenho, mercados e potencialidades. **Revista de Política Agrícola**, a.13, n.4, p.4-9 out-dez/2004.

\_\_\_\_\_. Site institucional. Disponível em: <<http://www.bb.com.br>>. Acesso em: 20/07/2005.

BERNETT, L. G. **Manejo florestal.** [Telêmaco Borba]: Klabin Florestal-PR, 2006.

**BNDES.** Site Institucional. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/>>. Acesso em: 22/05/2005.

**BNDES.** Site Institucional. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/>>. Acesso em: 23/12/2007.

**BOLETIM FLORESTAL.** Custos do eucalipto destinado ao uso múltiplo. **Boletim Florestal**, s.l., a.1, n.6, p.2, dez/2007.

BRAND, M. A. et al. Balanço e rendimento energéticos de uma indústria integrada de base florestal. **Floresta e Ambiente**, 45 V. 9, n.1, p.45 - 53, jan-dez/2002.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988** (Constituição Federal, Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, Emendas Constitucionais de Revisão e Emendas Constitucionais). Brasília: Senado Federal, Secretaria-Geral da Mesa, 2001.

BRDE. **Cultivo da *Araucaria angustifolia***: análise de viabilidade econômico-financeira. Florianópolis: BRDE, 2005. 53 p.

\_\_\_\_\_. **Florestamento na Região Sul do Brasil - uma análise econômica.** [sl]: Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul - BRDE, Diretoria de Planejamento Superintendência de Planejamento, Departamento de Programas e Orçamento, 2003. 51 p.

BRITO, J. O. et al. **Estimativa de preço máximo de madeira para substituição de óleo combustível.** Piracicaba: IPEF, n.25, p.41-44, 1983.

BUENO, F da S. Minidicionário Silveira Bueno, 6 ed. .São Paulo: Lisa, 1992. 730 p.

BUSSAB, W. de O. **Análise de variância e de regressão.** São Paulo: Atual, 1986. 147 p.

CAIXA-RS. **Notícias: CAIXA-RS lança Programa de Financiamento Florestal.** Porto Alegre, 29/04/2004. Disponível em: <<http://www.caixa.rs.gov.br/>>. Acesso em: 14/05/2004.

\_\_\_\_\_. **Top de marketing - ADVB-RS/2006.** Porto Alegre, 2006. 19 p.

CARNEIRO, C. M. Considerações sobre o Desenvolvimento do Setor Florestal no Mundo. In: SEMINÁRIO – A QUESTÃO FLORESTAL E O DESENVOLVIMENTO, Rio de Janeiro, 8 e 9 de Julho de 2003. Rio de Janeiro: BNDES, 2003. 16 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo: EMBRAPA-CNPQ / Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640 p.

DIÁRIO POPULAR, **Editorial**, Pelotas, 24/04/2004.

DNIT. **Mapa Rodoviário do Rio Grande do Sul.** Brasília, 2002. 1f.

DOSSA, D. et al. **Aplicativo com análise de rentabilidade para sistemas de produção de florestas cultivadas e de grãos.** Colombo: Embrapa Florestas, Documentos 39, 2000. 56p.

eFloras. Disponível em: <[www.efloras.org/](http://www.efloras.org/)>. Acesso em: 23/12/2007.

EMBRAPA. **Sistemas de Produção: Cultivo do *Pinus***. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinus/CultivodoPinus/index.htm>>. Acesso em: 05/05/2007.

\_\_\_\_\_. Site institucional. Disponível em: <[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)>. Acesso em: 14/05/2007a.

EMBRAPA-SOLOS. **Mapa de solos do Brasil**. Disponível em: <[http://mapserver.cnps.embrapa.br/website/pub/Brasil\\_Solos/viewer.htm](http://mapserver.cnps.embrapa.br/website/pub/Brasil_Solos/viewer.htm)>. Acesso em: 29/11/2006.

**Encruzilhada do Sul**. Site oficial da Prefeitura Municipal. Disponível em: <<http://www.encruzilhadosul.rs.gov.br>>. Acesso em: jan.-ago./2007.

**EXPRESSIVA**. Site da revista. Disponível em: <<http://www.revistaexpressiva.com.br/>>. Acesso em: 31/07/2005.

FAO. **State of the World's Forests 2007**. Rome, 2007. 144p.

\_\_\_\_\_. **Statistical Yearbook - Country Profiles: Brazil**. s.l., 2006. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 05/05/2007.

FARO, C. **Elementos de Engenharia Econômica**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1979. 328 p.

FEE. **Resumo Estatístico RS: Municípios**. [Porto Alegre]: Fundação de Economia e Estatística - RS, 2007. Disponível em: <[http://www.fee.rs.gov.br/sitefee/pt/content/resumo/pg\\_municipios.php](http://www.fee.rs.gov.br/sitefee/pt/content/resumo/pg_municipios.php)>. Acesso em: 29/05/2007 a.

\_\_\_\_\_. Site institucional da Fundação de Economia e Estatística. Porto Alegre, 2005. Disponível em: <<http://www.fee.rs.gov.br/>>. Acesso em: 7/09/2005.

FERREIRA, J. P. da R. J. **Análise da cadeia produtiva e estrutura de custos do setor brasileiro de produtos resinosos**. 2001. 92 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

FERREIRA, M. **Escolha de espécies arbóreas para formação de maciços florestais**. Piracicaba: ESALQ/USP/DCF, 1990.

FERREIRA, T. C. et al. Rotação econômica de plantios de *Eucalyptus grandis* para a produção de celulose. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 222-241, jul-dez/2004.

FIESP/CIESP. **Manual de conservação e reuso de água para a indústria**. São Paulo: FIESP/CIESP, 2004.

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

FINGER, C. A. G. et al. Curvas de altura-diâmetro de acácia negra (*Acacia mearnsii* de Wild.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 387-391, 2000.

FLORIANO, E. P. **Germinação e dormência de sementes florestais**. Santa Rosa, ANORGS, 2004a. 19 p. (Caderno Didático n. 2)

\_\_\_\_\_. **Planejamento Ambiental**. Santa Rosa: ANORGS, Caderno Didático, n.6, 2004b. 54 p.

\_\_\_\_\_. **Planejamento operacional - Núcleo Florestal de Pedro Canário**. Pedro Canário: Bahia Sul Celulose, Relatório Interno, 1992.

\_\_\_\_\_. **Políticas de gestão ambiental**, 2ª ed. Santa Rosa: ANORGS, Caderno Didático, n.7, 2005. 104 p.

\_\_\_\_\_. **Proposta de metodologia para avaliação de impactos ambientais na produção brasileira de madeira de *Eucalyptus* para fabricação de celulose**. 2003. 120 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ, Santa Rosa, 2003.

FÓRUM MESOSSUL. Diretrizes estratégicas de desenvolvimento da região central. *In*: SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO E SUSTENTÁVEL DA REGIÃO CENTRAL. Fórum da Mesorregião Metade Sul, Cachoeira do Sul, 05 de julho de 2002. [Pelotas]: Fórum Mesossul, 2002.

**Forest Stewardship Council - FSC**. Site institucional no Brasil. Disponível em: <<http://www.fsc.org.br>>. Acesso em: 10/08/2007.

FUNDAÇÃO ULISSES GUIMARÃES - FUG-RS. **Gestão da agricultura e pecuária no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fundação Ulysses Guimarães-RS, 2004. 58 p.

GNU. **GIMP**: GNU manipulation program. Disponível em: <<http://www.gimp.org>>. Acesso em: 05/12/2007.

HOPPE, J. M. et al. **Avaliação da mato-competição em plantio com mudas de *Acacia mearnsii* De Wild**. [s.l.]: SETA, [2003].

IBGE. **Atlas das representações literárias de regiões brasileiras: Brasil Meridional**, Rio de Janeiro, v.1., 2006. 88 p.

\_\_\_\_\_. **Censo Agropecuário 1996**. Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. **Comentários**, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, [Rio de Janeiro], março de 2005b. 17p.

\_\_\_\_\_. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Dimensão ambiental - Terra**. Rio de Janeiro, 2004. 72p.

\_\_\_\_\_. **Indicadores IBGE: Estatística da Produção Agrícola**. [Rio de Janeiro]: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, março de 2007a. 23p.

\_\_\_\_\_. **Mapa da fauna ameaçada de extinção: mamíferos, répteis e anfíbios - 2006**. [Rio de Janeiro], 2006.

\_\_\_\_\_. **Mapa exploratório de solos do Rio Grande do Sul.** Rio de Janeiro, 2002. Mapa em escala: 1/1000000.

\_\_\_\_\_. **Mapas Temáticos.** [Rio de Janeiro]: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2005a. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas\\_e\\_Mapas/Mapas\\_Tematicos/](ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas_e_Mapas/Mapas_Tematicos/)>. Acesso em: 30/04/2005.

\_\_\_\_\_. **Perfil dos Municípios Brasileiros - Gestão Pública 2005.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/munic2005/index.php>>. Acesso em: 10/04/2007 b.

\_\_\_\_\_. Site institucional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 7/07/2007.

IMAFLORES/SMARTWOOD. **Resumo Público de Certificação de Klabin S/A - Atualizado em 2005** (Certificado no: SW-FM/COC-NTFP038). Telêmaco Borba, 2005. 65 p.

\_\_\_\_\_. **Resumo Público de Certificação FSC Programa SmartWood de Suzano Bahia Sul Papel e Celulose SA** (Certificado: SW-FM/COC-1377). Mucuri, 2004. 50 p.

**INCRA.** Site institucional do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br>>. Acesso em: 29/07/2005.

**INFORMATIVO CEPEA,** Piracicaba, n.58, p.1, out/2006.

\_\_\_\_\_, Piracicaba, n.70, p.1, out/2007.

**INMET.** Site institucional do Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 2007.

**IP. Glossário International Paper.** [São Paulo]: [2005]. 74p.

IPEF/MCT. **Ciência e tecnologia no setor florestal brasileiro diagnóstico, prioridades e modelo de financiamento: Relatório Final.** Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002.

JOHNSTON, D. R.; GRAYSON, A. J.; BRADLEY, R. T. **Planeamento florestal.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1977. 798 p.

JOVEM SUL NEWS. **Agricultura: Eucalipto como opção agroflorestal na região.** Chapadão do Sul, MS, 11/02/2006 às 17:55:00 hs. Disponível em: <<http://www.jovemsulnews.com.br/user/index.php?id=15846>>. Acesso em: 23/12/2007.

LA TORRACA, S. M.; HAAG, H. P.; MIGLIORINI, A. J. Recrutamento e exportação de nutrientes por *Pinus elliotii* var. *elliotii* em um latossolo vermelho escuro na região de Agudos, SP. **IPEF,** Piracicaba, n.27, p.41-47, agosto/1984.

LEITE, N. B. Crescimento das cadeias produtivas expansão da base florestal. Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS. *In: A QUESTÃO FLORESTAL E O*

DESENVOLVIMENTO O SETOR FLORESTAL BRASILEIRO, Rio de Janeiro: BNDES, 08 de julho de 2003. **Anais...** Rio de Janeiro: BNDES, 2003.

LOPES, F. S.; WIPIESKI, C. J. **Termelétricas: uma nova oportunidade de negócios na indústria madeireira**. Curitiba: STCP, p.16-18, 2001. (inf. n.5)

MACHADO, S. do A.; URBANO, E.; CONCEIÇÃO, M. B. da; FIGUEIREDO FILHO, A.; FIGUEIREDO, D. J. de. Comparação de modelos de afilamento do tronco para diferentes idades e regimes de desbaste em plantações de *Pinus oocarpa* Schiede. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 48, p.41-64, jan.-jun./2004.

MEIRA, A. M.; BRITO, J. O.; RODRIGUEZ, L.C.E. Estudo de aspectos técnicos, econômicos e sociais da produção de carvão vegetal no Município de Bela Pedra, São Paulo, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.5, p.809-817, 2005.

MEYER, P. L. **Probabilidade**: aplicações à estatística, 2 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1983. 428 p.

**MMA**. Site institucional do Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 26/06/2006.

MOORHEAD, D. J.; DANGERFIELD, C. W. **Intensive forest management 2**. Tifton: The University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences and Warnell School of Forest Resources, 1998.

MORAES, M. A. F. D. de; NASSAR, A. M. **Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil**: impactos das zonas de livre comércio - Cadeia: Madeira e Móveis. Campinas: UNICAMP/MDIC/MCT/FINEP, 2002.

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

MÜLLER, I. **Forma de tronco e sortimentos de madeira para Eucalyptus grandis Hill ex Maiden., manejado em alto fuste, na Região Sudeste do Estado do Rio Grande do Sul**. 2004. 135 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, 2004.

**MTE**. Site institucional do Ministério do Trabalho. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/>>. Acesso em: 3/11/2007.

MTE. RAIS-2005: informações para o sistema público de emprego e renda; dados por Município (43.0300 e 43.0690). [Brasília]: 2005.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL - MI. **Ação conjunta definirá prioridades para o desenvolvimento da Metade Sul**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 03/07/2003. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/comunicacao/noticias/noticia.asp?id=181>>. Acesso em: 3/11/2007.

NAHUZ, M. A. R. Uso racional de produtos florestais. **Revista da Madeira**, Curitiba, v.11, n.60, out./2001.

NAJBERG, S.; PEREIRA, R. de O. Empregos gerados por aumento de produção de R\$ 10 milhões. Rio de Janeiro: **Sinopse Econômica**, n.133, BNDES, mar./2004. Disponível em: < <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/publicacoes/catalogo/sinopse.asp>>. Acesso em: 28/05/2005.

NATIONAL INVASIVE SPECIES COUNCIL - NISC. **Invasive Species Definition Clarification and Guidance White Paper**. [Washington], 2006. 11p.

NEVES, G. A. et al. **Análise econômico-financeira da exploração de *Pinus resinífero* em pequenos módulos rurais**. Monografia (Especialização em Agribusiness) Universidade de São Paulo - USP, Sorocaba, 2001. 48p.

NEWMAN, David H. **The Optimal Forest Rotation: A Discussion and Annotated Bibliography**. Asheville: United States Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, 1988. 47 p. (General Technical Report SE-48)

NIMER, E. Clima. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: 1990. p.151-187.

NYOKA, B. I. **Biosecurity in forestry: a case study on the status of invasive forest trees species in Southern Africa**. Forest Biosecurity Working Paper FBS/1E. Forestry Department. FAO, Rome, FAO 2003. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/005/AC846E/ac846e00.htm>>. Acesso em: 13/07/2007.

PAMPLONA; E. de O.; MONTEVECHI, J. A. B. **Engenharia econômica I**. Itajubá: UNIFEI/IEM, 1999.

PONCE, R. H.; FRANÇA, F. S. Plantações florestais, produtos e benefícios. **Florestar Estatístico**, São Paulo, Fundo Florestar, v.1, n. 5, p.2-11, 1993.

PROMESOS. **Programa de Desenvolvimento Integrado e Sustentável da Mesorregião Metade Sul**. Organizadores Flávio Miguel Schneider, Elisa Lübeck. Santa Maria: Pallotti, 2003. 158 p.

RESENDE, M. D. V. de et al. Parâmetros genéticos e interação genótipo x ambiente em teste de procedências e progênies de acácia-negra (*Acacia mearnsii*). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 24/25, p.55-65, Jan./Dez. 1992.

**REVISTA DA MADEIRA - REMADE**. Congresso destaca a importância do *Pinus*. Curitiba, v.16, n.100, nov./2006.

\_\_\_\_\_. Importância do eucalipto para a indústria de carvão vegetal. Curitiba, v.11, n.59, set./2001.

REZENDE, J. L. P. CURSO DE ANÁLISE ECONÔMICA DE PROJETOS FLORESTAIS. Santa Maria: UFSM, 2005.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa: UVF, 2001. 389 p.

ROSSI, R. **Setor florestal deve atrair US\$ 20 bilhões em investimentos**. Curitiba: ABIMCI, Clipping, 04/07/2005. Disponível em: <<http://www.abimci.com.br/>>. Acesso em: 22/07/2005.

SALOMON, M. J.; EDIN, O. **Análises de projetos**, 3. ed. Rio de Janeiro, 1967. 324p.

SANTOS, S. L. M. dos; MACHADO, C. C. Avaliação técnica e econômica da extração de madeira com forwarder em diferentes volumes por árvore e comprimentos de toras. **Madera y Bosques**, v.7, n.2, p.87-94, 2001.

SAS INSTITUTE. **The SAS System for Windows - release 8.02**. Cary: 2001.

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

SCHNEIDER, P. R. **Betriebswirtschaftliche und Ertragskundliche Grundlagen der Forsteinrichtung in Südbrasilien am Beispiel von *Pinus elliotii***. 1984, 192 f. Tese (Doutorado) Der Albert-Ludwigs-Uversität, Freiburg, 1984.

\_\_\_\_\_. **Análise de regressão aplicada à engenharia florestal**. Santa Maria: UFSM, CEPEF, 1998. 236 p.

\_\_\_\_\_. **Manejo Florestal**: planejamento da produção florestal. Santa Maria: UFSM, CCR, DCF, CEPEF, 2002. 492 p.

\_\_\_\_\_. **Rentabilidade em investimento florestal**. Santa Maria: FACOS-UFSM, 2006. 153 p.

SCHNEIDER, P. R. et al. **Plano estratégico de desenvolvimento florestal para a região central do Estado do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: UFSM/PPGEF, 2005. 138 p.

SCHNEIDER, P. R.; OESTEN, G. **Tabelas auxiliares para o manejo de *Pinus elliotii* e *Araucaria angustifolia* para a região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: CPEF/FATEC/UFSM, 1999. 118p.

SCHULTE, B. et al. **SouthPro - a computer program for managing uneven-aged loblolly pine stands**. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-112, 1998. 47p.

SCOLFORO, J. R. S. et al. Acuracidade de equações de afilamento para representar o perfil do fuste de *Pinus elliotii*. **Cerne**, Lavras, v.4, n.1, p.100-122, 1998.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO - SAA-RS. **Programas**: Programa Estadual de Reflorestamento. Porto Alegre, [s.d.]. Disponível em <[http://www.saa.rs.gov.br/portal/html/frameset\\_04.htm](http://www.saa.rs.gov.br/portal/html/frameset_04.htm)>. Acesso em: 3/11/2007.

SECRETARIA DA COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - SCP. **Atlas sócio econômico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2005a. Disponível em: <<http://www.spc.rs.gov.br/atlas/>>. Acesso em: 24/03/2004.

\_\_\_\_\_. **Rumos 2015 - Estudo de desenvolvimento regional e logística para o RS.** Porto Alegre, 2005b. Disponível em: <<http://www.spc.rs.gov.br/>>. Acesso em: 17/07/2005.

SECRETARIA DA AGRICULTURA – RS. **Plano Florestal Estadual.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura - Supervisão de Recursos Naturais Renováveis do Rio Grande do Sul, 1973.

SEDAI/RS. **Projeto do Centro Gestor de Inovação da Rede Moveleira da Mesorregião Metade Sul.** Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria do Desenvolvimento e dos Assuntos Internacionais - SEDA, 2003.

SEIXAS, F. **Novas tecnologias no transporte rodoviário de madeira.** Piracicaba: IPEF, 2003 (Divulgação).

**SEMA-RS.** Site institucional. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/index.htm>>. Acesso em: 22/04/2005.

SILVA, P. H. M. da. **Silvicultura e Manejo Florestal: A importância da adubação no plantio florestal.** Piracicaba: IPEF, 25/08/2005. Disponível em: <[http://www.ipef.br/silvicultura/importancia\\_adubacao.asp](http://www.ipef.br/silvicultura/importancia_adubacao.asp)>. Acesso em: 23/12/2007.

SIT, V. **Catalog of curves for curve fitting.** Victoria, Canada, B.C.: Ministry of Forests, Forest Science Research Branch, Biometrics information handbook series, ISSN 1183-9759-no.4, 1994. 110 p.

SOARES, T. S. et al. Avaliação econômica de plantações de eucalipto submetidas a desbaste. **Revista Árvore**, v.27, n.4, p.481-486, Viçosa, jul-ago/2003.

SECRETARIA DE PROGRAMAS REGIONAIS - SPR. 2003.

SOUZA, G.S. **Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear.** Brasília: EMBRAPA-SPI, 1998. 505p.

SPRI/MI. **Mesorregião da Metade Sul do Rio Grande do Sul.** [Brasília]: Ministério da Integração Nacional (MI), Secretaria de Programas Regionais Integrados (SPRI), [2002].

TOMÉ, M. **Modelação do crescimento e da produção de povoamentos florestais.** Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Engenharia Florestal, 2003. (Textos pedagógicos do GIMREF n.1)

TUOTO, M. Atração de investimentos diretos em negócios floresto-industriais, *in*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PRODUTOS DE MADEIRA SÓLIDA DE REFLORESTAMENTO, ABIMCI, 2º, Curitiba, 2004. **Anais...** Curitiba: ABIMCI, 2005.

UFSM/SEMA-RS. **Inventário florestal contínuo do Rio Grande do Sul.** Santa Maria: UFSM/SEMA-RS, 2001. Disponível em: <<http://coralx.ufsm.br/ifcrs/>>. Acesso em: 29/07/2005.

VALOR ECONÔMICO. Fabricante teme "apagão florestal". **Valor Econômico**, São Paulo, 19 de outubro de 2004.

\_\_\_\_\_. Plantio de florestas recebe R\$ 30 bi até 2012. **Valor Econômico**, São Paulo, 30 de abril de 2007.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p.

VOGEL, H. L. M. et al. Crescimento inicial de *Pinus taeda* L. relacionado a doses de N, P e K. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.2, p.199-206, 2005.

WYCOFF, W. R. et al. User's guide to the stand prognosis model.. Ogden, UT: Intermountain Forest and Range Experiment Station, FS-USDA, GTR. INT-133, 1982. 112 p.

WIKIPEDIA. The free encyclopedia. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/>>. Acesso em: 2007.

WILLIAMS, M. R. W. **Decision-making in forest management**, 2nd ed. Great Yarmouth: Research Studies Press/John Wiley & Sons, 1988.

WONNACOTT, T. H.; WONNACOTT, R. J. **Introdução à estatística**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1980. 589 p.

ZAGONEL, R. **Análise da densidade ótima de estradas de uso florestal em relevo plano de áreas com produção de *Pinus taeda***. 2005, 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, 2005.

## **APÊNDICES**













Tabela de produção dinâmica para Pinus Elliotti na Serra do Sudeste, RS.

d (cm)	h (cm)	g (mg)	q (mg)	v (mg)	Av (mg)	G (mg)	V (mg)	Rotação = 26 anos.			Regime de Manejo = 1							
								Av (mg)	G (mg)	V (mg)	Av (mg)	G (mg)	V (mg)					
14,9	11,3	0,0175	0,0789	115	2,01	9,1	0,87	3,91	0,21	1,31	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
16,3	12,3	0,0208	0,1012	196	4,08	19,8	1,76	8,54	0,37	1,10	7,08	0,00	0,00	0,00	1,45	9,35	0,00	0,00
17,6	13,2	0,0245	0,2007	284	6,96	57,1	2,30	9,26	0,99	3,99	19,61	0,00	0,00	0,00	3,32	32,49	1,31	5,27
20,9	14,2	0,0344	0,2007	324	11,03	64,3	2,43	12,41	1,05	5,34	21,30	0,00	0,00	0,00	7,06	28,15	0,00	0,00
20,4	15,2	0,0326	0,1963	284	9,26	55,8	1,83	4,22	0,79	1,82	12,12	0,00	0,00	0,00	2,40	16,02	0,00	0,00
21,7	16,2	0,0371	0,2423	196	7,26	47,5	1,46	4,98	0,63	2,09	4,36	0,00	0,00	0,00	4,13	27,02	0,83	2,76
23,1	17,2	0,0419	0,2922	115	4,81	33,6	0,96	4,88	0,41	0,42	4,85	0,00	0,00	0,00	6,41	19,13	0,54	0,56
20,9	14,2	0,0301	0,1901	151	45,42	287,2	10,32	37,32	166,45	73,08	0,00	0,00	0,00	860	27,93	163,48	5,88	21,24
20,6	15,2	0,0334	0,2175	65	2,18	14,2	0,26	0,61	1,22	8,90	3,25	0,00	0,00	45	1,49	9,70	0,17	0,42
22,2	17,7	0,0387	0,2780	112	4,20	31,0	0,80	0,79	1,93	15,63	12,15	0,00	0,00	76	2,94	21,13	0,34	0,54
23,8	19,2	0,0445	0,4702	162	7,20	76,1	1,05	0,63	2,38	17,80	54,26	0,00	0,00	110	4,90	51,87	0,71	0,43
26,6	20,8	0,0554	0,5195	182	10,10	94,7	1,22	2,05	4,10	14,00	57,48	15,88	0,00	124	6,88	64,55	0,83	1,40
27,0	22,3	0,0571	0,5195	162	9,25	84,1	1,08	1,82	3,64	12,43	51,03	14,10	0,00	110	6,30	57,31	0,74	1,24
28,6	23,9	0,0641	0,6244	112	7,15	69,6	0,84	0,96	2,27	8,46	36,16	20,96	0,00	76	4,87	47,46	0,57	0,65
30,2	25,4	0,0714	0,7423	65	4,87	48,6	0,55	0,41	1,18	4,81	21,91	19,73	0,00	46	4,67	33,12	0,37	0,28
26,6	20,8	0,0522	0,4865	860	44,87	418,4	5,49	7,26	16,72	82,03	236,23	70,68	1,75	586	32,07	266,14	3,74	4,95
25,8	20,8	0,0522	0,4865	860	44,87	418,4	5,49	7,26	16,72	82,03	236,23	70,68	1,75	586	32,07	266,14	3,74	4,95
23,8	20,0	0,0446	0,2557	45	1,99	11,4	0,16	0,26	0,68	4,73	5,67	0,00	0,00	36	1,59	9,10	0,13	0,21
25,7	22,2	0,0519	0,3269	76	3,95	24,8	0,32	0,51	1,06	6,04	16,91	0,00	0,00	61	3,15	19,83	0,26	0,41
27,6	24,5	0,0599	0,5449	110	6,60	60,1	0,64	0,26	2,92	6,48	26,48	23,33	0,00	88	5,27	47,97	0,51	0,21
30,3	26,8	0,0723	0,6133	124	8,98	76,2	0,75	0,35	1,18	6,28	29,46	35,21	0,00	99	7,17	60,82	0,60	0,28
31,4	29,0	0,0774	0,6133	110	8,54	67,7	0,66	0,31	1,05	8,24	26,15	31,25	0,00	88	6,82	53,99	0,53	0,24
33,3	31,3	0,0871	0,7377	76	6,62	58,1	0,51	0,26	0,80	3,40	17,40	33,71	0,00	61	5,28	44,74	0,41	0,21
35,2	33,6	0,0972	0,8776	45	4,34	39,2	0,33	0,19	0,51	2,12	8,26	27,74	0,00	36	4,34	31,24	0,27	0,15
30,3	26,8	0,0700	0,5723	966	41,02	335,5	3,36	2,14	6,09	40,29	130,32	151,24	0,00	486	33,81	267,71	2,70	1,71
25,6	22,9	0,0516	0,4823	36	1,84	17,2	0,21	0,12	1,24	4,19	11,40	0,00	0,00	32	1,65	15,39	0,19	0,11
27,9	26,0	0,0612	0,6503	61	3,71	39,4	0,43	0,47	1,08	6,91	24,84	5,71	0,00	54	3,33	35,36	0,39	0,42
30,2	29,1	0,0717	1,1301	88	6,31	100,3	0,89	0,82	1,76	6,68	31,13	59,01	0,00	79	5,66	89,90	0,80	0,73
33,2	32,2	0,0863	1,3799	99	8,56	136,8	1,10	0,50	1,48	11,26	29,22	93,26	0,00	89	7,67	122,67	0,99	0,45
34,8	35,4	0,0952	1,3799	88	8,38	121,5	0,98	0,44	1,32	10,00	25,94	82,81	0,00	79	7,51	108,91	0,88	0,40
37,1	36,5	0,1081	1,7051	61	6,56	103,4	0,77	0,63	1,27	4,75	12,60	83,41	0,00	54	5,88	92,72	0,69	0,56
35,4	41,6	0,1219	2,0615	36	4,34	74,1	0,51	0,22	0,69	2,42	7,12	63,25	0,00	32	4,34	66,43	0,45	0,20
33,2	32,2	0,0849	1,2672	488	39,70	592,8	4,89	3,20	8,75	46,22	142,25	387,47	0,00	419	36,04	531,39	4,39	2,87
26,5	24,8	0,0551	0,5559	32	1,73	17,7	0,21	0,38	0,67	3,72	12,77	0,00	0,00	0	-0,03	0,00	0,00	0,00
29,3	28,8	0,0674	0,7929	54	3,61	43,1	0,43	0,65	1,16	4,02	25,91	10,95	0,00	0	-0,05	0,00	0,00	0,00
32,1	32,9	0,0808	1,4923	79	6,29	117,8	0,91	0,29	2,81	6,40	22,68	84,70	0,00	0	-0,09	0,00	0,00	0,00
35,4	37,0	0,0964	1,8775	89	8,62	166,9	1,16	0,34	3,17	7,19	18,61	136,45	0,00	0	-0,13	0,00	0,00	0,00
37,7	41,0	0,1114	1,8775	79	8,67	148,2	1,03	0,30	2,82	6,38	16,52	121,13	0,00	0	-0,10	0,00	0,00	0,00
40,5	45,1	0,1266	2,3621	54	6,89	129,5	0,82	0,22	2,01	4,50	11,93	110,04	0,00	0	-0,10	0,00	0,00	0,00
43,3	49,2	0,1469	2,9689	32	4,62	94,8	0,55	0,14	1,23	2,71	7,29	82,84	0,00	0	4,62	0,00	0,00	0,00
35,4	37,0	0,0978	1,7123	419	40,43	718,0	5,09	2,32	13,86	34,92	115,71	546,12	0,00	419	36,33	718,02	5,09	2,32









## Apêndice B - Custos na produção de *Pinus*

### Custos de implantação de florestas de *Pinus* na Serra do Sudeste, RS (2007).

Operação	Centro de custo	Unidade	Incidência %	Rendimento por unidade	Preço R\$
Administração geral	8% dos custos operacionais	%aa	100	0.0800	2,011.20
Arrendamento	50 kg boi vivo / ha por ano	R\$	100	50.0000	2.40
Topografia	Serviços de topografia	ha	100	1.0000	9.00
Elaboração do projeto e orientação da implantação	Serviços de engenharia	ha	100	1.0000	40.00
Demarcação da rede viária, de áreas de preservação e reserva legal	Mão-de-obra	h	100	0.1500	12.56
Demarcação da rede viária, de áreas de preservação e reserva legal	Trator de pneu médio com sulcador	h	100	0.1000	65.00
Construção da rede viária	Trator de esteiras médio	h	100	1.6700	125.00
Limpeza de terreno	Pá-carregadeira	h	100	0.2000	85.00
Combate às formigas pré-plantio	Mão-de-obra	h	100	3.0000	4.38
Combate às formigas pré-plantio	Isca formicida	kg	100	5.0000	6.64
Herbicida pós-emergente	Glifosato (1/3 da área)	l	100	1.2000	13.20
Herbicida pós-emergente	Trator de pneus médio	h	100	1.5000	65.00
Roçada mecanizada na entrelinha	Trator de pneus leve	h	100	1.7000	45.00
Preparo de solo sulcamento	Trator de esteira D50	h	100	3.0000	110.00
Aquisição das mudas	Mudas	mil	100	1.6670	230.00
Transporte das mudas	Transporte	mil	100	1.6670	10.00
Plantio das mudas	Mão-de-obra	h	100	12.5000	4.38
Plantio das mudas	Trator de pneu leve	h	100	1.5000	38.00
Combate às formigas no plantio	Mão-de-obra	h	100	3.0000	4.38
Combate às formigas no plantio	Isca formicida	kg	100	3.0000	6.64
Herbicida pré-emergente	Produto (1/3 da área)	l	100	1.0000	115.98
Herbicida pré-emergente	Trator de pneus médio	h	100	1.5000	53.00
Aquisição das mudas replantio (5%)	Mudas	mil	100	0.0834	230.00
Transporte das mudas replantio	Transporte	mil	100	1.6670	10.00
Plantio das mudas replantio	Mão-de-obra	h	100	5.0000	4.38
Combate às formigas sistemático, repasse 1	Mão-de-obra	h	100	1.5000	4.38
Combate às formigas sistemático, repasse 1	Isca formicida	kg	100	2.0000	6.64
Coroamento	Mão-de-obra	ha	100	1.0000	143.26
Roçada mecanizada na entrelinha	Trator de pneus leve	h	70	1.7000	45.00
Combate às formigas sistemático, repasse 2	Mão-de-obra	h	100	1.5000	4.38
Combate às formigas sistemático, repasse 2	Isca formicida	kg	100	2.0000	6.64
Coroamento	Mão-de-obra	ha	80	1.0000	111.43
Roçada mecanizada na entrelinha	Trator de pneus leve	h	50	1.7000	45.00

**MANUTENÇÃO DO 1º ANO**

<b>Operação</b>	<b>Centro de custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Incidência %</b>	<b>Rendimento por unidade</b>	<b>Preço R\$</b>
Administração geral	8% dos custos operacionais	%aa	100	0.0800	225.90
Arrendamento	50 kg boi vivo / ha por ano	R\$	100	50.0000	2.40
Combate às formigas sistemático	Mão-de-obra	h	80	1.5000	4.38
Combate às formigas sistemático	Isca formicida	kg	80	2.0000	6.64
Coroamento	Mão-de-obra	ha	60	1.0000	143.26
Roçada mecanizada na entrelinha	Trator de pneus leve	h	30	1.7000	45.00
Monitoramento de ervas daninhas, pragas e doenças	Mão-de-obra	h	100	0.0500	12.56
Monitoramento de ervas daninhas, pragas e doenças	Motocicleta	h	100	0.0500	10.00
Combate às formigas sistemático	Mão-de-obra	h	70	1.5000	4.38
Combate às formigas sistemático	Isca formicida	kg	70	2.0000	6.64
Coroamento	Mão-de-obra	ha	40	1.0000	143.26
Roçada mecanizada na entrelinha	Trator de pneus leve	h	20	1.7000	45.00
Roçada mecanizada de aceiros	Trator de pneus leve	h	10	3.0000	45.00

**MANUTENÇÃO DO 2º ANO**

<b>Operação</b>	<b>Centro de custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Incidência %</b>	<b>Rendimento por unidade</b>	<b>Preço R\$</b>
Administração geral	8% dos custos operacionais	%aa	100	0.0800	182.35
Arrendamento	50 kg boi vivo / ha por ano	R\$	100	50.0000	2.40
Monitoramento de aceiros, ervas daninhas, pragas e doenças	Mão-de-obra	h	100	0.0500	12.56
Monitoramento de aceiros, ervas daninhas, pragas e doenças	Motocicleta	h	100	0.0500	10.00
Combate às formigas sistemático	Mão-de-obra	h	70	1.5000	4.38
Combate às formigas sistemático	Isca formicida	kg	70	2.0000	6.64
Coroamento	Mão-de-obra	ha	70	1.0000	143.26
Roçada mecanizada na entrelinha	Trator de pneus leve	h	70	1.7000	45.00
Roçada mecanizada de aceiros	Trator de pneus leve	h	10	3.0000	45.00

**MANUTENÇÃO DO 3º ANO**

<b>Operação</b>	<b>Centro de custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Incidência %</b>	<b>Rendimento por unidade</b>	<b>Preço R\$</b>
Administração geral	8% dos custos operacionais	%aa	100	0.0800	134.43
Arrendamento	50 kg boi vivo / ha por ano	R\$	100	50.0000	2.40
Monitoramento de ervas daninhas, pragas e doenças	Mão-de-obra	h	100	0.0500	12.56
Monitoramento de ervas daninhas, pragas e doenças	Motocicleta	h	100	0.0500	10.00
Combate às formigas sistemático	Mão-de-obra	h	50	1.5000	4.38
Combate às formigas sistemático	Isca formicida	kg	50	2.0000	6.64
Coroamento	Mão-de-obra	ha	50	1.0000	143.26
Roçada mecanizada na entrelinha	Trator de pneus leve	h	50	1.7000	45.00
Roçada mecanizada de aceiros	Trator de pneus leve	h	10	3.0000	45.00

**MANUTENÇÃO GERAL - ANOS 4, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24 e 25**

<b>Operação</b>	<b>Centro de custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Incidência %</b>	<b>Rendimento por unidade</b>	<b>Preço R\$</b>
Administração geral	8% dos custos operacionais	%aa	100	0.0800	13.74
Arrendamento	50 kg boi vivo / ha por ano	R\$	100	50.0000	2.40
Monitoramento de aceiros, pragas e doenças	Mão-de-obra	h	100	0.0020	12.56
Monitoramento de aceiros, pragas e doenças	Motocicleta	h	100	0.0020	10.00
Combate às formigas sistemático	Mão-de-obra	h	35	1.5000	4.38
Combate às formigas sistemático	Isca formicida	kg	35	2.0000	6.64
Roçada mecanizada de aceiros	Trator de pneus leve	h	5	3.0000	45.00

**1ª DESRAMA - 5º ANO**

<b>Operação</b>	<b>Centro de custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Incidência %</b>	<b>Rendimento por unidade</b>	<b>Preço R\$</b>
Administração geral	8% dos custos operacionais	%aa	100	0.0800	218.86
Arrendamento	50 kg boi vivo / ha por ano	R\$	100	50.0000	2.40
Monitoramento de aceiros, pragas e doenças	Mão-de-obra	h	100	0.0020	12.56
Monitoramento de aceiros, pragas e doenças	Motocicleta	h	100	0.0020	10.00
Combate às formigas sistemático	Mão-de-obra	h	35	1.5000	45.00
Combate às formigas sistemático	Isca formicida	kg	35	2.0000	6.64
Roçada mecanizada de aceiros	Trator de pneus leve	h	5	3.0000	45.00
Desrama até 2,5 m	Mão-de-obra	ha	100	1.0000	183.79

**MANUTENÇÃO DO 6º ANO**

<b>Operação</b>	<b>Centro de custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Incidência %</b>	<b>Rendimento por unidade</b>	<b>Preço R\$</b>
Administração geral	8% dos custos operacionais	%aa	100	0.0800	34.40
Arrendamento	50 kg boi vivo / ha por ano	R\$	100	50.0000	2.40
Monitoramento de aceiros, pragas e doenças	Mão-de-obra	h	100	0.0020	12.56
Monitoramento de aceiros, pragas e doenças	Motocicleta	h	100	0.0020	10.00
Combate às formigas sistemático	Mão-de-obra	h	35	1.5000	4.38
Combate às formigas sistemático	Isca formicida	kg	35	2.0000	6.64
Roçada mecanizada de aceiros	Trator de pneus leve	h	5	3.0000	45.00
Inventário florestal	Mão-de-obra operária	h	100	1.0000	4.38
Inventário florestal	Mão-de-obra técnica	ha	100	0.5000	12.56
Inventário florestal	Serviços de engenharia	ha	100	1.0000	10.00

**2ª DESRAMA - 7º ANO**

<b>Operação</b>	<b>Centro de custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Incidência %</b>	<b>Rendimento por unidade</b>	<b>Preço R\$</b>
Administração geral	8% dos custos operacionais	%aa	100	0.0800	209.49
Arrendamento	50 kg boi vivo / ha por ano	R\$	100	50.0000	2.40
Monitoramento de aceiros, pragas e doenças	Mão-de-obra	h	100	0.0020	12.56
Monitoramento de aceiros, pragas e doenças	Motocicleta	h	100	0.0020	10.00
Combate às formigas sistemático	Mão-de-obra	h	35	1.5000	4.38
Combate às formigas sistemático	Isca formicida	kg	35	2.0000	6.64
Roçada mecanizada de aceiros	Trator de pneus leve	h	5	3.0000	45.00
Desrama até 2,5 m	Mão-de-obra	ha	100	1.0000	195.75

**MANUTENÇÃO DO 8º ANO**

<b>Operação</b>	<b>Centro de custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Incidência %</b>	<b>Rendimento por unidade</b>	<b>Preço R\$</b>
Administração geral	8% dos custos operacionais	%aa	100	0.0800	55.72
Arrendamento	50 kg boi vivo / ha por ano	R\$	100	50.0000	2.40
Monitoramento de aceiros, pragas e doenças	Mão-de-obra	h	100	0.0020	12.56
Monitoramento de aceiros, pragas e doenças	Motocicleta	h	100	0.0020	10.00
Combate às formigas sistemático	Mão-de-obra	h	35	1.5000	45.00
Combate às formigas sistemático	Isca formicida	kg	35	2.0000	6.64
Roçada mecanizada de aceiros	Trator de pneus leve	h	5	3.0000	45.00
Inventário florestal	Mão-de-obra operária	h	100	1.0000	4.38
Inventário florestal	Mão-de-obra técnica	ha	100	0.5000	12.56
Inventário florestal	Serviços de engenharia	ha	100	1.0000	10.00

**3ª DESRAMA - 9º ANO**

Operação	Centro de custo	Unidade	Incidência %	Rendimento por unidade	Preço R\$
Administração geral	8% dos custos operacionais	%aa	100	0.0800	261.69
Arrendamento	50 kg boi vivo / ha por ano	R\$	100	50.0000	2.40
Monitoramento de aceiros, pragas e doenças	Mão-de-obra	h	100	0.0020	12.56
Monitoramento de aceiros, pragas e doenças	Motocicleta	h	100	0.0020	10.00
Combate às formigas sistemático	Mão-de-obra	h	35	1.5000	4.38
Combate às formigas sistemático	Isca formicida	kg	35	2.0000	6.64
Roçada mecanizada de aceiros	Trator de pneus leve	h	5	3.0000	45.00
Desrama até 2,5 m	Mão-de-obra	ha	100	1.0000	247.95

**MANUTENÇÃO PRÉ-DESBASTE - ANOS 10, 14, 18 E 22**

Operação	Centro de custo	Unidade	Incidência %	Rendimento por unidade	Preço R\$
Administração geral	8% dos custos operacionais	%aa	100	0.0800	19.40
Arrendamento	50 kg boi vivo / ha por ano	R\$	100	50.0000	2.40
Monitoramento de aceiros, pragas e doenças	Mão-de-obra	h	100	0.0020	12.56
Monitoramento de aceiros, pragas e doenças	Motocicleta	h	100	0.0020	10.00
Combate às formigas sistemático	Mão-de-obra	h	35	1.5000	4.38
Combate às formigas sistemático	Isca formicida	kg	35	2.0000	6.64
Manutenção de estradas e aceiros (5m x 50m/ha)	Motoniveladora	h	100	0.1500	80.00
Inventário florestal pré-corte (somente áreas a desbastar)	Mão-de-obra operária	h	1	1.0000	4.38
Inventário florestal pré-corte (somente áreas a desbastar)	Mão-de-obra técnica	ha	1	0.5000	12.56
Inventário florestal pré-corte (somente áreas a desbastar)	Serviços de engenharia	ha	1	1.0000	10.00
Inventário florestal pós-corte (somente áreas desbastadas)	Mão-de-obra operária	h	1	1.0000	4.38
Inventário florestal pós-corte (somente áreas desbastadas)	Mão-de-obra técnica	ha	1	0.5000	12.56
Inventário florestal pós-corte (somente áreas desbastadas)	Serviços de engenharia	ha	1	1.0000	10.00

**DESBASTES**

Operação	Centro de custo	Unidade	Incidência %	Rendimento por unidade	Preço R\$
Administração do desbaste	8% dos custos operacionais	%aa	100	0.0800	19.02
Desbaste	Corte, processo e embandeiramento	m³	100	1.0000	12.92
Baldeio	Carga, baldeio e descarga na pilha	m³	100	1.0000	2.79
Carregamento	Carregamento para transporte	m³	100	1.0000	3.30

**MANUTENÇÃO PRÉ-COLHEITA - 26º ANO**

<b>Operação</b>	<b>Centro de custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Incidência %</b>	<b>Rendimento por unidade</b>	<b>Preço R\$</b>
Administração geral	8% dos custos operacionais	%aa	100	0.0800	104.63
Arrendamento	50 kg boi vivo / ha por ano	R\$	100	50.0000	2.40
Roçada pré-corte mecanizada na entrelinha	Trator de pneus leve	h	20	1.7000	143.26
Combate às formigas pré-corte	Mão-de-obra	h	100	3.0000	4.38
Combate às formigas pré-corte	Isca formicida	kg	100	5.0000	6.64
Manutenção de estradas e aceiros (5m x 50m/ha)	Motoniveladora	h	80	0.1500	80.00

**COLHEITA**

<b>Operação</b>	<b>Centro de custo</b>	<b>Unidade</b>	<b>Incidência %</b>	<b>Rendimento por unidade</b>	<b>Preço R\$</b>
Administração da colheita	8% dos custos operacionais	%aa	100	0.0800	14.36
Inventário florestal (somente áreas a colher)	Mão-de-obra operária	h	0.35	1.0000	4.38
Inventário florestal (somente áreas a colher)	Mão-de-obra técnica	ha	0.35	0.5000	12.56
Inventário florestal (somente áreas a colher)	Serviços de engenharia	ha	0.35	1.0000	10.00
Corte raso	Corte, processo e embandeiramento	m <sup>3</sup>	100	1.0000	9.99
Baldeio	Carga, baldeio e descarga na pilha	m <sup>3</sup>	100	1.0000	2.69
Carregamento	Carregamento para transporte	m <sup>3</sup>	100	1.0000	1.61