

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**CRESCIMENTO JUVENIL DA REGENERAÇÃO ESPONTÂNEA DE *Pinus
elliottii* Eng. var. *elliottii* SOB NÍVEIS DE DESBASTE, NO LITORAL NORTE
DO RIO GRANDE DO SUL**

Frederico Daudt Flach
Engenheiro Agrônomo/UFRGS

Dissertação apresentada como um dos
requisitos à obtenção do Grau de
Mestre em Fitotecnia.
Área de Concentração Horticultura

Porto Alegre (RS), Brasil
Agosto de 2007

Aos meus pais Hubert (in memoriam)
e Ruth, pelo exemplo de vida.

AGRADECIMENTOS

A minha companheira Verônica Burger por todo apoio e compreensão durante os últimos 10 anos.

Aos professores Otto Carlos Koller e Paulo Sant'Anna pela orientação e amizade.

Ao meu irmão Daniel Daudt Flach pela ajuda na montagem do experimento e nas várias visitas de avaliação.

Aos amigos Juliano Mendes e Marcelo Maximiliano Danesi pela ajuda nos dias de campo.

Aos professores do departamento de Horticultura, Renar João Bender, Paulo Vitor Dutra de Souza e Sérgio Francisco Schwarz pelo apoio.

Aos professores Homero Bergamaschi, Ribas Antonio Vidal, João Ito Bergonci pela amizade.

Ao Prof. Aldo Merotto pelo apoio com a língua inglesa.

A Gilmar Schafer pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos colegas de Pós-Graduação pela amizade e companheirismo.

CRESCIMENTO JUVENIL DA REGENERAÇÃO ESPONTÂNEA DE *Pinus elliottii* Eng. var. *elliottii* SOB NÍVEIS DE DESBASTE, NO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL¹

Autor: Frederico Daudt Flach

Orientador: Otto Carlos Koller

Co-orientador: Paulo Sant'Anna e Castro

RESUMO

Após o corte raso de povoamentos adultos de *Pinus elliottii*, implantados em solos arenosos e mal drenados, na região do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, a grande quantidade de sementes ali depositadas durante anos, é responsável por uma regeneração vigorosa da espécie, que após desbaste, possibilita a formação de povoamento florestal comercial. No sistema de manejo atualmente praticado por empresas florestais, a regeneração segue sem qualquer intervenção durante 4 anos. Nesta idade, empiricamente, é executado um desbaste de mais de 70.000 árvores/ha, deixando somente 4.160 árvores/ha. Objetivando estudar o manejo da regeneração dessas florestas, realizou-se esta pesquisa, na qual, através de um delineamento estatístico em blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 6 repetições, foram testados os seguintes tratamentos: uma testemunha (sem desbaste de árvores) e três intensidades de desbaste, deixando 1.000, 2.000 e 3.000 árvores/ha. Após 5 épocas de avaliação da circunferência a altura do peito e da altura, realizadas ao longo de 12 meses, foi possível concluir que: 1) As intensidades de desbaste testadas não afetam o crescimento das árvores em altura, mas todas afetaram o crescimento da CAP; 2) A manutenção de 3.000 árvores/ha no primeiro desbaste, efetuado aos 4 anos de idade, permite antecipação do primeiro desbaste comercial. O manejo da regeneração do *Pinus elliottii* se mostrou economicamente viável, com redução de custos de 50% em relação ao plantio convencional com mudas, e se o primeiro desbaste for realizado antes dos 4 anos de idade, é provável que a resinagem possa ser iniciada antes dos 12 anos de idade das árvores.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, (56 p.) Agosto, 2007.

**JUVENILE GROWTH OF *Pinus elliottii* Eng. var. *elliottii* UNDER
NATURAL REGENERATION, UNDER THINNING LEVELS, AT
COASTLAND OF RIO GRANDE DO SUL.²**

Author: Frederico Daudt Flach

Adviser: Otto Carlos Koller

Co-adviser: Paulo Sant'Anna e Castro

ABSTRACT

Large amount of seeds released for years is present after logging *Pinus elliottii* trees in sand and poorly drained soils of coastland in the Rio Grande do Sul state. This seed bank result in a vigorous regeneration of plants providing the establishment of commercial plantations after thinning. The current management adopted by forestry companies in these areas was empirically determined. In this management more than 70.000 trees/ha are thinned at the age 4, and a second thinning at age 5 leaves 4160 trees/ha. The aim of this study was to evaluate alternative regeneration management techniques related to the effect of plant density on plant height and circumference at breast height (CBH) and in the estimated resin harvest. The treatments consisted of plant thinning in order to establish plant densities of 1.000, 2.000 and 3.000 trees/ha and a no thinned treatment check, with 6 replicates. After 5 evaluations conducted during 12 months, with 3 months interval between each evaluation, we concluded that: 1) Increasing plant density decreased CBH increment and did not affect plant height. 2) Plant thinning to maintain 3.000 trees/ha at age 4 can allow anticipation of the first commercial logging. Thinning of *Pinus elliottii* regeneration areas appears to be economically viable, decreasing cost in 50% in comparison with seedling transplant method. In addition, if first thinning management occurs before age 4, resin harvest may be doable before trees reach age 12.

² Master Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil, (56 p.) August, 2007.

SUMÁRIO

Página

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 Origem do <i>Pinus elliottii</i>	5
2.2 O método de regeneração	6
2.3 Efeitos da densidade sobre o crescimento das árvores	8
2.4 Efeitos do desbaste sobre o crescimento das árvores	11
2.5 Outros fatores que afetam o crescimento da CAP e da altura (h)	16
2.6 Outros fatores que influenciam regimes de desbaste.	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Caracterização da área	19
3.2 Instalação do experimento	19
3.3 Coleta de dados	22
3.4 Avaliação dos resultados	23
3.5 Análise de custos e receitas	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Circunferência à altura do peito (CAP)	30
4.2 Altura das árvores	31
4.3 Área seccional e basal	33
4.3.1 Área Seccional	33
4.3.2 Área basal	35
4.4 Volume de madeira por hectare	37
4.5 Taxa de crescimento da circunferência à altura do peito	40
4.6 Taxa crescimento em altura	42
4.7 Custos e receitas	43
4.8 Estimativas de produção nas densidades testadas	45
5 CONSIDERAÇÕES GERAIS	49
6 CONCLUSÕES	52
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

RELAÇÃO DE FIGURAS

Página

FIGURA 1 -	A área mais escura no mapa representa a localização geográfica da origem da espécie <i>Pinus elliottii</i> Engelm na costa sudeste do Estados Unidos (adaptado de Agriculture Handbook 654,(1991).....	6
FIGURA 2 -	Esquema da localização e distribuição das parcelas em povoamento de <i>P. elliottii</i> localizado no município de Cidreira, numa propriedade da Celulose Irani S.A. em janeiro de 2006, RS.....	20
FIGURA 3 -	Esquema da distribuição das árvores por parcela e sub-parcela, após desbaste realizado em floresta de <i>Pinus elliottii</i> sob regeneração natural, de propriedade da empresa Celulose Irani S.A., localizada no município de Cidreira em janeiro de 2006, RS.....	21
FIGURA 4 -	Crescimento da circunferência à altura do peito (CAP) de <i>Pinus elliottii</i> sob regeneração natural, após diferentes intensidades de desbaste, ao longo de cinco épocas de avaliação. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS, 2007.....	31
FIGURA 5 -	Crescimento em altura (h) de <i>Pinus elliottii</i> sob regeneração natural, submetida a diferentes intensidades de desbaste, ao longo de cinco épocas de avaliação. Empresa Celulose Irani S.A., Cidreira, RS. 2007.....	32
FIGURA 6 -	Crescimento da área seccional (g) de <i>Pinus elliottii</i> , sob regeneração natural, submetida a diferentes intensidades de desbaste, ao longo de cinco épocas de avaliação. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.....	33
FIGURA 7 -	Incremento corrente anual (ICA) da área seccional (g) de <i>Pinus elliottii</i> sob regeneração natural, submetida a diferentes intensidades de desbaste, no período compreendido entre janeiro de 2006 e janeiro de 2007. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS, 2007.....	34
FIGURA 8 -	Área basal (G) (m ² /ha), de <i>Pinus elliottii</i> , sob regeneração natural, submetida a diferentes intensidades de desbaste ao longo de cinco épocas de avaliação. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.....	36
FIGURA 9 -	Incremento em área basal (G) de <i>Pinus elliottii</i> sob regeneração natural, submetido a diferentes intensidades de desbaste, no período compreendido entre janeiro de 2006 e janeiro de 2007. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.....	37

FIGURA 10 -	Crescimento do volume de madeira (m ³ /ha) de <i>Pinus elliottii</i> , sob regeneração natural, submetido a diferentes intensidades de desbaste ao longo de cinco épocas de avaliação. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.....	38
FIGURA 11 -	Incremento corrente anual (m ³ /ha) e incremento médio anual (m ³ /ha) de <i>Pinus elliottii</i> sob regeneração natural, submetido a três intensidades de desbaste, comparada aos do desbaste tradicional, no ano de 2006. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.....	39
FIGURA 12 -	Taxa de crescimento da circunferência à altura do peito (%) de <i>Pinus elliottii</i> sob regeneração natural, submetida a diferentes intensidades de desbaste, ao longo do ano de 2006. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.....	41
FIGURA 13 -	Taxa de crescimento em altura (%) de <i>Pinus elliottii</i> , sob regeneração natural submetido a diferentes intensidades de desbaste, ao longo do ano de 2006. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.....	43

RELAÇÃO DE TABELAS

Página

TABELA 1 -	Precipitação mensal durante o ano de 2006, registrada na estação da defesa civil de Balneário Pinhal,RS.....	26
TABELA 2 -	Número inicial de árvores por hectare, altura média, circunferência à altura do peito, área basal e volume de madeira nas parcelas experimentais de <i>P. elliottii</i> sob regeneração natural e submetidas a diferentes intensidades de desbaste (em janeiro de 2006). Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.....	27
TABELA 3 -	Número final de árvores por hectare, valores médios de altura, circunferência à altura do peito, área basal, volume de madeira e taxas de crescimento em altura e circunferência das árvores, nas parcelas experimentais de <i>P. elliottii</i> sob regeneração natural e submetidas a diferentes intensidades de desbaste em janeiro de 2007. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.....	28
TABELA 4 -	Estimativas da idade e do volume de madeira de <i>Pinus elliottii</i> , submetidas as diferentes intensidades de desbaste, para atender as exigências de mercado como tora e resinagem. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.....	46

1 INTRODUÇÃO

O mercado florestal está em franca expansão, não somente quanto ao uso direto da madeira como também dos subprodutos oriundos das florestas plantadas, como é o caso da resina produzida nas plantações de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii* que ocorrem no litoral do Rio Grande do Sul.

Conforme análise feita por Tomaselli & Tuoto (2002) a indústria de produtos florestais está em franca expansão, sendo que o déficit está sendo estimado em 27 milhões de metros cúbicos de toras de *Pinus* para 2020. A expansão das áreas florestada e reflorestada não está acompanhando a demanda. O mercado abastecido pelo gênero *Pinus* abrange desde serrarias, indústrias de celulose, painéis aglomerados, até indústrias químicas (resinas).

Diversas espécies do gênero *Pinus* estão difundidas no Brasil, obedecendo as características bioclimáticas de cada região. No Sul e Sudeste do Brasil, se concentra a maior parte da produção, proveniente de duas espécies mais adaptadas, *P. elliottii* e *P. taeda* L. (SBS, 2006).

Dentre os principais atributos do *P. elliottii* estão o rápido crescimento relativo e o alto rendimento em resina, possibilitando a sua exploração comercial, paralelamente à produção de madeira. A resinagem é iniciada em torno dos 12 anos de

idade das árvores, ou com 18 cm de diâmetro do tronco à altura do peito (DAP), sendo essa espécie a maior produtora de resina dentro do gênero *Pinus*. Normalmente, a resinagem é economicamente viável até os 25 anos de idade do povoamento. As outras espécies produtoras de resina são *P. caribaea* Morelet var. *bahamensis*, *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis*, *P. palustris* Mill., *P. pinaster* Aiton e *P. sylvestris* L. (Higa, 2002).

O Brasil passou de país importador de resina, até a década de 1980, a grande exportador a partir de 1989. Isso se deveu ao aumento da área de plantio, à facilidade de industrialização da resina bruta e pela diversidade de aplicações dos produtos oriundos dessa industrialização. A produção de resina de *Pinus* na safra 2005/2006 foi de 106.366 toneladas, sendo o estado de São Paulo o maior produtor nacional, com 43.378 toneladas oriundas de *Pinus elliottii* e 2.550 toneladas oriundas de espécies tropicais. O segundo maior produtor nacional é o estado de Minas Gerais com 23.828 toneladas (*Pinus* tropicais) e em terceiro o Rio Grande de Sul com 19.600 toneladas produzidas em povoamentos de *Pinus elliottii*. Os estados do Paraná (*P. elliottii*), Bahia, Mato Grosso do Sul e Tocantins (*Pinus* tropicais) também tem participação importante (ARESB, 2007).

No empreendimento florestal o tempo de retorno do capital investido é longo. Para diminuir esse custo inicial, e, aproveitando-se das características da espécie, algumas empresas de reflorestamento passaram a adotar o manejo da regeneração espontânea do *Pinus elliottii*.

Nos plantios de *Pinus elliottii* no Litoral Norte do Rio Grande do Sul observou-se que, após o corte raso de florestas com mais de 20 anos, a regeneração espontânea, a partir da germinação de sementes anteriormente depositadas no solo, é tão

intensa que se passou a manejar esses povoamentos naturais, em lugar de se efetuar nova implantação da cultura através do plantio de mudas produzidas em viveiros.

Após 3 anos, a contar do corte raso, efetuado por ocasião da colheita florestal, é realizado o primeiro desbaste manual nas árvores juvenis provenientes da regeneração, em que os trabalhadores utilizam foices para cortar as plantas excedentes, deixando em torno de 6.240 árvores/ha. Neste desbaste a seleção prioriza, empiricamente, a permanência das árvores de maior diâmetro ocasionando no local uma distribuição aleatória dos indivíduos. Entre um e dois anos após o primeiro desbaste é efetuado o segundo, após o qual ficam em torno de 4.160 árvores/ha.

No que se refere ao método de manejo da regeneração natural, Brassiolo (1988) aponta como vantagens os menores custos de implantação, necessidade menor de equipamentos e mão-de-obra, adaptação das árvores matrizes ao local e ausência de preparo do solo; como desvantagens, salienta a impossibilidade de melhoramento genético e a falta de uniformidade do povoamento, o que dificulta o manejo.

Após o período de resinagem a madeira normalmente é vendida para processamento em serraria. O destino da produção é determinado através do DAP, podendo ser para produção de celulose, serraria ou laminação, sendo que da mesma árvore, parte pode ser direcionada para um mercado e o restante para outro. Se o DAP for maior que 25 cm, a produção pode ser direcionada para laminação, que é um uso nobre e melhor remunerado. Se o DAP variar entre 17 e 25 cm, a produção é direcionada para serraria. E se o DAP variar entre 8 e 17 cm, a madeira serve para a indústria da celulose e papel. Os galhos, folhas e ramos são resíduos, que podem ser usados para produção de carvão vegetal, energia (forma de chips) ou deixados no local da colheita, como cobertura morta do solo (Neves et al., 2001).

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o comportamento de povoamento de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii* originado da regeneração espontânea, com a intervenção de três intensidades de desbaste, para, através da resposta em crescimento das árvores remanescentes, adequar ou manter os procedimentos até agora adotados pelas empresas reflorestadoras, dentro dos seus objetivos de produção, ou seja, produção de resina no final do ciclo, com produção dos desbastes direcionados para serraria e laminação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem do *Pinus elliottii*

A espécie *P. elliottii* Eng. var. *elliottii* é originária do Sudeste dos Estados Unidos (Figura 1), entre as latitudes 28°N e 33°N e longitude entre 80° e 90° W onde ela ocorre desde o nível do mar até 150m de altitude, em solos arenosos e sujeitos a inundações periódicas, e/ou com lençol freático oscilando entre 0,40 e 0,70 m de profundidade. Nesta região o verão é úmido, a primavera e o outono são secos, o índice pluviométrico anual é de 1270 mm, a temperatura média anual é de 17°C com extremos entre -17°C e 41°C. Na sua origem, a espécie pode atingir altura entre 20 e 40 m e DAP de 60 a 90 cm, sendo que suas raízes podem atingir 5 m de profundidade (Koch, 1972).

Lamprecht apud Tonini et al. (2002b) descreve a espécie como heliófita de crescimento rápido, que apresenta alta competitividade em relação a gramíneas e arbustos, e tem preferência por solos ácidos e arenosos localizados em baixadas e junto a cursos de água. É bastante resistente às geadas e tolerante a ventos com alto teor de sal.

O desenvolvimento do *P. elliottii* segue o padrão denominado *elliottii* por Lanner (1976), o autor cita que o crescimento anual da espécie ocorre, num primeiro momento, na primavera, devido à alongação da gema apical formada no ano anterior e o

segundo período de crescimento ocorre devido ao desenvolvimento e alongação de novas gemas durante o verão. Esse padrão também é observado em *P. taiwanensis* Haiyata e *P. palustris* P. Mill.

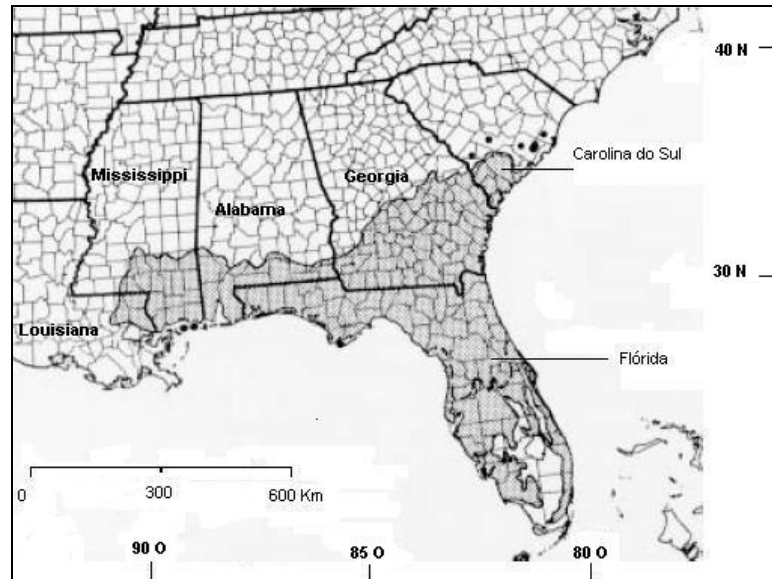


FIGURA 1 – A área mais escura no mapa representa a localização geográfica da origem da espécie *Pinus elliottii* Engelm na costa sudeste do Estados Unidos (adaptado de Agriculture Handbook 654, 1991).

Na região de origem, o crescimento em altura (crescimento primário) do *Pinus elliottii* inicia nos meados do inverno e prossegue até o final do verão, e o crescimento em diâmetro inicia-se ao mesmo tempo, meados do inverno, porém, prossegue até meados do outono ou enquanto a umidade do solo for adequada (Agriculture Handbook 654, 1991). Koch (1972) acrescenta que o crescimento radial foi observado mesmo no inverno.

2.2 O método de regeneração

O *P. elliottii*, assim como as demais espécies do gênero *Pinus*, desempenha um papel importante na sucessão secundária em seu habitat natural, sendo considerada uma espécie pioneira. Este comportamento ecológico também pode ser observado no Brasil, onde é possível encontrar regeneração espontânea de *Pinus* em diversas

condições de solo e clima, desde que o povoamento das árvores matrizes atinja idade compatível com uma boa produção de sementes. Estes sinais positivos da reposição natural das árvores levam à suposição de que, esta forma de regeneração é uma alternativa no manejo silvicultural da espécie (Brassiolo, 1988). Sendo considerada espécie pouco persistente em ambientes sombreados, que só apresenta boa produção de sementes quando sua copa está acima do dossel e a quantidade de sementes produzida é relacionada diretamente com um vigoroso desenvolvimento da copa (Lanner, 1976).

A produção de sementes em povoamento de *P. elliottii* com 10 anos de idade no estado de São Paulo foi de 5 kg/ha e 20 kg aos 20 anos (Garrido et al. apud Jankovski, 1996, p. 15), sendo que um kg contém entre 21.160 e 42.550 sementes (Agriculture Handbook 654, 1991). A capacidade germinativa das sementes de *P. taeda* é alta nos primeiros meses após o início da dispersão e cai para 55% após meio ano (Jankovski apud Jankovski, 1996, p.17).

Coelho & Finger (1997) compararam métodos de implantação de povoamentos florestais tradicionais através de mudas oriundas de raiz nua e produzidas em sacos plásticos com a regeneração natural, e concluíram que ao final de 5 anos, a regeneração natural apresentou crescimento em altura 21,85% maior que as produzidas em sacos plásticos e 45,62% maior que as plantas de raiz nua.

Entre os métodos de regeneração utilizados, Jankovski (1996) estudou os métodos do corte em faixas e porta-sementes, com 4 técnicas de preparo de terreno, sendo elas: enleiramento dos restos da colheita florestal, gradagem, retirada de lenha (galhos com diâmetro maior que 3 cm) e queima, em povoamentos de *P. elliottii* e *P. taeda* com idades que variavam entre 21 e 23 anos. Os dois métodos se mostraram eficazes. As técnicas de preparo do solo, gradagem e enleiramento se mostraram mais eficientes que a queima e a retirada de galhos. O número de árvores por hectare

encontradas nas mais diversas situações, dois anos após intervenção, variou entre 3.167 e 322.000 árvores/ha no método corte em faixas e entre 87.000 e 331.944 árvores/ha no método porta-sementes.

O método da regeneração natural com espécies florestais mais utilizado na Europa é o chamado “shelterwood”, que consiste em deixar poucas árvores matrizes na idade de rotação para que essas forneçam sementes e proteção contra danos causados pelo frio (Zhou, 1998). Segundo o mesmo autor, no norte da Suécia, para que haja boa regeneração de *P. sylvestris*, com melhor retorno econômico, onde as rotações da espécie duram em torno de 70 anos, o ideal é deixar poucas árvores matrizes por períodos maiores do que muitas matrizes durante um período curto.

A regeneração natural também foi avaliada para outras espécies arbóreas. Mattei & Longhi (2001) observaram regeneração de *Eucalyptus paniculata* Smith em área lateral a povoamento adulto, e concluíram que a idade das árvores regeneradas era de 6-7 anos e a densidade de árvores era suficiente para permitir desbaste e transformar a área em povoamento de boa qualidade.

2.3 Efeitos da densidade sobre o crescimento das árvores

A distribuição de compostos de carbono na fase juvenil das árvores obedece a seguinte hierarquia: a planta prioriza tecidos fotossintetizantes, como as folhas novas, os tecidos meristemáticos e também novas raízes, e finalmente, se a síntese de compostos permitir, estes são depositados em órgãos de reserva, ocorrendo o crescimento em diâmetro e a síntese de compostos secundários (Waring & Schlesinger, 1985). Sobre o mesmo assunto, López-Serrano et al. (2005), escreveram que a ordem de prioridades é a seguinte: manutenção da respiração dos tecidos vivos, produção de folhas e raízes finas, produção de flores e frutos, crescimento dos ramos, terminal e

laterais, crescimento primário das raízes e, finalmente, crescimento em diâmetro (secundário) e formação de mecanismos de resistência.

Em experimento conduzido com *P. taeda* por Samuelson et al. (2004) na densidade 1.126 árvores/ha, durante as idades entre 3 e 6 anos do povoamento, foram aplicados 4 tratamentos: a) o controle de competição, b) somando-se a esse a irrigação, c) somando-se a fertirrigação e d) somando-se o controle de pragas. Constatou-se que a biomassa de fuste, galhos vivos e folhas, que aos 3 anos era 35%, 28% e 37% respectivamente, para todos os tratamentos, passou a 66%, 21% e 13% respectivamente aos 6 anos. Ou seja, o manejo mais intensivo não modificou a partição da biomassa, e as classes diamétricas mais representativas nos diversos tratamentos foram 14 cm, 16 cm, 18 cm e 18 cm de DAP respectivamente.

A densidade de árvores por unidade de área, num povoamento florestal, exerce acentuada influência sobre o desenvolvimento individual das plantas. Burkes et al. (2003) compararam as diferenças em biomassa produzida em três (3) densidades de *P. elliotii* e quatro (4) de *P. taeda* até os quatro anos de idade, sendo as densidades 740, 2.220, 3.700 e 4.400 árvores/ha, sob manejo intensivo, adubação e controle da competição. Verificaram que o adensamento de plantas do povoamento não afetou a proporção raízes finas/biomassa de folhas e o crescimento em volume do tronco é relacionado à biomassa de folhas ou de raízes finas. Apesar da biomassa alocada em troncos ter aumentado com o adensamento de plantas, os baixos valores de CAP da madeira restringia seu uso. No mesmo estudo verificaram que a variação do crescimento em biomassa do tronco estagnou nas densidades maiores, 3.700 e 4.400 árvores/ha em *P. taeda*, indicando que a população de árvores do sítio havia chegado ao máximo.

Radosevich et al. (1997) analisaram o efeito da densidade de plantas no rendimento final de uma floresta plantada e na mortalidade de plantas associada a ela.

Na medida em que aumenta a densidade de plantas, em determinada área, ocorrem mudanças no crescimento das árvores (mudanças plásticas) e aumenta o risco de mortalidade. Os referidos autores citam a lei do rendimento final constante, segundo a qual, plantios mais densos produzem mais indivíduos, porém, estes serão de menor tamanho e de menor produção individual, ao passo que, plantios menos densos terão menor número de indivíduos, mas de tamanho e produção individual maior. Entretanto, em termos de biomassa o rendimento final é constante, independente da densidade de plantas.

De acordo com Reinstorf apud Mainardi et al. (1996) a produção volumétrica é maior em povoamentos mais densos e a qualidade do sítio influencia a produção, sendo que em sítios mais produtivos, o potencial máximo só é atingido com um maior número de árvores por área.

De acordo com Leite et al. (1997), que analisaram experimento com 7 densidades de árvores/ha, com *Eucalyptus grandis*, variando de 500 a 5.000 árvores/ha, entre 31 e 39 meses de idade, o adensamento de plantas por área afetou a alocação de carbono nas plantas, sendo que nos tratamentos com maior número de plantas/ha, maior proporção de foto-assimilados foram direcionados para o tronco, e em densidades menores foram direcionados para a copa, ou seja, o volume total de madeira produzida pelo povoamento decresceu da maior para a menor densidade de plantas .

Klein et al. (1992) montaram experimento testando 3 espaçamentos de plantas com *Acacia mearnsii* De Wild, testando os tratamentos 1, 4 e 6 m² de espaço vital por árvore, e concluíram que as maiores produções de madeira e casca foram no menor espaçamento, porém, o diâmetro médio foi menor e ocorreu maior mortalidade. No mesmo estudo, o custo de implantação da parcela de maior número de árvores por

área foi de 4 a 5 vezes maior que nos outros dois tratamentos, devido ao número de mudas e a mão-de-obra.

Rensi Coelho et al. (1970), em plantios de 4 espécies de eucalipto em duas densidades de árvores por hectare, afirmaram que com 6 m² (3x2 m) de área útil por árvore ocorria o ganho de um ano em crescimento em DAP, em relação a 4,5 m² (3 x 1,5 m) de área por árvore, aos 5 anos de idade.

2.4 Efeitos do desbaste sobre o crescimento das árvores

Na área florestal, um processo comum nos sistemas de produção é a realização de desbastes artificiais de indivíduos, em intervalos de tempo, durante o ciclo de produção. Tais desbastes têm a função de proporcionar, aos indivíduos remanescentes, melhores condições para seu desenvolvimento, melhor retorno econômico tanto das árvores remanescentes como pelas árvores retiradas nestes desbastes (Schneider & Finger, 1994; Glufke et al., 1997). A não intervenção do desbaste, pela ação do homem, faz com que em casos extremos, ocorra a morte das árvores menores, que são suprimidas pela competição intra-específica (Spurr & Barnes, 1973).

Os desbastes artificiais devem obedecer a critérios técnicos, sendo o mais utilizado a área basal do tronco das árvores (Schneider & Finger, 1994; Glufke et al., 1997), para determinar a intensidade e o cronograma de execução. De maneira geral, para *P. elliotii* são feitos dois a quatro desbastes até o corte raso, em torno dos 21 anos de idade do povoamento. A produção é dependente das condições do local (solo e clima), do manejo adotado (adubação, controle de pragas e competição) e da qualidade do material genético, conforme exposto por Sanquetta et al. (2004). Porém, o desbaste

pode ser generalizado como sendo a retirada de 30 a 50% de indivíduos originalmente plantados ou presentes no momento do desbaste.

O desbaste florestal busca concentrar o incremento volumétrico de madeira em um número menor de indivíduos, porque o volume de biomassa produzida não muda, considerando um conjunto de indivíduos. Isso foi demonstrado por Burkes et al. (2003), que detectou estagnação no incremento de biomassa alocada para troncos, em densidades muito altas.

O desbaste de árvores propicia a abertura de espaços, proporcionando maior disponibilidade de luz, água e nutrientes por indivíduo; e quanto mais intenso, maior é o incremento diamétrico do fuste de cada indivíduo remanescente. Quando exagerado, o desbaste causa queda na produção devido à incapacidade das árvores remanescentes em repor o volume de madeira retirado no desbaste, ou seja, deixa-se de utilizar todos os recursos disponíveis no local. O desbaste foi chamado “aceleração do processo natural de crescimento”, porém, esse incremento é temporário, porque com o passar do tempo e o crescimento das árvores remanescentes, volta a ocorrer competição e acontece novo declínio da curva de crescimento (Assmann apud Glufke et al., 1997).

A avaliação de uma floresta plantada é feita com base na altura média e no DAP médio. Com esses valores, e conhecendo a densidade de árvores por área, é possível calcular o volume da produção de madeira. Isto é, os dados de altura e DAP das árvores dão origem aos valores de área basal, volume de madeira do tronco e taxas de crescimento.

O potencial do local onde está implantado o povoamento florestal determina o índice de sítio. O sítio é definido como sendo a soma das condições atmosféricas (radiação solar, temperatura do ar, umidade do ar e concentração de gás carbônico no ar) e de solo (fertilidade, estrutura, solução do solo e teor de matéria orgânica) que estão

disponíveis para as plantas. O índice de sítio é a média da altura das árvores dominantes, e pode ser determinado em qualquer idade do povoamento, porém, o mais usual é a determinação quando o povoamento atingir a fase adulta, sendo que na literatura são referidos 25 a 50 anos (Spurr & Barnes, 1973).

A relação entre a densidade (árvores/ha) e a variável altura, foi estudada por diversos autores, entre eles Schneider & Finger (1993) que testaram três níveis de desbaste em plantios de *P. elliottii*, efetuados em percentagens de área basal. Eles concluíram que as diferentes intensidades de desbaste influem na altura média do povoamento, sem, porém, influenciar na altura dominante.

Aguiar et al. (1995) estudaram *E. citriodora* Hook, em povoamento originalmente com 1.666 árvores/ha, no qual foi efetuado o desbaste aos 7 anos de idade, com intensidades que variaram de 0 a 90% do total de árvores no momento do corte, acrescentando 10% de desbaste a cada tratamento. Concluíram que não ocorreram diferenças na altura média das 5 maiores árvores de cada tratamento (altura dominante) aos 15 anos, a altura média dos tratamentos com 80 e 90% de desbaste foi superior aos tratamentos 0 e 10% de desbaste, a taxa de acréscimo em altura variou de 20,88 a 25,52% entre a idade de 7 e 14,5 anos, sendo que os valores da altura oscilaram entre 23,70 e 28,54 m. Já o crescimento em diâmetro foi bastante afetado pelas diversas intensidades de desbaste, ocorrendo variação da taxa de crescimento de 20,88 a 49,34% no mesmo período, com valores de DAP entre 14,3 e 24,8 cm.

A área basal é um dos parâmetros mais utilizados na determinação do momento ideal dos desbastes, de acordo com Assmann apud Glufke et al. (1997). O ideal para *P. elliottii* foi determinado por alguns autores como sendo entre 21 e 25 m²/ha, porém, estudos posteriores demonstraram que esse valor varia de acordo com as condições do local e do manejo do povoamento. Isso foi ratificado por Schneider &

Finger (1994) e Glufke et al. (1997), que verificaram que os melhores rendimentos nas condições trabalhadas pelos autores, são obtidos mantendo-se em torno de 40 m²/ha de área basal, a cada desbaste.

Jokela et al. (2004), comparando vários experimentos realizados com *P. taeda* na idade de 15 anos, em 6 locais distintos do sudeste do Estados Unidos, determinaram que os maiores incrementos de madeira ocorreram quando os valores da área basal estavam entre 20 e 35 m²/ha, sendo que a partir desse valor foram observadas mortes relacionadas à competição entre as árvores.

O desbaste, se muito pesado, tem impacto na produção volumétrica final, porém, o crescimento diamétrico é favorecido (FAO apud Spathelf & Seling, 2000). O desbaste ocorrendo em períodos juvenis, antes que o incremento corrente volumétrico do povoamento florestal atinja o ponto culminante, tende a produzir maior reação do crescimento (Assmann apud Schneider & Finger, 1994).

A intensidade do desbaste deve permitir a manutenção de incrementos volumétricos a níveis próximos aos do povoamento não desbastado. Estudos nesse sentido foram realizados por Flotz et al. apud Spathelf & Seling (2000) com *Pinus*, onde se concluiu que o desbaste de até 40% da área basal máxima não influenciou na taxa de crescimento. Também Schneider & Finger (1994), avaliando *P. elliottii* e utilizando como referência para os desbastes o fator de área basal, que vem a ser a área basal mantida em relação à área basal máxima, concluíram que a manutenção de 65% da área basal máxima causou perdas volumétricas de apenas 0,9% em relação a testemunha não desbastada no rendimento final do plantio aos 21 anos.

Outro trabalho com desbaste, também utilizando a área basal como referência, foi efetuado por Glufke et al. (1997). Nele foram testados 3 níveis de desbaste em *P. elliottii*, em várias operações realizadas entre 7,5 e 25,5 anos de idade do

povoamento, sempre retirando 25, 50 e 75% do incremento ocorrido entre os desbastes. As conclusões desse estudo indicaram, respectivamente, perdas de 9%, 20% e 48% do incremento, aos 19,5 anos, para os desbastes de 25, 50 e 75% do incremento periódico.

Schexnayder (2005) fez o desbaste em povoamentos distintos de *P. elliottii*, com 17 anos de idade, deixando o número de árvores equivalentes a 35% da área basal máxima para cada região, e constatou que a densidade antes do desbaste tem efeito significativo no crescimento do DAP das árvores e tem pouco ou nenhum efeito no crescimento após o desbaste, para o período de 5 anos após desbaste.

Lisita et al. (1997) estudaram desbaste em povoamento de *E. camaldulensis*, implantado na densidade de 1.666 árvores/ha e desbastado aos 32 meses de idade em 5, 10, 15 e 20% da área basal no momento, e constataram que a produção volumétrica tende a ser menor nos maiores níveis de redução da área basal e que quanto maior a redução da área basal, maior a concentração da produção nas maiores classes de diâmetro.

Trabalhando com *P. taeda*, Sanquetta et al. (2003) avaliaram densidades de plantio entre 909 e 3.333 árvores/ha, para produção de madeira livre de nós. Os autores constataram que a altura das plantas não foi afetada pela densidade de plantio. O DAP aumentou à medida que diminuía a densidade e, conseqüentemente, todas variáveis dependentes do DAP aumentaram proporcionalmente. A densidade influenciou na altura de inserção do primeiro galho, o que afeta a qualidade da madeira, sendo que nas densidades menores, o primeiro galho fica inserido em alturas menores. Isso indica que, em povoamentos ralos, para não prejudicar a qualidade da madeira, são requeridas podas, que geram custos. Por isso, se a poda for impraticável é recomendável usar densidades intermediárias, em torno de 1.400 árvores/ha, o que resultará em madeira livre de nós, apta a ser utilizada em serraria ou laminação.

Outros autores, como Will et al. (2001), em experimento com 3 densidades de plantas por hectare (740, 2.220 e 3.700 árvores/ha) e com duas espécies de *Pinus*, *P. elliottii* e *P. taeda*, observaram que já ao final do terceiro ano de idade dos povoamentos, a taxa de crescimento do volume de madeira do tronco não aumentou proporcionalmente à maior densidade de plantas. No tratamento de maior densidade de plantas (3.700 árvores/ha) a taxa de crescimento em volume de tronco foi menor do que nos dois tratamentos menos densos (740 e 2.220 árvores/ha). Nesse mesmo estudo os resultados indicaram que, com o aumento da densidade, o total da radiação solar interceptada por unidade de área foliar diminuiu devido ao sombreamento das folhas localizadas nas partes inferiores do dossel, e que a taxa de crescimento poderia ser relacionada ao índice de radiação interceptada.

2.5 Outros fatores que afetam o crescimento da CAP e da altura (h)

Costas et al. (2005), estudando *P. taeda* no norte da Argentina, testaram 3 densidades: 400, 700 e 1.000 árvores/ha, e avaliaram a relação entre a densidade e a poda dos ramos inferiores em diversas alturas. Como resultado obtiveram que: a variável DAP respondeu positivamente às menores densidades, bem como aos tratamentos de menor altura de poda de ramos; a altura média não foi afetada pela densidade dos indivíduos e pela altura de poda; ao passo que o volume individual e a área basal foram maiores nas menores alturas de poda.

Hoppe & Freddo (2003) estudaram *P. elliottii* plantado em densidade de 1.666 árvores/ha no município de Piratini/RS, sob regimes de desrama de 40, 60 e 80% da altura total da árvore, e testemunha sem desrama. Concluíram que à medida que se aumentava a intensidade de desrama, os crescimentos diamétrico e volumétrico foram

afetados negativamente. Intensidades iguais ou inferiores a 40% não provocaram perdas na produção e melhoraram a qualidade da madeira obtida.

O controle de competição e o preparo do solo na implantação da cultura causam efeito na produção de florestas plantadas. Nilsson & Allen (2003) avaliaram a espécie *P. taeda* ao longo de 18 anos sob preparo de solo reduzido e convencional, fertilização na implantação e controle de plantas herbáceas. Concluíram que a fertilização em preparo reduzido tem pouco efeito no volume final produzido, os melhores resultados foram obtidos aliando preparo convencional e fertilização. O controle de plantas herbáceas causou efeito positivo no crescimento nos 6 anos iniciais, nos dois preparos do solo. No tratamento sob preparo reduzido, devido à competição com outras espécies arbóreas, o volume final foi menor.

O efeito do sombreamento no crescimento do DAP causado pela proximidade entre árvores foi estudado por Walcroft et al. (2001) na Nova Zelândia, em árvores de *P. radiata* com 8 anos de idade. O sombreamento causou a mudança na partição de foto-assimilados, ocorrendo aumento de biomassa nos galhos das árvores sombreadas, em detrimento do tronco, causando área basal 50% menor se comparada com árvores do tratamento controle.

A produção volumétrica de madeira em povoamentos de *P. elliottii*, tanto na qualidade quanto na quantidade, é afetada a partir do início da resinagem. Figueiredo Filho et al. (1992) compararam povoamentos de *P. elliottii* de idade idêntica, porém, parte resinada durante 8 anos e a restante não resinada. Os resultados mostraram que o volume total produzido foi menor nas árvores resinadas, em torno de 26,01 m³/ha, sendo que só em madeira para laminação as não resinadas apresentaram volume de 60,26 m³/ha superior ao das resinadas. Essa diferença foi inversa na madeira para celulose, onde as resinadas produziram 36,52 m³/ha a mais que as não resinadas. Para serraria, a

diferença foi pequena, 1,78 m³/ha a favor das não resinadas. As conclusões do estudo indicaram que a resinagem é vantajosa se a produção de resina for superior a 2,5 kg/árvore/ano e os custos de produção não excederem US\$ 0,50/árvore/ano.

2.6 Outros fatores que influenciam regimes de desbaste.

O desbaste e corte final de um povoamento florestal levam em consideração também os valores pagos pelo volume de madeira produzido e sua qualidade. O regime mais rentável de desbaste aplicado a um determinado povoamento florestal, tem relação com os custos de implantação, taxas de juros, índice do local, o preço da madeira do desbaste e do corte final. Essas variáveis foram analisadas por Dias et al. (2005), em plantações de eucalipto submetidas a desbaste no nordeste da Bahia. Os autores constataram que a diminuição da taxa de juros e maiores índices de local tendem a aumentar a rentabilidade dos regimes de desbaste, porém, estas variáveis, mais o custo de implantação, não tiveram influência significativa na determinação do regime mais rentável. O preço da madeira é a variável de maior influência na determinação do desbaste comercial e do corte final. Sendo o preço da madeira do desbaste mais atrativo, o desbaste comercial é atrasado e o corte final é adiantado, se o preço da madeira do corte final for mais atrativo, o primeiro desbaste comercial é adiantado e o corte final é postergado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área

A área experimental é de propriedade da Celulose Irani S. A. e está situada no município de Cidreira, sob as coordenadas geográficas de 53° 03' de longitude Oeste e de 30° 03' de latitude Sul. A altitude varia entre 3 e 5m.

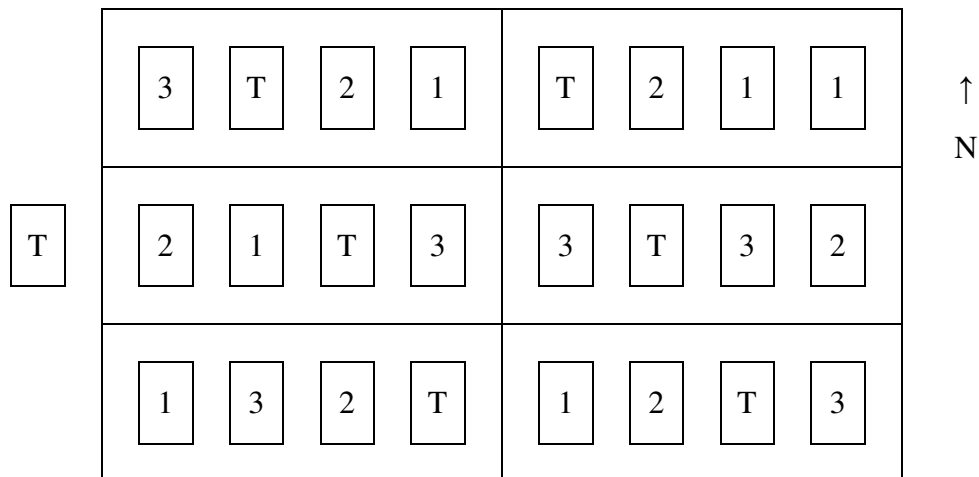
A região tem clima do tipo Cfa, segundo a classificação de Köeppen, com temperatura média anual de 18 e 19°C, sendo que a média das mínimas está situada entre 14 e 16°C e a média das máximas de entre 21 e 24°C, o índice pluviométrico anual é de 1300 mm (Rio Grande do Sul, 1994). O tipo de solo é o Planossolo Hidromórfico eutrófico solódico (Streck, 2002).

A área estava em regeneração natural desde 2002, sendo que o corte raso do povoamento antigo foi em decorrência de incêndio florestal, que causou muitas mortes de árvores, não sendo possível precisar o mês correto do corte raso da floresta de *Pinus* que antes cobria o local.

3.2 Instalação do experimento

O experimento foi instalado no 2º semestre de 2005, num talhão de *P. elliottii* Engelm var. *elliottii*, no qual foram testadas 4 (quatro) densidades de

árvores/hectare (tratamentos), sendo cada parcela de área igual a 450 m² (15 x 30 m). Entre as parcelas experimentais foi deixado um corredor de 3 m, no qual as árvores foram totalmente desbastadas. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 6 repetições, conforme esquema representado na Figura 2.



T = Testemunha, 1 = 1.000 árvores/ha, 2 = 2.000 árvores/ha e 3 = 3.000 árvores/ha.

FIGURA 2 - Esquema da localização e distribuição das parcelas em povoamento de *P. elliottii* localizado no município de Cidreira, numa propriedade da Celulose Irani S.A. em janeiro de 2006, RS.

Os tratamentos testados foram:

T – Testemunha; com densidade estimada de 55.240 árvores/ha.

3 – Desbaste deixando a densidade de 3.000 árvores/ha.

2 – Desbaste deixando a densidade de 2.000 árvores/ha.

1 – Desbaste deixando a densidade de 1.000 árvores/ha.

A área útil por árvore, em cada tratamento de desbaste, foi de 3,33 m² no tratamento 3; 5 m² no tratamento 2 e 10 m² no tratamento 1. No tratamento testemunha, no início das medições a área útil por árvores era de 0,18m²/árvore.

A testemunha foi constituída por parcelas nas quais não foi realizado desbaste das árvores, representando a densidade original da regeneração espontânea do *P. elliottii* no local (estimativa a partir das amostragens de maio de 2005 e janeiro de

2007). Todos os outros tratamentos foram derivados de uma situação similar à testemunha. Procederam-se os desbastes das árvores até que a parcela correspondente contivesse 135, 90 e 45 árvores, equivalendo, respectivamente a 3.000, 2.000 e 1.000 árvores/ha.

O início do desbaste ocorreu em junho de 2005, quando os trabalhadores, utilizando foices, fizeram o desbaste da maneira tradicionalmente praticado na região (empírico), denominado desbaste pesado. Após esse desbaste permaneceram nas parcelas em torno de 6.000 árvores/ha. O tempo que 4 trabalhadores despenderam para fazer o desbaste de cada parcela foi anotado.

Entre junho e julho do mesmo ano, para facilitar a definição das árvores que deveriam permanecer, as parcelas de 450 m² (15 x 30 m) foram subdivididas em 18 subparcelas de 25 m² (5 x 5 m) e dentro destas foram marcadas quantas árvores deveriam permanecer na parcela experimental. As árvores remanescentes foram escolhidas pelo seu desenvolvimento mais uniforme, procurando-se manter equidistância entre elas (Figura 3). Após a prévia marcação das árvores, foi efetuado o desbaste leve, deixando somente o número de árvores dos tratamentos.

3.000 árvores / hectare Tratamento 3			2.000 árvores / hectare Tratamento 2			1.000 árvores / hectare Tratamento 1		
8	7	8	5	5	5	2	3	2
7	8	7	5	5	5	2	3	2
8	7	8	5	5	5	3	3	3
7	8	7	5	5	5	3	3	3
8	7	8	5	5	5	2	3	2
7	8	7	5	5	5	2	2	2

FIGURA 3 - Esquema da distribuição das árvores por parcela e sub-parcela, após desbaste realizado em floresta de *Pinus elliottii* sob regeneração natural, de propriedade da empresa Celulose Irani S.A., localizada no município de Cidreira em janeiro de 2006, RS.

Em todos os tratamentos, as árvores abatidas ficaram sobre o solo, formando uma cobertura morta.

Não foram realizadas adubações nem qualquer outro trato cultural. Não ocorreram novos desbastes até o final do experimento.

3.3 Coleta de dados

Através de consulta ao site da Defesa Civil do Estado do Rio Grande do Sul, foram obtidos os índices de precipitação pluviométrica da região, coletados numa estação meteorológica situada no Balneário Pinhal.

Em maio de 2005 foi efetuada a primeira avaliação do número de árvores que havia nas parcelas da testemunha. Essa amostragem foi efetuada em áreas com aproximadamente 7 m². No mês de janeiro de 2007, juntamente com as medições da circunferência do tronco à altura do peito (CAP) e da altura das árvores (h), foi efetuada nova contagem do número de árvores existentes nas parcelas testemunha.

As primeiras medições de CAP e “h” para fins de análises estatísticas só foram realizadas a partir de janeiro de 2006, ocasião em que o experimento já estava completamente instalado, embora se dispusesse de algumas medições efetuadas em maio de 2005.

Nos meses de janeiro, abril, julho e outubro de 2006, mais janeiro de 2007, em 20 árvores previamente escolhidas ao acaso e marcadas, em cada parcela, foi feita a medição da altura das árvores (h) em metros (m), com um clinômetro de Haglöf (precisão de 0,1 m) e a circunferência do tronco a 1,3m de altura (CAP) em centímetros (precisão de 0,1 cm). Na testemunha, a CAP foi medida em 10 árvores de cada parcela, e, devido à elevada densidade de árvores, houve grande dificuldade para executar as medições da altura, deste modo a altura foi estimada utilizando o valor médio da altura

de duas parcelas contíguas, já que visualmente não apresentavam diferença significativa.

Em janeiro de 2006 foram demarcadas 20 árvores em parcela fora da área experimental (em área que está em processo de regeneração sob o manejo adotado atualmente pela empresa Celulose Irani S.A.) e com a mesma idade das árvores da área experimental. Esta parcela foi denominada desbaste tradicional (DT) e nela foram efetuadas as mesmas avaliações de “h” e CAP nos mesmos períodos das parcelas dos tratamentos da área experimental.

3.4 Avaliação dos resultados

Antes de se proceder às análises estatísticas dos efeitos dos tratamentos sobre as variáveis CAP e “h”, verificou-se a homocedasticidade das variâncias a 5 % de probabilidade.

Para determinar os rendimentos de cada tratamento, relativos aos dados da CAP e “h”, foram calculados os valores de área basal (G) em m²/ha, da área seccional (g) em cm² e o volume de madeira (m³/ha) utilizando as fórmulas apresentadas em Prodan et al. (1997). Também foi calculado o incremento corrente anual (ICA) em área seccional (cm²/árvore/ano) e em área basal (m²/ha/ano).

A área seccional (g) foi calculada com base na fórmula: $g = CAP^2/4$.

A seguir, foi calculada a área basal (G), de cada tratamento, em m²/ha, multiplicando a “g” pelo número de plantas existentes/ha, em cada tratamento.

O volume de madeira existente/ha, a partir das dimensões do fuste de cada árvore, foi calculado com base na fórmula:

$$V = a . g . h . n \quad \text{em que:}$$

$$V = \text{Volume de madeira do povoamento (m}^3\text{/ha)}$$

g = área seccional média ($m^2/\text{árvore}$)

h = média da altura das árvores (m)

n = número de árvores/ha em cada tratamento

a = fator de forma

Utilizou-se o valor 0,50 para o fator de forma (a), determinado para a espécie em experimento realizado no estado do Rio Grande do Sul (Drescher et al., 2001).

O incremento corrente anual da área seccional (ICA) foi obtido pela simples diferença existente entre a “ g ” obtida num ano e a que havia sido determinada no ano anterior. Fórmula similar foi utilizada para o incremento corrente anual da área basal por área por ano (ICA). Como exemplo:

$$\text{ICA de } g = g(\text{jan}/07) - g(\text{jan}/06)$$

$$\text{ICA de } G = G(\text{jan}/07) - G(\text{jan}/06)$$

As taxas de crescimento (TC), em CAP e “ h ” foram estimadas para os intervalos entre as medições realizadas nos meses de janeiro, abril, julho e outubro de 2006, e janeiro de 2007, as quais foram denominadas verão, outono, inverno e primavera, por terem ocorrido sempre entre 10 e 25 dias após a mudança das estações climáticas do ano. Essas taxas de crescimento foram avaliadas em porcentagem, dividindo o valor da diferença ocorrida, na CAP e “ h ”, de uma medição para outra, pelo valor da CAP e “ h ” que havia sido obtida na medição anterior, e multiplicando o valor obtido por 100. Por exemplo, a TC de janeiro a abril foi obtida aplicando a fórmula:

$$TC = \{(CAPb - CAPa) / CAPa\} \times 100 \text{ em que:}$$

CAPb = CAP obtida em abril

CAPa = CAP de janeiro

Seguindo o mesmo critério foram determinadas as taxas de crescimento da “h”.

A cada estação de avaliação, para qualquer anormalidade encontrada (por exemplo, árvore envergada ou quebrada), anotou-se o número da árvore, quando essa fazia parte das 20 marcadas.

Em março de 2007, depois de encerradas as medições, efetuou-se a avaliação da espessura da casca das árvores, a fim de avaliar o volume de madeira com casca e sem casca. A medição da espessura da casca foi realizada em 10 árvores por tratamento, pela raspagem do tronco, por meio de um formão, a 1,30 m do solo, sendo a espessura da casca medida com paquímetro.

Os dados de CAP e “h” das árvores, dos tratamentos experimentais, foram comparados com aqueles da parcela representativa da prática convencional de desbaste utilizada pela empresa Celulose Irani S.A., conforme já mencionado no item 3.3.

A análise estatística dos resultados foi realizada conforme delineamento de blocos ao acaso, com o emprego de análise de variância e teste de Duncan ao nível de probabilidade de 5%. No caso de efeito significativo para épocas de medições, os dados foram submetidos a análises de regressão.

3.5 Análise de custos e receitas

Os custos do manejo da regeneração foram analisados sobre os dados repassados pela área técnica da empresa Celulose Irani S.A., considerando taxas de correção monetária anual de 8 %.

As receitas dos futuros desbastes também foram valorizadas de acordo com dados de janeiro de 2007 obtidos junto à área técnica da empresa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação medida na estação meteorológica da defesa civil em Balneário Pinhal registrou precipitação total de 1.222,2 mm no ano de 2006, a distribuição das chuvas ao longo do ano é apresentada na Tabela 1. Esse valor está dentro da normal climatológica de precipitação anual registrada entre 1931-1960.

TABELA 1 – Precipitação mensal durante o ano de 2006, registrada na estação da defesa civil de Balneário Pinhal,RS.

2006												
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Precipitação (mm)	168,7	118,0	81,5	14,5	197,5	80,0	76,0	110,0	101,0	28,5	104,5	142,0

A análise de variância dos dados de CAP de todos os tratamentos, em janeiro de 2006, mostrou diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade. O teste de Duncan mostrou similaridades entre os tratamentos 1, 2 e 3, sendo, porém, diferentes daquele da Testemunha (Tabela 2).

A altura das árvores da parcela testemunha também se equiparou com a dos outros tratamentos de desbaste, porém, um aspecto interessante é que o valor da CAP das árvores da testemunha foi inferior à das árvores dos tratamentos em que foram realizados desbastes. Isso foi consequência de um intervalo de tempo de 7 meses que houve entre o desbaste pesado, que ocorreu em junho de 2005, e o início das medições

em janeiro de 2006. Conforme foi citado no item 3.3, em maio de 2005, no início da montagem do experimento, os valores para CAP e “h” medidos aleatoriamente, eram de 17,43 cm e 5,17 m respectivamente. Aconteceu então, que desde junho de 2005 até o momento da medição, em janeiro de 2006, no período de 7 meses, a CAP das árvores dos tratamentos com desbaste, sob menor competição entre si depois do desbaste pesado, cresceu, em média, 8 cm mais do que na parcela testemunha, onde elas continuavam sob intensa competição.

Dessa verificação, deduz-se que incrementos mais rápidos na CAP poderão ser conseguidos mediante o início de desbastes pesados antes dos 3 anos de idade.

Os valores de área basal (G), em m²/ha, e volume (V), em m³/ha, mostraram grande discrepância entre a parcela testemunha e as parcelas desbastadas, devido à grande diferença no número de árvores/ha. Na testemunha, as árvores apresentavam menor CAP individual, fato que foi discutido por Radosevich et al. (1997), que pondera que plantios mais densos produzirão árvores de menor volume individual se comparados com plantios menos densos.

TABELA 2 - Número inicial de árvores por hectare, altura média, circunferência à altura do peito, área basal e volume de madeira nas parcelas experimentais de *P. elliottii* sob regeneração natural e submetidas a diferentes intensidades de desbaste (em janeiro de 2006). Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.

Tratamentos	Número inicial de árvores/ha	Altura média das árvores - h (m)	Circunferência à altura do peito - CAP(cm) *	Área Basal – G (m ² /ha)	Volume de madeira/ha - V (m ³)
T	55.240	6,4	17,3 b	145,13	489,40
1	1.000	6,4	25,8 a	5,80	19,40
2	2.000	6,5	25,1 a	10,69	35,02
3	3.000	6,7	25,2 a	16,32	55,50
Desbaste Tradicional	6.240	5,0	20,5	20,84	51,49

* Valores seguidos de letra igual não diferem entre si a nível de significância de 5% pelo teste de Duncan.

Na Tabela 3 são apresentados o número final de árvores por hectare, os valores médios de “h” e da CAP, o volume de madeira e a taxa de crescimento em “h” e na CAP em janeiro de 2007. A variável “h” não foi influenciada pelas densidades testadas no experimento; na testemunha os valores da CAP foram significativamente menores do que nos demais tratamentos. As variáveis “G” e “V”, foram maiores na testemunha.

TABELA 3 - Número final de árvores por hectare, valores médios de altura, circunferência à altura do peito, área basal, volume de madeira e taxas de crescimento em altura e circunferência das árvores, nas parcelas experimentais de *P. elliotii* sob regeneração natural e submetidas a diferentes intensidades de desbaste em janeiro de 2007. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.

Tratamentos	Número de árvores por ha	Altura - h (m)	Circunferência à altura do peito - CAP (cm ²)	Área Basal - G (m ² /ha)	Volume - V (m ³ /ha)	Taxa Crescimento (%)	
						Altura h	Circunferência CAP
T	33.118	7,84 a*	18,95 b	104,81	413,07	17,54 a	8,86 c
1	1.000	7,52 a	34,71 a	10,06	38,74	18,76 a	36,12 a
2	2.000	7,63 a	32,18 a	17,29	66,03	18,71 a	28,65 ab
3	3.000	7,72 a	31,13 a	24,67	96,14	16,12 a	24,01 b
C.V. (%)	ND	10,45	10,51	38,78	46,42	26,69	37,82
Desbaste Tradicional**	4.160	6,88	25,31	22,43	71,38	27,81	23,64

* Médias seguidas de letras iguais, não apresentaram diferenças significativas entre si, a nível de 5% pelo teste de Duncan.

** A parcela "desbaste tradicional" é apresentada como referência. Da mesma foram retiradas 30% das árvores em outubro de 2006, em relação a janeiro de 2006.

Isso ocorreu devido ao grande número de árvores existentes nas parcelas testemunha, em torno de 55.000 árvores/ha em janeiro de 2006 e de 33.000 árvores/ha em janeiro de 2007. A competição pelo espaço na parcela testemunha faz com que poucas árvores dominantes cresçam e ocupem mais espaço, que outras permaneçam no

estrato intermediário e que a grande maioria das árvores fique suprimida e eventualmente morra (Spurr & Barnes, 1973).

Na comparação entre os tratamentos com a parcela desbaste tradicional, este apresentou resultados com valores entre o tratamento 3 e a testemunha. Este resultado está de acordo com o número de árvores existentes na parcela desbaste tradicional, que foi de 6.240 árvores/ha na maior parte do ano de 2006, portanto maior que no tratamento 3 e menor que na testemunha.

Constatou-se que muitas árvores estavam inclinadas em janeiro e abril de 2006, e nas estações seguintes apresentaram-se novamente na posição vertical, sendo constatada somente a ocorrência de três árvores quebradas em todo período experimental.

De modo geral, as parcelas de 1.000 árvores/ha apresentaram maior incidência de plantas inclinadas, seguidas pela densidade 2.000 e por último a densidade 3.000, onde esse fato foi observado em somente em uma das seis repetições.

Outro fato que pode ter agravado a ação do vento, foram os corredores sem plantas, deixados na separação das parcelas. Na última medição, efetuada em janeiro de 2007, já foram observadas poucas árvores inclinadas devido ao maior incremento da CAP que proporcionou maior resistência do tronco à força dos ventos.

O vento também causou, em alguns casos, a quebra do terço apical da árvore. Nas árvores afetadas, os ramos laterais próximos ao ápice estavam bem desenvolvidos devido à quebra da dominância apical. A quebra de ponteiros foi constatada também nas avaliações trimestrais, em que determinadas árvores estavam com altura menor do que na avaliação anterior, fato observado em três parcelas.

4.1 Circunferência à altura do peito (CAP)

A análise da variância acusou diferença significativa a nível de 5% de probabilidade no crescimento da CAP entre tratamentos, em relação às épocas de avaliação, e também na interação entre tratamentos x datas. Os valores de CAP evidenciaram os efeitos das diferentes densidades de indivíduos por área. Os resultados apresentados na tabela 3 mostram o maior crescimento em CAP nas parcelas de menor densidade, decrescendo em direção às parcelas de maior densidade.

A análise de regressão acusou significância para crescimentos lineares da CAP (Figura 4), sendo que o coeficiente angular nos tratamentos 1, 2 e 3 é maior que o da testemunha. Pode-se observar que o desbaste tradicional ficou situado em posição intermediária, entre o tratamento 3.000 e a testemunha. Com o tempo, as retas oriundas da regressão nas parcelas desbastadas irão se afastar cada vez mais da reta da regressão na parcela testemunha, devido ao maior crescimento das árvores nos tratamentos com menor densidade de indivíduos, e crescimento muito lento na testemunha.

O teste de Duncan aplicado às médias finais da CAP, não acusou diferença significativa a nível de 5 % de probabilidade entre os tratamentos 1, 2 e 3, diferindo estes apenas da testemunha (Tabela 3).

Esses resultados estão de conformidade com os obtidos por Leite et al. (1997), Rensi Coelho et. al. (1970) e Lisita et al. (1997) com *Eucalyptus* spp, Schneider & Finger (1994) e Schexnayder (2005) trabalhando com *P. elliottii*, Sanquetta et al. (2003) e Costas et al. (2005) com *P. taeda*, que também constataram maior crescimento da CAP das árvores em povoamentos com menor densidade árvores.

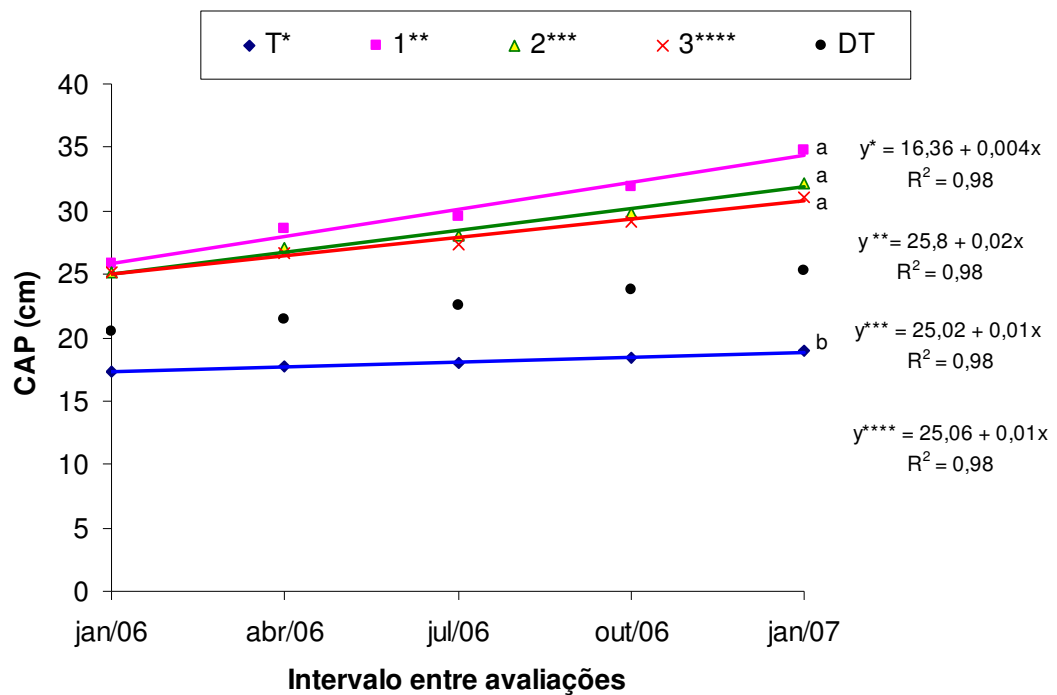


FIGURA 4 - Crescimento da circunferência à altura do peito (CAP) de *Pinus elliottii* sob regeneração natural, após diferentes intensidades de desbaste, ao longo de cinco épocas de avaliação. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.

Diferenças estatisticamente significativas no DAP de *P. taeda*, em 5 densidades de árvores por área, só foram constatadas por Arce et al. (1998), a partir dos cinco anos de idade. Rensi Coelho et al. (1970) constatou ganho de um ano de crescimento da DAP em *Eucalyptus* spp plantados com área útil 25% maior aos 5 anos de idade.

4.2 Altura das árvores

Até o final do experimento não houve diferença significativa, a nível de 5% de probabilidade, para os tratamentos 1, 2, 3 e T, sobre a variável “h” das árvores. Também não houve diferença significativa para a interação densidade de árvores x época de avaliação. A análise de regressão revelou efeito linear, de aumento da “h” das árvores, ao longo das épocas de avaliação, independente das densidades de árvores (Figura 5).

Verifica-se também, na Figura 5, que a “h” das árvores no desbaste tradicional aumentou ao longo das épocas de avaliação, porém as plantas ficaram mais baixas em relação aos tratamentos de desbaste, permanecendo menor que nos demais tratamentos.

O valor de “h” determinado nesse experimento (7,5 m), aos 5 anos de idade, é superior àquele (6,43 m) verificado por Tonini et al. (2002a) na determinação da curva de índice de sítio para *P. elliottii* em Palmares do Sul e Mostardas aos 18 e 21 anos de idade, localidades situadas mais ao Sul no litoral do Estado do Rio Grande de Sul.

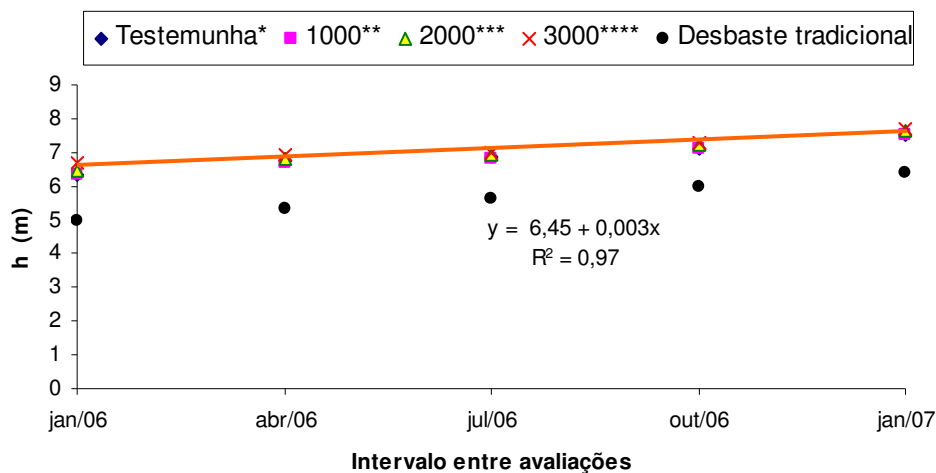


FIGURA 5 - Crescimento em altura (h) de *Pinus elliottii* sob regeneração natural, submetida a diferentes intensidades de desbaste, ao longo de cinco épocas de avaliação. Empresa Celulose Irani S.A., Cidreira, RS. 2007.

Alguns autores, como Spurr & Barnes (1973) e Aguiar et al. (1995) citam que em densidades extremas a variável altura pode ser afetada. Outros autores, como Smith & Strub apud Schneider & Finger (1993), constataram que densidades de árvores por área muito baixas ou muito altas afetaram o desenvolvimento da altura dominante em *P. elliottii* e *P. taeda*. Nas densidades de 472 e 3.080 árvores/ha a diferença na altura dominante em *P. elliottii* foi de 1,5 m aos 15 anos e 3,4 m aos 30 anos a favor da menor densidade. No entanto, Sanquetta et al. (2003) não encontraram diferenças significativas

a nível de 5% de probabilidade para a variável altura em povoamentos de 12 anos de idade de *P. elliottii*, em densidade que variaram entre 909 e 3.333 árvores/ha.

4.3 Área seccional e basal

4.3.1 Área Seccional

Os valores calculados para a área seccional “g” foram menores na testemunha (31,49 cm²) aumentando na seguinte ordem de densidade: 3.000, 2.000 e 1.000 árvores/ha, nesta última com 100,57 cm². Os valores de “g” no desbaste tradicional ocuparam posição intermediária entre os tratamentos T e 3 (Figura 6).

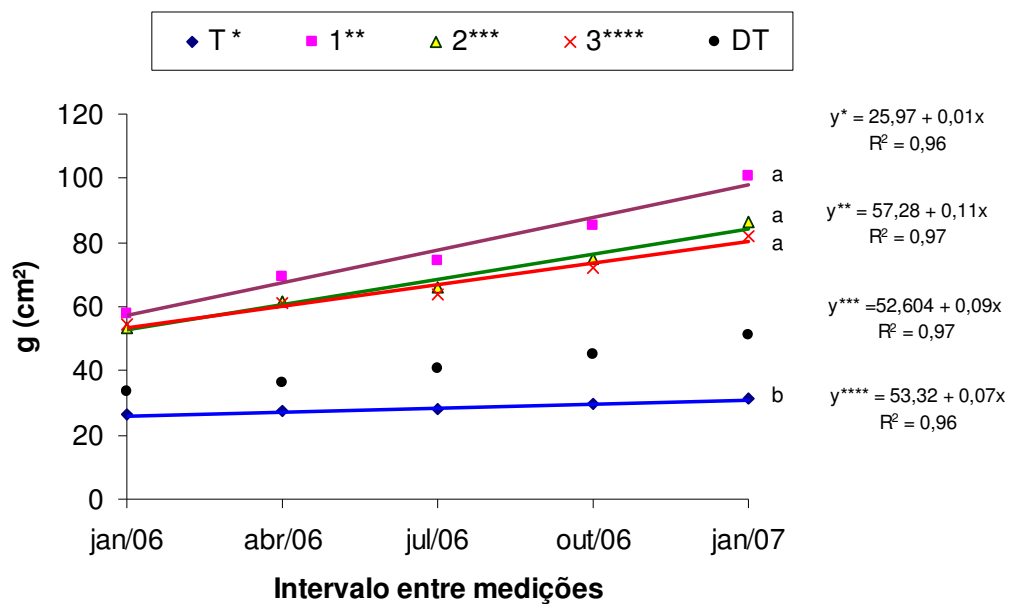


FIGURA 6 - Crescimento da área seccional (g) de *Pinus elliottii*, sob regeneração natural, submetida a diferentes intensidades de desbaste, ao longo de cinco épocas de avaliação. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.

A análise de regressão simples ajustou-se adequadamente aos valores de “g”, revelou efeito linear no aumento da “g” das árvores ao longo das épocas de avaliação, nos 4 (quatro) tratamentos considerados, sendo que os coeficientes

mostraram claramente essa tendência (Figura 6). Foi observado o maior valor para “g” no tratamento 1, seguindo-se os tratamentos 2 e 3, desbaste tradicional e finalizando com a testemunha.

O teste de Duncan aplicado às médias finais dos valores de “g” dos diversos tratamentos e repetições não acusou diferenças estatísticas, ao nível de 5%, entre as três intensidades de desbaste, sendo, porém, a “g” de todas elas superior à da testemunha.

A análise da variância constatou efeito significativo, ao nível 5%, para densidades de árvores, para épocas de avaliação e para a interação épocas de avaliação x densidades de árvores.

Quanto ao incremento corrente anual (ICA) da área seccional, no período compreendido entre janeiro de 2006 e janeiro de 2007, os valores absolutos apresentaram diferenças significativas pela análise da variância (Figura 7). O teste de Duncan, mostrou que o tratamento 1 foi significativamente superior aos tratamentos 2 e 3, que foram superiores a testemunha ao nível de 5% de probabilidade. Os valores absolutos mostraram que quanto menor o número de árvores/ha, maior o incremento da área seccional.

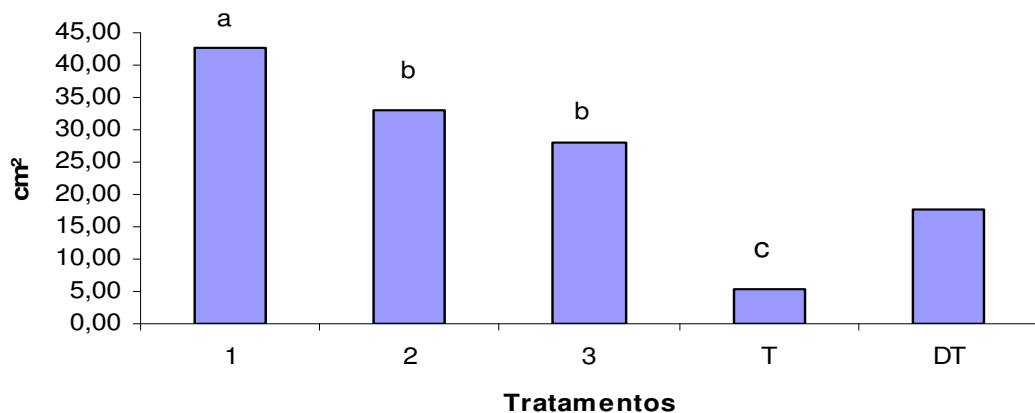


FIGURA 7 - Incremento corrente anual (ICA) da área seccional (g) de *Pinus elliottii* sob regeneração natural, submetida a diferentes intensidades de desbaste, no período compreendido entre janeiro de 2006 e janeiro de 2007. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS, 2007.

4.3.2 Área basal

No caso da área basal, a análise de variância mostrou diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos desbastados (1.000, 2.000 e 3.000 árvores/ha) e a testemunha. Também foi significativa a diferença entre épocas de avaliação, assim como, para a interação épocas de avaliação x tratamento.

A análise de regressão linear indicou valores crescentes de “G” em função do tempo nos tratamentos de 1, 2 e 3, e decrescentes na T (Figura 8). A alta mortalidade de árvores na testemunha, decorrente da competição intra-específica, e a insuficiência do crescimento do CAP das árvores remanescentes para manter os valores de “G” nas condições do experimento em janeiro de 2006 explicam essa relação inversa. Aconteceu, então, que na testemunha o crescimento da CAP das árvores remanescentes não foi suficiente para manter os valores de “G”, que já era maior em épocas anteriores.

Relacionando-se a evolução da área seccional (g) com a área basal (G), verifica-se, que existe uma relação direta de “G” com a densidade de árvores. O maior número de árvores por área compensa o menor crescimento individual em CAP. Nas densidades menores, mesmo “ g ” seja maior, o menor número de árvores ocasiona menores valores de “G”.

O teste de Duncan mostrou não haver diferença significativa, ao nível de probabilidade de 5%, entre os valores médios de “G” no final do experimento, nos tratamentos de 1, 2 e 3 árvores/ha, ocorrendo diferença significativa somente entre estes e a testemunha (Figura 8).

A diminuição da área basal na testemunha reflete o potencial máximo do local. Espera-se que com o passar dos anos ela se estabilize num valor próximo aos 70m²/ha, conforme determinado por Glufke et al. (1997). Os autores trabalhando com *P. elliottii*, aos 25 anos de idade, encontraram o referido valor em Ponte Alta do Norte/SC,

em altitude superior a 700 m, local considerado menos favorável à espécie. Schneider & Finger (1994) encontraram valor semelhante para a espécie, em povoamento de 17 anos de idade, no município de Santa Cecília/SC.

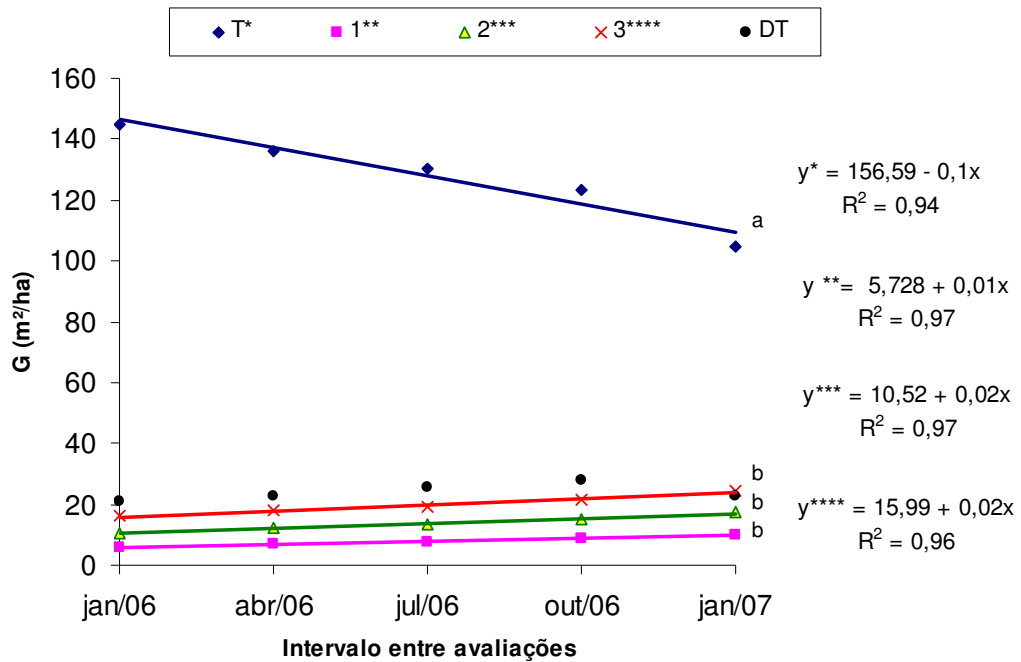


FIGURA 8 - Área basal (G) (m²/ha), de *Pinus elliottii*, sob regeneração natural, submetida a diferentes intensidades de desbaste ao longo de cinco épocas de avaliação. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.

A área basal de 70 m²/ha pode ser considerada alta, se comparada com as de outros países, visto que, de acordo com o Agriculture Handbook 654 (1991), qualquer valor de “G” acima de 20 m²/ha entre 20 e 30 anos do povoamento ou acima de 17 m²/ha aos 40 anos, resulta num crescimento próximo ao máximo para o *P. elliottii*.

Quanto ao ICA da área basal, a análise da variância mostrou diferenças significativas, a nível de 5 % de probabilidade entre tratamentos. O teste de Duncan não acusou diferenças entre os tratamentos 1, 2 e 3, sendo estes diferentes da testemunha. Observando-se a Figura 9, verifica-se que, em valores absolutos, “G” aumentou da menor densidade de árvores (1.000) para a maior (3.000), evidenciando comportamento

inverso ao verificado com “g”. Entretanto, na testemunha ocorreu o decréscimo de “G”, devido à diminuição do número de árvores, causado pela mortalidade natural, face à elevada competição intra-específica.

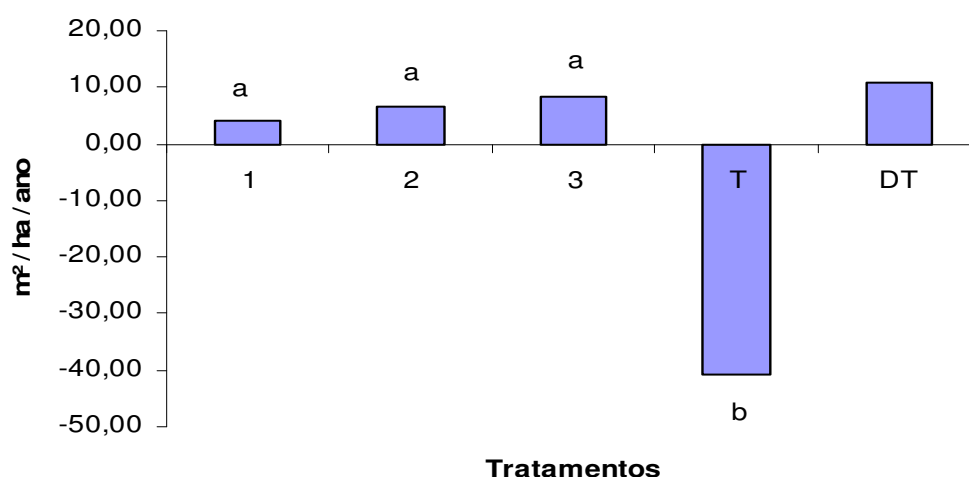


FIGURA 9 - Incremento em área basal (G) de *Pinus elliottii* sob regeneração natural, submetido a diferentes intensidades de desbaste, no período compreendido entre janeiro de 2006 e janeiro de 2007. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.

4.4 Volume de madeira por hectare

Com relação ao volume de madeira (V) em m³/ha, a análise da variância demonstrou haver diferença significativa entre tratamentos e na interação época de avaliação x tratamentos no decorrer do ano de 2006, porém, não foi observada diferença significativa quando analisada somente a variação entre as datas de medição.

A análise de regressão linear mostrou crescimento volumétrico em m³/ha para os tratamentos 1, 2 e 3 e decréscimo do volume no tratamento testemunha, conforme já relatado para a área basal (G). No caso do tratamento T, o coeficiente de determinação de 0,38, considerado baixo, foi atribuído a alta variabilidade da CAP, aliada ao elevado número de indivíduos na testemunha e potencializada na equação do volume. Das equações da reta, determinadas para os diversos tratamentos, o de 3.000

árvores/ha é o que apresenta maior tendência para o crescimento de V (m³/ha), seguido pelos tratamentos de 2.000 e 1.000 árvores/ha (Figura 10).

O volume individual de madeira (V) em m³ teve o mesmo comportamento observado na área seccional (g), ou seja, nas maiores densidades foram encontrados os menores volumes individuais e vice-versa. Já o volume por unidade de área (m³/ha) apresentou comportamento inverso ao do volume individual, devido ao número de árvores de cada tratamento.

Os volumes apresentados na Tabela 3 são de madeira com casca, sendo que os valores de madeira útil (sem casca) são de 74%, 77%, 73% e 73% do (V) com casca, respectivamente para os tratamentos testemunha, 1.000, 2.000 e 3.000 árvores /ha.

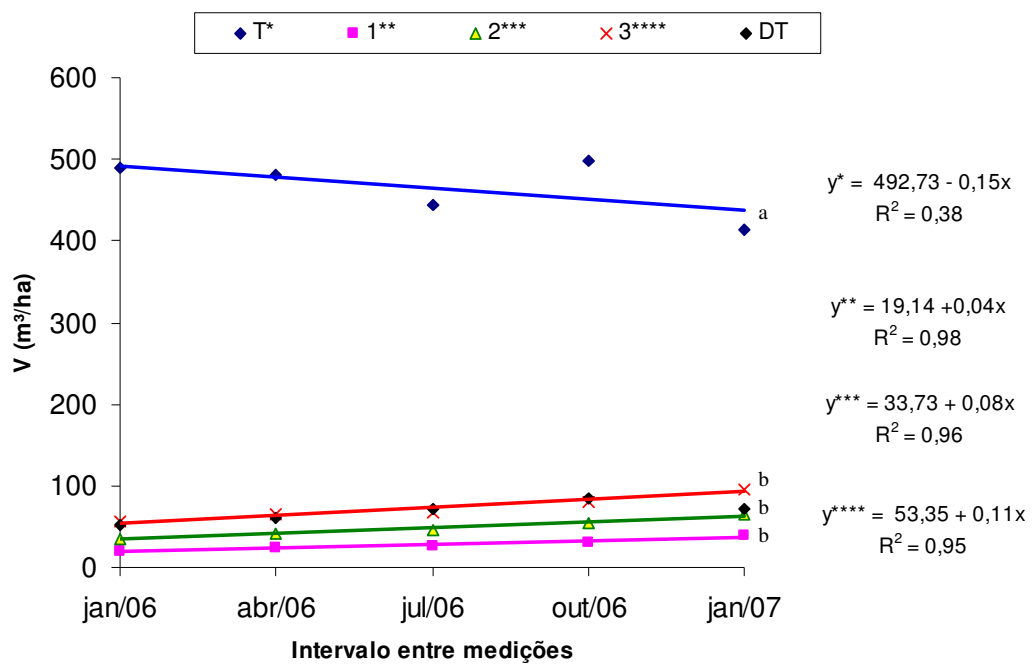


FIGURA 10 - Crescimento do volume de madeira (m³/ha) de *Pinus elliottii*, sob regeneração natural, submetido a diferentes intensidades de desbaste ao longo de cinco épocas de avaliação. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.

O teste de Duncan revelou que não houve diferença significativa do crescimento em volume (m^3/ha), ao nível de 5 % de probabilidade, entre os tratamentos 1, 2 e 3. Porém, o V (m^3/ha) desses três tratamentos foram inferiores ao da testemunha.

Os incrementos corrente anual (ICA) e médio anual (IMA) em m^3/ha , para o ano de 2006, são apresentados na Figura 11, sendo que foram usados dois valores para representar o desbaste tradicional, um considera o volume que a parcela apresentaria caso não tivesse ocorrido o desbaste leve em outubro de 2006 (DT2), e o outro valor mostra a situação da parcela após desbaste (DT1). Para o cálculo do IMA considerou-se a idade do povoamento igual a 5 anos.

A análise da variância do ICA do volume acusou diferença significativa entre tratamentos para o ano de 2006. O teste de Duncan só detectou diferença significativa, à nível de 5% de probabilidade, entre a testemunha e os três tratamentos com desbaste.

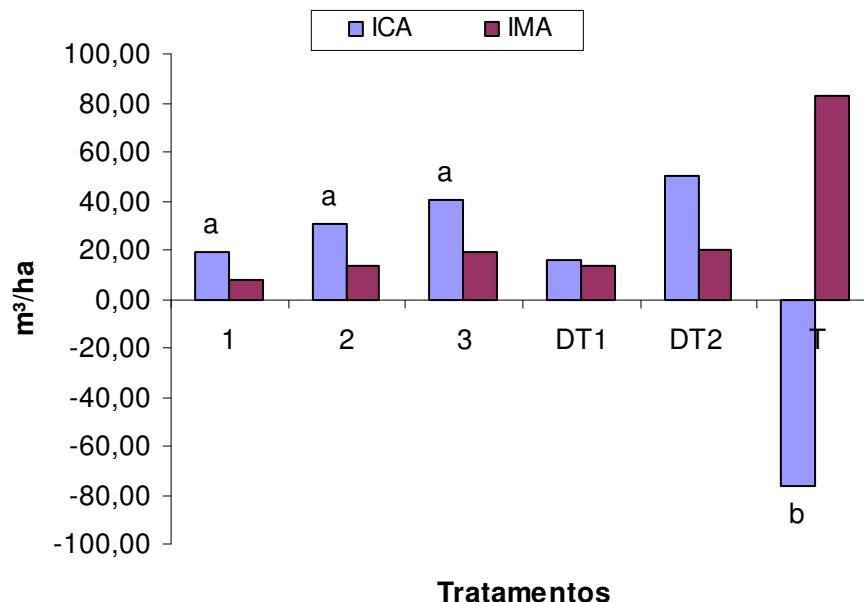


FIGURA 11 - Incremento corrente anual (m^3/ha) e incremento médio anual (m^3/ha) de *Pinus elliottii* sob regeneração natural, submetido a três intensidades de desbaste, comparada aos do desbaste tradicional, no ano de 2006. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.

O ICA no ano de 2006 foi de 40,66 m³/ha no tratamento 3, sendo inferior nos tratamentos 2 e 1; 31,01 e 19,34 m³/ha respectivamente (Figura 11). Na parcela do desbaste tradicional, onde ocorreu desbaste de 1/3 das árvores (de 6.240 para 4.160 árvores/ha), em outubro de 2006 (DT1), o ICA foi de 16,05 m³/ha. O ICA seria, aproximadamente, 50 m³/ha com a densidade original (DT2) de árvores por hectare.

Schneider & Finger (1993) encontraram o IMA de 25,20 m³/ha em povoamento de *Pinus elliottii* com 2.400 árvores/ha e idade de 7 anos, no planalto do estado de Santa Catarina. Já Glufke et al. (1997) determinaram o valor de ICA igual a 64 m³/ha/ano entre 7,5 e 10,5 anos de idade do povoamento, da mesma espécie e densidade semelhante.

Os resultados estimados para a parcela do desbaste tradicional DT2, mostraram incremento pouco superior daquele encontrado no tratamento 3, sendo que densidade/ha nessa parcela era o dobro daquela do tratamento 3, em torno do 6.000 árvores/ha. Neste caso, as árvores da parcela do desbaste tradicional já se encontravam em franca competição. Em caso de desbaste comercial nessa área, para remoção de volumes iguais, por exemplo, 40 m³, o número de árvores removidas seria bem maior em comparação com o tratamento 3. Isso acarretaria maiores custos de corte.

4.5 Taxa de crescimento da circunferência à altura do peito

A análise da variância demonstrou haver diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, nas taxas de crescimento do CAP, entre as densidades de árvores, épocas de avaliação e interação densidade de árvores x épocas de avaliação.

A Figura 12 mostra que a densidade teve influência marcante na taxa de crescimento da CAP, com valor máximo atingido no tratamento 1, 9,39% de crescimento no verão e 9,2% na primavera, e valor mínimo no outono, 3,98%. No

inverno a taxa de crescimento foi de 7,73%. Os tratamentos de 2, 3 e T, apresentaram valores abaixo, em relação ao tratamento 1, ficando o desbaste tradicional com valores entre o tratamento 3 e o da T.

O teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade, mostrou que a maior taxa de crescimento da CAP ocorreu no tratamento 1, sendo significativamente superior à taxa de crescimento do tratamento 3, mas não diferindo do tratamento 2. A taxa de crescimento da CAP na testemunha foi inferior à dos demais tratamentos. A taxa de crescimento anual da média da CAP foi maior no tratamento 1 (36,12%), seguindo com valores decrescentes para as densidades de 2, 3, DT e T, essa última apresentando diferença de 8,86% entre as medias obtidas em janeiro de 2006 e janeiro de 2007.

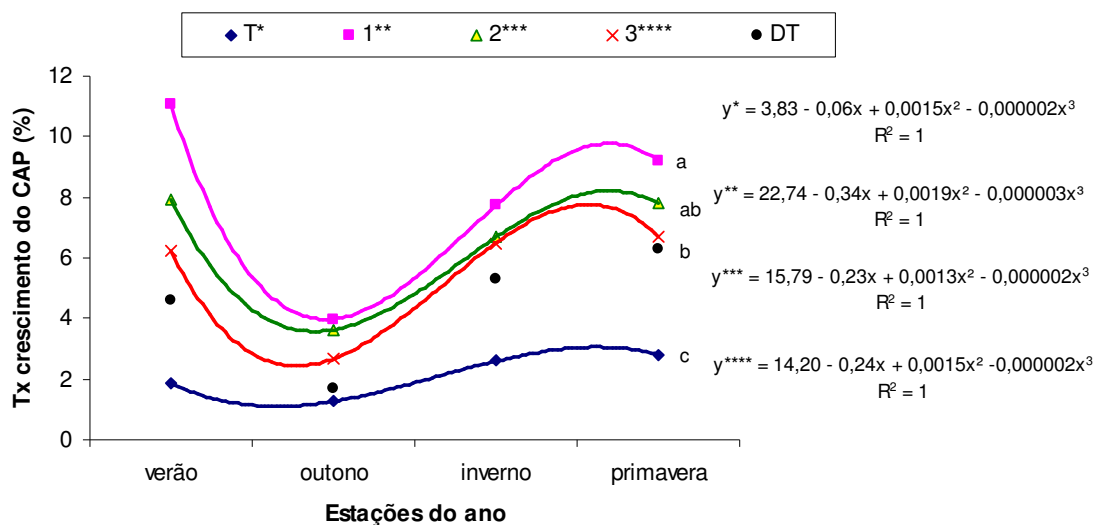


FIGURA 12 - Taxa de crescimento da circunferência à altura do peito (%) de *Pinus elliotii* sob regeneração natural, submetida a diferentes intensidades de desbaste, ao longo do ano de 2006. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.

Os períodos do ano de maior crescimento da CAP estão de acordo com Lanner (1976), em que o autor cita meados do inverno (agosto) como sendo o início do crescimento, que se estende até o outono do ano seguinte (maio). Em Agriculture Handbook 654 (1991), é encontrada citação semelhante. Koch (1972) relata que pode

ocorrer crescimento durante as estações mais frias do ano, desde que o solo tenha umidade suficiente.

A taxa de crescimento da CAP é uma resposta direta à densidade de árvores por área, como pode ser observado na figura 12. As taxas são maiores ao longo das estações do ano no tratamento com menor número de árvores por área e decresce à medida que aumenta o adensamento, chegando ao mínimo no tratamento testemunha.

4.6 Taxa crescimento em altura

Conforme exposto no item 4.2, a variável altura não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos testados, conseqüentemente as taxas de crescimento em altura seriam similares. Efetivamente, a análise da variância comprovou, ao longo do ano de 2006, que não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para o efeito de densidade de árvores e da interação densidades de plantas x épocas de avaliação. Porém, o efeito das épocas de avaliação foi significativo, independentemente das densidades de plantas.

A análise de regressão demonstrou ser a equação polinomial de 3º grau a que melhor se ajusta para explicar as respostas obtidas (Figura 13). Em todos os tratamentos, as taxas de crescimento foram menores no período compreendido entre abril e junho de 2006 (outono), e maiores nos meses de outubro a janeiro (primavera e início de verão).

Pode-se observar que as árvores na parcela do desbaste tradicional apresentaram padrão da taxa de crescimento em altura semelhante às das parcelas que receberam tratamento, porém, com valores, em geral, superiores a essas últimas. Um possível efeito do estiolamento, devido à maior densidade de árvores, poderia explicar a razão da maior taxa de crescimento na parcela com desbaste tradicional.

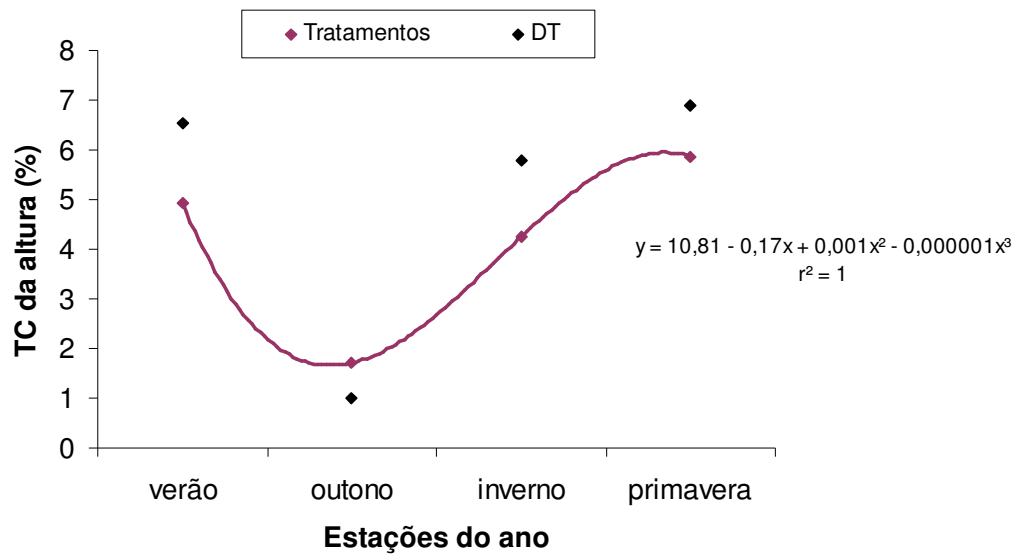


FIGURA 13 - Taxa de crescimento em altura (%) de *Pinus elliottii*, sob regeneração natural submetido a diferentes intensidades de desbaste, ao longo do ano de 2006. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.

No tratamento testemunha, o estiolamento não foi verificado devido ao grande número de árvores por área, o que limita os recursos disponíveis do sistema, fato citado em Spurr & Barnes (1973) e comprovado por Aguiar et al. (1995).

Na parcela do desbaste tradicional, em outubro de 2006, observou-se, visualmente a senescência dos galhos situados na parte inferior do tronco em algumas árvores, ou seja, já estava ocorrendo a competição por luz entre as árvores. A maior taxa de crescimento em altura na parcela do desbaste tradicional, mesmo sendo a densidade de árvores maior que nos tratamentos 1,2 e 3, dá indício da qualidade do sítio para a espécie *Pinus elliottii*.

4.7 Custos e receitas

De acordo com as informações fornecidas pela equipe técnica da Celulose Irani S. A., o manejo da regeneração do *Pinus elliottii* na fase juvenil, consiste em dois desbastes, o primeiro ocorrendo entre 3,5 e 4 anos após o corte raso, intitulado

“desbaste pesado” (remanescente de 3.000 árvores/ha) e o segundo, 1 ano após o primeiro, intitulado “desbaste leve” (remanescente de 1.700 árvores/ha).

O custo desse desbaste, auferido em janeiro de 2007 é de R\$ 270,00 /ha no desbaste pesado e R\$ 220,00/ha no desbaste leve, totalizando R\$ 490,00.

Caso a implantação do povoamento de *P. elliottii* fosse feita da maneira tradicional, os custos informados seriam os seguintes:

- Combate a formiga por 1 ano – R\$ 91,00/ha
- Plantio e replantio – R\$ 268,00/ha
- Mudanças – R\$ 360,00/ha
- Formicida – R\$ 35,00/ha
- Se necessário, antes do plantio é efetuada uma roçada, ao custo de R\$160,00/ha.

Somando esses custos, sem a roçada, constata-se que 1 ha custa, no sistema tradicional, R\$ 754,00; enquanto que, se manejada a regeneração natural, esse custo é de R\$ 490,00 somente aos 4 anos de idade do povoamento.

O valor de R\$ 754,00, se corrigidos às taxas aplicadas em caderneta de poupança, com rendimento em torno de 8% ao ano, no final de 4 anos redundaria num total de R\$ 949,00/ha. Com isso, a diferença em relação ao manejo da regeneração natural, seria de R\$ 459,00 por hectare, gerando uma economia de aproximadamente 50% nos custos de implantação de povoamento de *Pinus elliottii*, nas condições ambientais do litoral norte do Rio Grande do Sul.

Além desses desbastes iniciais (não comerciais), o cronograma da empresa Celulose Irani S.A. prevê o primeiro desbaste comercial entre 9 e 10 anos de idade do povoamento, quando devem ser deixadas em torno de 950 árvores por hectare. A madeira retirada é direcionada para o processo de fabricação de chapas MDF (Medium

Density Fiberboard), cujo requisito mínimo para a compra da produção é que as árvores tenham DAP mínimo de 8 cm (CAP = 25,13 cm). Nesse desbaste o volume médio de madeira obtido é de 70 m³/ha, com valor de venda de R\$ 30,00/m³, livre de despesas de corte e transporte, totalizando R\$ 2.100,00/ha.

A resinagem, tanto nos plantios convencionais quanto no manejo da regeneração natural, deverá iniciar entre os 11 e 12 anos de idade, quando as árvores atingirem DAP de 18 cm (CAP = 56,52 cm).

O segundo desbaste comercial deverá ocorrer em torno dos 14 anos de idade do povoamento, deixando somente 550 árvores/ha, com projeção de uma produção de 80 m³/ha de madeira, dos quais 40% do volume deverá estar em condições de ser comercializado como tora, com DAP acima de 13 cm (CAP = 40,8 cm) avaliada em R\$ 50,00/m³, livre de custos de corte e transporte gerando R\$ 1.600,00/ha, e 48 m³ de madeira para processo (MDF) com valor de R\$ 30,00/m³, obtendo R\$ 1.440,00.

Os custos apresentados pela empresa são similares aos apresentados por Silva et al. (2004) para implantação de povoamento de eucalipto, com mudas em tubetes, no cerrado, próximo a Brasília. Neste estudo o custo médio do hectare implantado foi de R\$ 703,02, sendo que a utilização de mão-de-obra por hectare foi de 31 hora-homem.

4.8 Estimativas de produção nas densidades testadas

Os cálculos efetuados consideram o corte para desbaste de, no máximo, 40 % do volume total, visto ser esse o regime de desbaste que provoca menores perdas em produção total (Schneider & Finger, 1994, Glufke et al., 1997), visando o melhor aproveitamento da área.

Considerando o incremento linear da CAP e a manutenção do incremento volumétrico para os próximos anos, estimou-se em quais idades as árvores alcançariam, em cada tratamento, a CAP mínima para a utilização no processo de fabricação de MDF (CAP = 25 cm), para venda como tora (CAP = 41 cm), ou resinagem (CAP = 56,5 cm). Esses dados são apresentados na Tabela 4, que ilustra também os volumes de madeira estimados, correspondentes a cada produto de comercialização, assim como para os anos de 2009 e 2010.

Em todos os 3 tratamentos de desbaste testados e na parcela desbaste tradicional, em janeiro de 2007, as árvores atingiram a CAP de 25 cm, requisito mínimo para o processo de fabricação do MDF, porém os volumes produzidos nos tratamentos 1 (38,6 m³/ha) e 2 (66,0 m³/ha) não foram suficientes para compensar os custos da colheita.

TABELA 4 - Estimativas da idade e do volume de madeira de *Pinus elliottii*, submetidas as diferentes intensidades de desbaste, para atender as exigências de mercado como tora e resinagem. Empresa Celulose Irani S. A., Cidreira, RS. 2007.

Tratamentos	V (m ³ /ha) em Janeiro de 2007	Idade ao completar CAP igual a 41,0 cm	V ao atingir CAP igual a 41,0 cm (m ³ /ha)	Idade ao completar CAP igual a 56,5 cm	V de madeira (m ³ /ha) em Janeiro de 2009	V de madeira (m ³ /ha) em janeiro de 2010
1	38,7	5,7	52,0	7,5	77,4	96,7
2	66,0	6,2	103,8	8,4	128,1	159,1
3	96,2	6,6	162,5	9,3	177,5	218,1
DT	71,4	8,2	231,4	11,5	151,0	201,0

O tratamento 3 permite o desbaste de 40 m³/ha, visto que possui em torno de 100 m³ (96,1 m³/ha), gerando receita de R\$ 1.200,00/ha, deixando-se 1.800 árvores/ha. Entretanto, tal desbaste não é aconselhável ainda, aos cinco anos do povoamento, já que as árvores se encontram em franco crescimento, e o fato do ICA não ter ainda alcançado o seu valor máximo. Assim é, também, na parcela DT1, que após o desbaste das

árvores em outubro de 2006, já apresenta aceleração do crescimento das árvores remanescentes.

O que foi exposto evidencia o maior custo de colheita e transporte da produção da parcela desbaste tradicional, visto que para remoção de 50 m³ de madeira são abatidas em torno de 2.500 árvores. Já na remoção do mesmo volume no tratamento 3 seriam abatidas 1.500 árvores.

Devido a isso e ao fato da empresa Celulose Irani S.A. ter no cronograma a execução de dois desbastes apenas, foram efetuados cálculos considerando apenas o tempo que as diversas densidades de árvores por área testadas nesse experimento levariam para atingir a CAP de 41,0 cm e 56,6 cm.

As estimativas apresentadas na Tabela 4 servem apenas como referência para futuras ações de manejo, visto que o crescimento das árvores apresenta variações em resposta a fatores genéticos e condições ambientais.

Como pode ser visto na Tabela 4, as estimativas calculadas a partir das medições efetuadas na parcela desbaste tradicional, estão coincidindo com o cronograma de desbaste da empresa. A idade com a qual as árvores atingirão a CAP de 41,0 cm será aos 8,2 anos, quando o volume total de produção nessa parcela é estimado em aproximadamente 231 m³/ha. A empresa prevê o primeiro desbaste comercial entre 9 e 10 anos do povoamento.

O tratamento 3 atingiria CAP de 41,0 cm aos 6,6 anos, ou seja, 1,5 anos antes do DT, sendo a produção volumétrica final de 162 m³/ha. Esses dados estão próximos aos apresentados por Schneider & Finger (1994), que efetuaram o primeiro desbaste comercial em povoamento de *Pinus elliottii* com densidade original de 2.500 árvores/ha aos 7 anos de idade. E no momento do desbaste as árvores apresentavam DAP de 15,3 cm, e o volume de madeira era de 184,2 m³/ha.

Considerando como objetivo final a resinagem e levando-se em consideração a manutenção das densidades de árvores testadas, estima-se que a densidade menor (1.000 árvores/ha) atingiria a CAP mínima (56,5 cm) para resinagem aos 7,5 anos, enquanto a maior densidade (3.000 árvores/ha) só atingiria a mesma CAP aos 9,3 anos e na parcela desbaste tradicional, aos 11,5 anos.

O primeiro desbaste comercial ocorrendo antecipadamente, permitiria que as árvores remanescentes tivessem incremento volumétrico em torno de 60 m³/ha, entre 7 e 9 anos de idade do povoamento, o que compensaria o maior volume obtido pelo desbaste tradicional aos 9 anos de idade. Isto sem contar que a qualidade da madeira obtida no segundo desbaste comercial, aos 14 anos (de acordo com cronograma da empresa Celulose Irani S.A.) ou antes, produziria maior volume em toras, com DAP maior que 25 cm (CAP > 78,5 cm) e maior valor comercial (R\$ 50,00/m³), livre de custos de corte e transporte.

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A CAP média dos tratamentos que sofreram desbastes aumentou de 17,0 cm em junho/2005 para 25,4 cm em janeiro/2006, um acréscimo de 8,4 cm na CAP das árvores remanescentes. Um ano após, em janeiro/2007, os mesmos tratamentos apresentaram a CAP média de 31,1 cm, quando comparados à testemunha, cuja CAP média foi de 18,9 cm. Os tratamentos que sofreram desbastes apresentaram, portanto, imediata resposta a incrementos significativos da CAP, quando comparados a testemunha, que, por sua vez, mostrou incrementos insignificantes ao longo do período de medição.

Dessas informações, pode-se sugerir que a empresa inicie o desbaste nos povoamentos de *Pinus elliottii* antes que a regeneração atinja 4 anos de idade.

Na testemunha ocorreu a morte de mais de 50% das plantas nesse período, compreendido entre junho de 2005 e janeiro de 2007. Esse desbaste natural permitiu que as plantas remanescentes tivessem um incremento em CAP mínimo (1,9 cm), 11,2% em relação a junho/2005.

Iniciar o desbaste antes dos 4 anos de idade do povoamento permitiria que as árvores remanescentes obtivessem incrementos maiores do que os observados nos tratamentos com desbaste. O desbaste tardio vai ocasionar acúmulo de material orgânico

sobre a superfície do solo, já que não existe mercado para esse material. Se, por um lado, esse fato é positivo porque mantém o estoque de nutrientes e evita a germinação de sementes depositadas no solo, por outro lado, em períodos mais secos do ano pode aumentar o risco de incêndios florestais.

O potencial de crescimento do *Pinus elliottii* na região possibilitaria o início do manejo da regeneração com idades menores das árvores, deixando um número elevado de árvores/ha para os padrões da silvicultura praticada, aproveitando-se, assim, o fato de existir mercado para árvores de pequeno DAP. Iniciando mais cedo o manejo da regeneração, poder-se-ia proceder ao desbaste pesado deixando até mais que as 3.000 árvores/ha testadas nesse experimento. O primeiro desbaste comercial poderia então ser antecipado para os 5 anos, com a retirada de 50% das árvores e venda da madeira para a indústria do MDF. Dessa maneira, o potencial do sítio estaria sendo melhor aproveitado, além da antecipação de receitas e maximização dos lucros.

A empresa Celulose Irani S.A., ao proceder o desbaste pesado, tem o objetivo de conservar 3.000 árvores/ha e, no ano seguinte, depois do desbaste leve, deixar somente 1.700 árvores/ha. A contagem de árvores realizada nesta pesquisa evidenciou que, na realidade, após o desbaste pesado, havia 6.240 árvores/ha, ou seja, praticamente o dobro do número pretendido pela empresa no primeiro desbaste. Após o desbaste leve ainda permaneciam no local mais de 4.000 árvores/ha, bem acima das 1.700 árvores/ha pretendidas. Isso indica que os operários podem não estar executando corretamente o desbaste, sendo conveniente para a empresa verificar os motivos da defasagem, entre desbaste pretendido e o efetivamente realizado.

Se essas diferenças estiverem ocorrendo de modo generalizado em outras áreas sob regeneração natural, então os incrementos em CAP e de todas variáveis

relacionáveis, como área basal e volume de madeira, não serão as desejadas ou esperadas pela empresa, podendo afetar significativamente seus rendimentos.

Outro aspecto a considerar, é o desbaste, da maneira como ele é praticado, com a disposição aleatória das árvores no terreno, dificultando os desbastes comerciais, o processo da resinagem e outros tratos culturais. O ideal seria que as árvores ficassem dispostas em linhas como ocorre no sistema de implantação tradicional. Isso talvez pudesse ser feito, iniciando o desbaste em estágios em que os tecidos das plantas não estejam ainda lignificados, em torno de 1 ano de idade da regeneração, com a enxada rotativa acoplada ao trator, obedecendo a linha de tocos do plantio anterior. Posteriormente, o excesso de árvores na linha poderia ser desbastado com foice. Dessa maneira, ocorreria maior incremento do crescimento das árvores, além de facilitar a execução de tratos culturais posteriores.

6 CONCLUSÕES

As intensidades de desbaste testadas promovem o crescimento das árvores na CAP, mas não afetam o crescimento em altura.

A manutenção de 3.000 árvores/ha no desbaste aos 4 anos de idade do povoamento, permite antecipação do primeiro desbaste comercial, com aproximadamente 70 m³/ha de madeira aproveitável.

O manejo da regeneração do *Pinus elliottii* se mostra economicamente viável, com redução de custos de 50% em relação ao plantio de mudas.

O desbaste pesado, em áreas de regeneração natural, se efetuado antes dos 4 anos e mantendo-se até 3.000 árvores/ha, permite a resinagem a partir de 9-10 anos, ao passo que, pelo manejo adotado pela empresa, a resinagem só inicia a partir do 12 anos.

A antecipação do desbaste pesado, deixando menor densidade de árvores/ha, possibilita a realização do primeiro desbaste comercial, com aproveitamento da madeira retirada, já aos 5 anos de idade da floresta.

Da análise sazonal do crescimento do *Pinus elliottii* no litoral norte do Rio Grande do Sul, pode-se concluir que, para se obter melhores ganhos nos incrementos em CAP, deve-se proceder aos desbastes no período compreendido entre o final do outono e início do inverno.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURE HANDBOOK 654. **Silvics of North America: 1. Conifers; 2. Hardwoods**. Forest Service, Washington, DC, 1991. Vol. 1, 1383 p. Disponível em: <http://www.na.fs.fed.us/pubs/silvics_manual/table_of_contents.shtm>. Acesso em: 14 mai. 2006.

AGUIAR, I.B. de; VALERI, S.V.; SPINELLI, P.; SARTORI FILHO, A.; PIRES, C.A de M. Efeito de intensidades de desbaste sobre o crescimento em altura e diâmetro de *Eucalyptus citriodora* Hook. **IPEF**, Piracicaba, n. 48/49, p. 1-7, jan./dez. 1995. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/edicoes.asp>>. Acesso em: 19 set. 2006.

ARESB. Associação dos Resinadores do Brasil. São Paulo. **Contém informações técnicas e dados sobre produção de resina no Brasil**. Disponível em: <<http://www.aresb.com.br>> , Acesso em: 09 mai. 2007.

ARCE, J.E.; GOMES, F. dos S.; SANQUETTA, C.R.; CRUZ, E.C. da . Utilização dos processos de difusão na avaliação e simulação precoces do crescimento de povoamentos de *Pinus taeda* L. **CERNE**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 154-170, 1998.

BRASSIOLO, M. M. **Avaliação da regeneração Natural de *Pinus elliottii* Engel. var. *elliottii* na Floresta Nacional de Capão Bonito, SP**. 1988. 112f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1988.

BURKES, E. C.; WILL, R. E.; BARRON-GAFFORD, G. A.; TESKEY, R. O.; SHIVER, B. Biomass Partitioning and Growth Efficiency of Intensively Managed *Pinus taeda* and *Pinus elliottii* Stands of Different Planting Densities. **Forest Science**, Bethesda, v. 49, n. 2, p. 224-234, 2003. <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em 04 dez. 2005.

COSTAS, R.; MAC DONAGH, P.; WEBER, E.; FIGUEIREDO, S.; IRSCHICK, P. Influencias de la densidad y podas sobre la producción de *Pinus taeda* L. a los 7 años de edad. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 275-284, 2005. Disponível em: <http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/publicacoes.html>>. Acesso em: 09 mai. 2007.

COELHO, M. C. B.; FINGER, C. A. G. Crescimento em altura para *Pinus elliottii* Engelm originado por diferentes métodos de regeneração em Canela,RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.7, n.1, p. 139-155, 1997. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/publicacoes.html>>. Acesso em: 22 set. 2005.

DIAS, A.N.; LEITE, H.G.; SILVA, M.L. da; CARVALHO, A.F. de. Avaliação financeira de plantações de eucalipto submetidas a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.3, p. 419-429, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em 01 jul. 2007.

DRESCHER, R.; SCHNEIDER P. R.; FINGER, C. A. G.; QUEIROZ, F. L. C. Fator de forma artificial de *Pinus elliottii* Engelm para a região da serra do sudeste do estado do rio grande do sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.1, p.37-42, 2001. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/publicacoes.html>>. Acesso em: 29 jan. 2007.

FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. do A.; HOSOKAWA, R. T. Avaliação econômica da resinagem em floretas de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*. **IPEF**, Piracicaba, n. 45, p. 48-63, jan./dez. 1992. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/edicoes.asp>>. Acesso em: 19 ago. 2005.

GLUFKE, C.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R. Crescimento de *Pinus elliottii* Engelm sob diferentes intensidades de desbaste. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.7, n. 1, p.11-25, 1997. Disponível em: <http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/publicacoes.html>>. Acesso em: 19 set. 2006.

HIGA, A.R. Espécies de *Pinus* plantadas no Brasil. **Revista da madeira - Remade**, Curitiba/PR, n. 68, ano 12, p. 20-22, dezembro 2002.

HOPPE, J.M.; FREDDO, A.R. Efeito da intensidade de desrama na produção de *Pinus elliottii* Engelm. , no município de Piratini, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 47-56, 2003.

JANKOVSKI, T. **Estudo de alguns aspectos da regeneração natural induzida em povoamentos de *Pinus taeda* L. e *Pinus elliottii* Engelm.** 1996. 158 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996.

JOKELA, E. J.; DOUGHERTY, P.M.; MARTIN, T.A. Production dynamics of intensively managed loblolly pine stands in the southern United States: a synthesis of seven long-term experiments. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n. 102, p. 117-130, 2004. <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em 16 mar. 2006.

KLEIN, J.E.M.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G.; FLEIG, F.D. Produção de madeira e casca de Acácia-Negra (*Acácia mearnsii* De Wild) em diferentes espaçamentos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 87-97, 1992. Disponível em: <http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/publicacoes.html>>. Acesso em: 22 set. 2005.

KOCH, P. **Utilization of Southern Pines**. US Department of agriculture Forest service, USA. 1972.

LANNER, R. Patterns of shoot development in *Pinus* and their relationship to growth potencial. Editado por M. Cannel e F. Last. In: **Tree physiology and yield improvement**. London: Academic Press, 1976. p. 223-243).

LEITE, F. P.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; SANS, L. M. A.; FABRES, A. S. Crescimento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 313-321, 1997.

LISITA, A.; LEITE, H.G.; CAMPOS, J.C.C.; REGAZZI, A.J.; LELLIS, V.G.S. Efeitos de reespaçamentos na produção, diâmetro médio e na estrutura de povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n.4, p. 473-482, 1997.

LÓPEZ-SERRANO, F.R.; GARCÍA-MOROTE, A.; ANDRÉS-ABELLÁN, M.; TENDERO, A.; DEL CERRO, A. Site and weather effects in allometries: A simple approach to climate change effect on pines (*Pinus halepensis*) **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, 215 (2005), p. 251–270. <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em 04 dez. 2005.

MAINARDI, G. L.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. Produção de *Pinus taeda* L. na região de Cambará do Sul, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 39-45, 1996. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/publicacoes.html>>. Acesso em: 07 jun. 2007.

MATTEI, V.L.; LONGHI, S.J. Avaliação da regeneração natural de *Eucalyptus paniculata* Smith. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n.1, p. 55-65, 2001.

NEVES, G. A.; MARTINS, C. A.; MYIASAVA, J.; MOURA, A. F. de; LEPESCH, S. L. **Análise econômico-financeira da exploração de Pinus resinífero em pequenos módulos rurais**. Sorocaba: Programa de Estudos dos Negócios do Sistema Agroindustrial (USP), 2001. 48p. Disponível em: <<http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/neves,ga.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2005.

NILSSON, U.; ALLEN, H.L. Short- and long-term effects of site preparations, fertilization and vegetation control on growth and stand development of planted loblolly pine. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n. 175, p 367-377, 2003. Disponível em:<<http://www.sciencedirect.com>>.Acesso em: 15 jun. 2005.

PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. **Mensura Forestal**. San José, Costa Rica: IICA-BMZ/GTZ, 1997.561p.

RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J. S.; GHERSA, C. **Weed Ecology Implications for Management** . 2nd Edition. Wiley. 1997. 608p. ISBN 0471116068

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da agricultura e Abastecimento. Centro Nacional da Pesquisa do Trigo. **Macrozoneamento Agroecológico e Econômico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1994. 2v.

RENSI COELHO, A.S.; MELLO, H.A.; SIMÕES, J.W. Comportamento de espécies de eucaliptos face ao espaçamento. **IPEF**, Piracicaba. N. 1, p. 29-55, 1970. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/edicoes.asp>>. Acesso em: 16 jun. 2007.

SAMUELSON, L.J.; JOHNSEN, K.; STOKES, T. Production, allocation, and stemwood growth efficiency of *Pinus taeda* L. stands in response to 6 years of intensive management. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n.192, p. 59-70, 2004. <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em 16 mar. 2003.

SANQUETTA, C. R.; REZENDE, A. V.; GAIAD, D.; SCHAAF, L. B.; ZAMPIER, A. C.; ARCE, J. E. Produção de madeira para celulose em povoamentos de *Pinus taeda* submetidos a diferentes densidades de plantios e regimes de desbaste: abordagem experimental. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 154-166, jul./dez. 2004. Disponível em: <http://www.dcf.ufla.br/cerne/edicoes_anteriores.htm> . Acesso em: 21 nov. 2005.

SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E.; MELLO, A. A. de; SILVA, E.Q. da; BARTH FILHO, N.;MATOSKI, S.L.S. Produção de madeira livre de nós em povoamentos de *Pinus taeda* em função da densidade de plantio. **Cerne**, Lavras, v.9, n.2, p.129-140, jul./dez. 2003. Disponível em: <http://www.dcf.ufla.br/cerne/edicoes_anteriores.htm> . Acesso em: 05 set. 2005.

SBS. Sociedade Brasileira de Silvicultura. São Paulo. **Contém informações institucionais, técnicas, notícias e publicações**. Disponível em: <http://www.sbs.org.br>. Acesso em: 19 nov. 2006.

SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. Determinação de regimes de Desbaste para povoamentos de *Pinus elliottii* E. do planalto ocidental no estado de Santa Catarina. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 43-59, 1994. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/publicacoes.html>>. Acesso em: 19 set. 2006.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Influência da intensidade do desbaste sobre o crescimento em altura de *Pinus elliottii* E. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 3, n. 1, p. 171-184, 1993. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/publicacoes.html>>. Acesso em: 22 set. 2005.

SCHEXNAYDER, J. C. **Growth of a slash pine spacing study five years after thinning**. 40 f. 2005. Dissertação (Mestrado) – Master of Science in forestry. Louisiana State University, 2005. Disponível em: <<http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-07142005-232038>>. Acesso em: 14 mai. 2006.

SILVA, K.R.; MINETTI, L.J.; FIEDLER, N.C.; VENTUROLI, F.; MACHADO, E.G.B; SOUZA, A.P. de. Custos e rendimentos operacionais de um plantio de eucalipto em região de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 361-366, 2004.

SPATHELF, P.; SELING, I. Efeitos Econômicos de Diferentes Programas de Desbaste em Povoamentos de *Pinus elliottii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n.1, p.21-44, 2000. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/publicacoes.html>>. Acesso em: 19 set 2006.

SPURR, S. H.; BARNES, B. V. **Forest Ecology**. New York. The Ronald Press Company, 1973. 571p.

STRECK, E. V.; KÁMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E., NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002.

TOMASELLI, I.; TUOTO, M. Oferta de Pinus no Brasil. **Revista da madeira**, Curitiba/PR, n. 68, ano 12, p. 6-8, dezembro 2002.

TONINI, H.; FINGER, C.A.G.; SCHNEIDER, P.R.; SPATHELF, P. Comparação gráfica entre curvas de índice de sítio para *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* desenvolvidas no sul do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 143-152, 2002a. Disponível em: <http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/publicacoes.html>>. Acesso em: 05 set. 2005.

TONINI, H.; FINGER, C.A.G.; SCHNEIDER, P.R.; SPATHELF, P. Índice de sítio para *Pinus elliottii* Engelm, em três unidades de mapeamento de solo, nas regiões da serra do sudeste e litoral, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 61-73, 2002b. Disponível em: <http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/publicacoes.html>>. Acesso em: 13 nov. 2004.

WALCROFT, A.S.; WHITEHEAD, D.; KELLIHER, F.M.; ARNETH, A.; SILVESTER, W.B. The effects of long-term, partial shading on growth and photosynthesis in *Pinus radiata* D. Don trees. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n. 163, p. 151-163, 2001. <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em 04 dez. 2005.

WARING, R. H.; SCHLESINGER, W. H. **Forest Ecosystems Concepts and Management**. Orlando: Academic Press, INC, 1985. 340p.

WILL, R. E.; BARRON, G. A.; BURKES, E. C.; SHIVER, B.; TESKEY, R. O. Relationship between intercepted radiation, net photosynthesis, respiration, and rate of stem volume growth of *Pinus taeda* and *Pinus elliottii* stands at different densities. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, 154 (2001), p. 155-163. <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em 16 mar. 2006.

XIAO, Y.; JOKELA, E.J.; WHITE, T. L. Species differences in crown structure and growth performance of juvenile loblolly and slash pine. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n. 174, p.295-313, 2003. <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em 30 set. 2005.

ZHOU, W. Optimal natural regeneration of Scots pine with seed trees. **Journal of Environmental Management**, Amsterdam, n. 53, p263-271, 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em 30 set. 2005.