

**DEFINIÇÃO DE REGIMES DE DESBASTES E PODA
ECONOMICAMENTE ÓTIMOS PARA *Pinus taeda***

FAUSTO WEIMAR ACERBI JÚNIOR

Mestrado em Engenharia Florestal

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

FAUSTO WEIMAR ACERBI JÚNIOR

**DEFINIÇÃO DE REGIMES DE DESBASTES E PODA
ECONOMICAMENTE ÓTIMOS PARA *Pinus taeda***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração Produção Florestal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. JOSÉ ROBERTO SOARES SCOLFORO

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

1998

FAUSTO WEIMAR ACERBI JÚNIOR

**DEFINIÇÃO DE REGIMES DE DESBASTES E PODA
ECONOMICAMENTE ÓTIMOS PARA *Pinus taeda***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração Produção Florestal, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 27 de Fevereiro de 1998

Prof. Sebastião do Amaral Machado UFLA

Prof. Antônio Donizetti de Oliveira UFLA

Prof. José Roberto Soares Scolforo
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

À Tarsis

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar em meu coração e em minha mente, abençoando cada dia de minha vida.

Ao meu orientador Prof. José Roberto Scolforo pela amizade, pelos ensinamentos técnicos indispensáveis à minha formação profissional e sobretudo pelo exemplo de determinação, ética, caráter e profissionalismo.

Aos professores Antônio Donizetti de Oliveira e Sebastião do Amaral Machado pela amizade, pelos ensinamentos e pela valiosa contribuição para a realização e fortalecimento desse trabalho.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Empresa PISA FLORESTAL S/A, pela concessão dos dados e em especial ao gerente florestal Romualdo Maestri pelos esclarecimentos e pelo apoio dado ao longo desse trabalho.

À Tarsis, Flávia e toda família Hermeto, principalmente por existirem e fazerem parte da minha vida e pelo constante apoio e carinho.

À meus pais, irmãos e toda a minha família pelo amor, carinho e incentivo dados ao longo de toda a minha vida.

Ao amigo e irmão Frederico Pulz pelo companheirismo e por todos esses anos de amizade sincera.

Ao amigo Adelson e todos os demais companheiros de Pós-Graduação.

À Lilian e Chica pela amizade e pelo carinho com a minha pessoa.

À Biá pela amizade e pelos serviços prestados para a realização desse trabalho.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Ciências Florestais pelos ensinamentos e pela prazerosa convivência.

BIOGRAFIA

FAUSTO WEIMAR ACERBI JÚNIOR, nasceu no dia dezenove de dezembro de 1970, na cidade de Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil, filho de Fausto Weimar Acerbi e Maria da Conceição Corrêa Acerbi.

Realizou seus estudos de 1º e 2º graus em sua cidade natal, concluídos no Colégio José de Mello Moraes no ano de 1988.

Em agosto de 1990 ingressou na Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, graduando-se em julho de 1995.

Em agosto de 1995, iniciou o curso de Mestrado em Engenharia Florestal, na Universidade Federal de Lavras, defendendo a Dissertação em fevereiro de 1998.

SUMÁRIO

	Págin
	a
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 Considerações sobre o planejamento florestal.....	4
2.2 Modelos de crescimento e produção com simulador de desbaste.....	6
2.3 Critérios de análise econômica de povoamentos florestais.....	16
CAPÍTULO 1: SIMULAÇÃO E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE REGIMES DE DESBASTES PARA <i>Pinus taeda</i> PARA OBTENÇÃO DE MÚLTIPLOS PRODUTOS DA MADEIRA.....	24
RESUMO.....	24
ABSTRACT.....	25
1.1 INTRODUÇÃO.....	26
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
1.2.1 Localização e características da área.....	28
1.2.2 Definição dos regimes de manejo economicamente ótimos.....	29
1.2.2.1 Prognose do crescimento e da produção.....	29
1.2.2.2 Estrutura de Custos e Preços.....	40
1.2.3.1 Custo da Terra.....	42
1.2.4 Critérios de Análise de Investimentos.....	43

1.2.5 Análise de Sensibilidade.....	44
1.2.5.1 Número total de regimes de manejo simulados para cada cenário.....	45
	Página
	a
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
1.3.1 Geração dos regimes de manejo para o cenário 1.....	47
1.3.2 Geração dos regimes de manejo para o cenário 2.....	56
1.3.3 Geração dos regimes de manejo para o cenário 3.....	67
1.3.4 Produção volumétrica para os três Cenários.....	76
1.4 CONCLUSÕES.....	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
CAPÍTULO 2: SIMULAÇÃO E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE REGIMES DE DESBASTES E PODA PARA <i>Pinus taeda</i> PARA OBTENÇÃO DE MADEIRA LIVRE DE NÓS E MADEIRA PARA MÚLTIPLOS USOS.....	82
RESUMO.....	82
ABSTRACT.....	83
2.1 INTRODUÇÃO.....	84
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	86
2.2.1 Localização e características da área.....	86
2.2.2 Definição dos regimes de manejo ótimos economicamente.....	86
2.2.2.1 Prognose do crescimento e da produção.....	87
2.2.3 Estrutura de Custos e Preços.....	97
2.2.3.1 Custo da Poda.....	100
2.2.3.2 Custo da Terra.....	101

2.2.4 Critérios de Análise de Investimentos.....	102
2.2.5 Análise de Sensibilidade.....	104
2.2.5.1 Número total de regimes de manejo simulados para cada cenário.....	104
	Págin
	a
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	105
2.3.1 Geração dos regimes de manejo para o cenário 1.....	105
2.3.2 Geração dos regimes de manejo para o cenário 2.....	124
2.3.3 Produção volumétrica para os 2 cenários em estudo.....	142
2.4 CONCLUSÕES.....	144
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	146
APÊNDICE.....	148
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	173

RESUMO

ACERBI JÚNIOR, Fausto Weimar. Definição de regimes de desbaste e poda economicamente ótimos para *Pinus taeda*. Lavras: UFLA, 1998. 177p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

Este estudo teve como objetivos: simular e avaliar economicamente regimes de desbaste para *Pinus taeda*, para obtenção de múltiplos produtos da madeira e simular e avaliar economicamente regimes de desbastes e de poda para *Pinus taeda*, para obtenção de madeira livre de nós (clearwood), e de madeira para múltiplos usos. A área em estudo, de propriedade da Empresa PISA Florestal S.A., está situada no município de Jaguariaíva-PR. No primeiro capítulo foram testados 3 cenários com diferentes números, época e intensidade de desbaste a partir de diferentes densidades iniciais de plantio, em diferentes níveis de produtividade. Os regimes de manejo foram submetidos na análise de investimento a 3 taxas de desconto, a plantios em áreas planas e acidentadas e em terras arrendadas ou da própria empresa o que totalizou 133.920 diferentes opções de manejo. As simulações de crescimento, produção e desbastes foram obtidas a partir do software PISAPRO. Já as análises econômicas foram realizadas a partir da maximização do valor presente líquido geral, utilizando para tal o software INVEST. Os regimes de manejo que apresentaram maiores rentabilidades para a classe de sítio I e para os custos de produção e preços estipulados, foram aqueles com plantio de 1.667 árvores/ha e com corte final aos 21 ou até 22 anos, após a realização de 2 desbastes: o primeiro aos 12 anos, mantendo 800 árvores/ha e o segundo aos 14 anos, mantendo de 400 a 600 árvores/ha. Para o sítio II a melhor opção foi a adoção de regimes de manejo com plantio de 1.667 árvores/ha e corte final aos 22 anos, após a realização de 2 desbastes: o primeiro aos 12 anos, mantendo de 800 a 900 árvores/ha e o segundo aos 14 anos, mantendo 400 árvores/ha. Já para o sítio III a melhor opção foi a adoção de regimes de manejo com plantio de 1.333 árvores/ha e corte final aos 22 anos, após a realização de 2 desbastes: o primeiro aos 12 anos,

Comitê Orientador: José Roberto S. Scolforo - UFLA (Orientador), Sebastião do Amaral Machado, Antônio Donizetti de Oliveira.

mantendo de 800 a 900 árvores/ha e o segundo aos 14 anos, mantendo de 400 a 500 árvores/ha. Para os sítios com classe de produtividade IV e V não foi constatada em qualquer das combinações testadas a presença de lucro. No segundo capítulo foram testados 2 cenários com diferentes números, épocas e intensidade de desbaste, a partir de diferentes densidades iniciais de plantio, em diferentes níveis de produtividade, almejando a produção de madeira podada, livre de nós, e de madeira não podada para vários usos. Os regimes de manejo gerados foram submetidos na análise de investimento a 3 taxas de desconto, a plantios em áreas planas e acidentadas, em terras arrendadas e da própria empresa e a seis diferentes opções de preço da madeira podada em relação a madeira não podada, o que totalizou 344.088 diferentes opções de manejo. Para a obtenção de madeira livre de nós, necessariamente, o 1º desbaste foi um desbaste pré-comercial, realizado em idades jovens e seguido de poda. As simulações de crescimento, produção e desbastes foram obtidas a partir do software PISAPRO. Já as análises econômicas foram realizadas a partir da maximização do valor presente líquido geral, utilizando para tal o software INVEST. Os regimes de manejo que apresentaram maiores rentabilidades, para as classes de sítio I e II e para os custos de produção e preços estipulados, foram aqueles com plantio de 833 árvores/ha e com corte final aos 21 anos, após a realização de 3 desbastes: sendo o primeiro um pré-comercial seguido de poda aos 4 anos, mantendo 500 árvores/ha, o segundo um comercial aos 12 anos, mantendo 400 árvores/ha e o terceiro um comercial aos 14 anos mantendo 100 árvores/ha. Já para a classe de sítio III a melhor opção foi a adoção de regimes de manejo com plantio de 1.111 árvores/ha e corte final aos 20 anos, após a realização de um desbaste pré-comercial seguido de poda aos 4 anos, mantendo 500 árvores/ha e de 1 desbaste comercial aos 12 anos, mantendo 200 árvores/ha. A segunda poda para as três classes de sítio foi realizada entre 7 e 8 anos de idade.

ABSTRACT

DEFINITION OF THINNING REGIMES AND PRUNING ECONOMICALLY OPTIMUM FOR *Pinus taeda*

This study had the objectives of simulating and evaluating, on the economic point of view, thinning regimes for *Pinus taeda* for obtaining the multiproducts from the wood and simulating and evaluating thinning regimes and pruning to obtain the clearwood and wood for multiple uses. The area of study, belonging to the enterprise PISA FLORESTAL S.A., is located in the county of Jaguariaiva, state of Paraná - Brazil. The first chapter deals with tests of 3 scenarios with different numbers, time and thinning intensities from different initial planting densities at different levels of productivity. The management regimes were submitted, in the investment analysis, to 3 discount rates, for plantings on level and rough lands, as well as, on rented and owned lands, totaling 133,920 different management options. The growth and yield values were obtained and thinning simulations were made by the PISAPRO software. The economic analyses were performed through the maximization of the present general net value by using the INVEST software. The management regimes, which presented the highest profitability for the class I site, specified production costs and prices, were those with planting of 1667 trees per hectare, and final cutting at 21 or 22 years after 2 thinning operations: the first one at 12 years maintaining 800 trees/ha and second one at 14 years maintaining 400 to 600 trees/ha. For the site II, the best option was the adoption of management regimes with planting 1667 trees/ha, and final cutting at 22 years after 2 thinning operations: the first one at 12 years of age maintaining 800 to 900 trees/ha and second one at 14 years maintaining 400 trees/ha. For the site III, the best option was the adoption of management regimes with planting 1333 trees/ha, and final cutting at 22 years after 2 thinning operations: the first one at 12 years of age maintaining 800 to 900 trees/ha and second one at 14 years

Guidance Committee: José Roberto S. Scolforo - UFLA (Major Professor), Sebastião do Amaral Machado, Antônio Donizetti de Oliveira.

maintaining 400 to 500 trees/ha. For the sites IV and V, there was no profit for any combination tested (management regimes). In the second chapter, 2 scenarios were tested with different numbers, time and thinning intensities from different initial planting densities, at different levels of productivity, aiming at the production of pruning wood, clearwood and no pruned wood for several uses. The generated management regimes were submitted, during the investment analysis, to 3 discount rates for plantings on both plain and rough lands, on rented and owned lands and for 6 different options of pruned wood prices related to no pruned wood, totaling 344,088 different management options. For obtaining clearwood, necessarily a pre-commercial thinning (first thinning) must be done at the young ages (4 to 5 years) followed by pruning. The management regimes, which presented highest profitability for class I and II sites, were those with 833 trees per hectare initially, and with final felling at 21 years after 3 thinning operations: a pre-commercial thinning followed by pruning at the age of 4 maintaining 500 trees/ha, a commercial thinning at the age of 12 maintaining 400 trees/ha and a third thinning (commercial) at 14 maintaining 100 trees/ha. For the site III, the best option was the adoption of management regimes with 1111 planted trees/ha and final cutting at 20 years, after the accomplishment of a pre-commercial thinning followed by pruning at the age of 4 maintaining 500 trees/ha and a commercial thinning at the age of 12 maintaining 200 trees/ha. The second pruning for the 3 classes of the site was achieved between 7 and 8 years of age.

**Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação
da Biblioteca Central da UFLA**

Acerbi Júnior, Fausto Weimar

Definição de regimes de desbastes e poda economicamente ótimos para *Pinus taeda* / Fausto Weimar Acerbi Júnior. -- Lavras : UFLA, 1998.

177 p. : il.

Orientador: José Roberto Soares Scolforo.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Pinus taeda. 2. Crescimento. 3. Produção. 4. Desbaste - Simulação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.9751

1 INTRODUÇÃO GERAL

O *Pinus taeda* e o *Pinus elliottii* são espécies nativas do sul dos Estados Unidos e foram introduzidas no Brasil em 1948, pelo Serviço Florestal do estado de São Paulo.

No estado do Paraná, o gênero *Pinus* chegou 5 ou 6 anos mais tarde, através da Divisão Florestal da Secretaria de Agricultura do Paraná. Mas foi a partir de 1965, com a instituição do novo Código Florestal Brasileiro e de 1996, com a promulgação da Lei 5.106/66 que concedia incentivos fiscais, via dedução nas declarações de rendimento das importâncias comprovadamente aplicadas em florestamento e reflorestamento, é que a atividade florestal que vinha se mantendo quase estática até então, passou a se tornar dinâmica.

Atualmente, nos reflorestamentos da região sul do país, há predominância do gênero *Pinus*, com 1,06 milhões de hectares plantados, o que equivale a cerca de 60% da área reflorestada. Somente o estado do Paraná possui 605,132 mil hectares com plantações de *Pinus*, o que corresponde a 57% da área reflorestada com esse gênero em toda a região sul do país (Siqueira, 1995).

A produção de madeira em tora, proveniente de reflorestamento na região sul, experimentou um crescimento expressivo nos últimos anos, 863%

entre 1975 e 1990. No Paraná este crescimento foi de 453%, uma vez que, em 1975, foi registrado uma produção de 1,6 milhões de m³, e, em 1990, de 8,9 milhões de m³, sendo que no último ano o estado do Paraná contribuiu com 36,5% da produção regional (Siqueira, 1995).

Admitindo-se que a taxa de crescimento da demanda por madeira em toras de *Pinus*, procedente de reflorestamento, deverá continuar crescendo na mesma intensidade verificada nos últimos anos, haverá um equilíbrio entre oferta e demanda de *Pinus* na região sul por volta do ano 2.004. No Paraná a oferta e a demanda se equilibrarão no ano de 2006, porém há que se observar que o “superávit” gerado nos primeiros anos poderá suprir a demanda até o ano 2015 aproximadamente, no entanto, deve ser ressalvado que a madeira gerada no período de “superávit” poderá sofrer restrições de uso, não sendo adequada, por exemplo, para fins mais nobres (Siqueira, 1995).

A nível mundial, estimativas elaboradas pela FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), consideram taxas médias de crescimento acima de 2,5% a.a. para o consumo de produtos da madeira até o ano 2010 (Macedo e Mattos, 1995).

No entanto, para que as empresas do setor florestal brasileiro vislumbrem essas promissoras perspectivas de médio e longo prazo para o mercado mundial de produtos florestais, é imprescindível um planejamento criterioso da produção, ou seja, é extremamente necessário a adoção de regimes de manejo adequados para cada espécie, em cada sítio, que visem prioritariamente a qualidade do produto final. Isso quer dizer que o Brasil só poderá competir no mercado internacional de toras, por exemplo, se essas tiverem um mínimo de qualidade exigida pelo mercado. É nesse contexto que está a grande importância da utilização de sistemas de predição do crescimento e da produção com simulador de desbaste, fazendo com que situações factíveis

sejam simuladas e analisadas de acordo com os critérios da engenharia econômica, possibilitando assim uma visão conjunta dos fatores biológicos e econômicos na tomada de decisão de qual o melhor regime de manejo para cada espécie, em cada sítio, e para um determinado produto final desejado.

Desta forma esse trabalho tem como objetivos:

- Simular e avaliar economicamente regimes de desbastes para *Pinus taeda*, para obtenção de múltiplos produtos da madeira.

- Simular e avaliar economicamente regimes de desbastes e de poda para *Pinus taeda*, para obtenção de madeira livre de nós (clearwood), e de madeira para múltiplos usos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Considerações sobre o planejamento florestal

Segundo Sanquetta (1995), planejamento da produção florestal é a organização estrutural das atividades de produção de madeira (e outros bens e benefícios oriundos da floresta) através de técnicas analíticas, com o objetivo de se indicar opções de manejo que contribuam da melhor forma para atender os objetivos do empreendimento e também da coletividade.

Na busca de melhor desempenho econômico, um planejamento consciencioso e detalhado é fundamental. Para tanto, o planejador florestal precisa contar com dados confiáveis, representativos das condições operacionais da empresa e instrumentos eficientes de apoio à tomada de decisão. Tais premissas se tornam mais relevantes no planejamento da empresa florestal onde, o longo prazo de retorno dos investimentos, associado aos altos custos envolvidos, torna imprescindível o uso de técnicas especiais de planejamento que permitam alcançar os objetivos almejados. (Silva, 1992).

O planejamento da atividade florestal, aliado a um gerenciamento eficiente, conduz ao sucesso da atividade florestal. (Scolforo e Maestri, 1997).

Planejar a produção de uma floresta significa definir os objetivos pretendidos, ou seja, os “Retornos de Investimentos” e prever em termos de longo prazo a produção total, incluindo todos os cortes a serem realizados no povoamento, quais sejam: desbastes, cortes seletivos, cortes para regeneração, corte final, etc. (Oliveira, 1995).

Para o planejamento da produção e da empresa florestal, dois elementos são considerados básicos para que decisões gerenciais possam ser baseadas em

critérios técnicos. Um deles é o conhecimento e o domínio de toda a estrutura de custos, preços e taxas de juros. O outro é a produção presente e futura que cada sítio e cada espécie podem propiciar ao longo do tempo, essa informação pode ser obtida com a utilização de técnicas de modelagem de crescimento e de produção. Estas técnicas tornam possíveis as avaliações de intervenções silviculturais e a realização de análises econômico-financeiras, podendo-se assim configurar diferentes situações para fundamentar os processos de tomada de decisões, tais como: o momento de efetuar desbastes, a definição da rotação econômica ótima por sítio, a possibilidade de detectar excedente ou escassez do produto considerado, o estudo de casos sobre aquisição ou não de terras em função da distância de transporte do produto considerado e inferências sobre a utilização dos múltiplos produtos da madeira, dentre outras (Scolforo e Maestri, 1997).

Segundo Menezes, Schneider e Klein (1990), o elevado tempo para o retorno do capital de um investimento florestal, aliado ao custo crescente do dinheiro, faz com que o planejamento da produção deva ser realizado criteriosamente. Neste contexto, o planejador deve lançar mão de todas as técnicas disponíveis para melhor planejar a produção florestal para determinado fim. Neste aspecto é que modelos de programação matemática podem ser usados para assistir os planejadores no desenvolvimento de políticas ótimas de corte das florestas.

Com a evolução da ciência da computação, os processos matemáticos para determinação dos coeficientes dos modelos e de suas aplicações práticas nas atividades de planejamento florestal deixaram de ter limitações. Os sistemas de prognose do crescimento e da produção tornaram-se integrados, envolvendo muitos componentes interrelacionados. As técnicas tornaram-se mais refinadas,

envolvendo funções de densidade de probabilidade e funções de mortalidade (Oliveira, 1995).

Em diversos países, especialistas das áreas de gestão e pesquisa operacional, se utilizam dos mais modernos recursos de informática para gerar planos florestais ótimos. Esses planos analisam toda a área florestada conjuntamente, apesar de basearem-se em informação disponível por talhão. Por definição, um sistema de planejamento para a floresta é aquele que define como deverão ocorrer as intervenções florestais em cada talhão sob um ponto de vista das conseqüências para a floresta como um todo. (Rodriguez, Bueno e Rodrigues, 1997).

2.2 Modelos de crescimento e produção com simulador de desbaste

Segundo Bevege (1967), citado por Bertoloti et al. (1983), um dos maiores problemas, encontrados na produção de madeira para serraria nos EUA, é a ocorrência de defeitos internos no fuste, não sendo possível detectá-los na árvore em pé. Como consequência, grande soma de recursos é aplicada na exploração, transporte, secagem e desdobro da madeira de baixa qualidade. Torna-se imprescindível, portanto, a aplicação correta de diferentes técnicas de desbaste e desrama, visando à obtenção de madeira com boa qualidade para serraria, laminação ou faqueado.

Segundo Scolforo e Maestri (1997), no manejo florestal, o objetivo do empreendimento determina os regimes a serem adotados. A obtenção de diversos produtos (toras), ao longo da vida de um povoamento florestal, depende da série de operações realizadas na floresta, como por exemplo:

- escolha da espécie/procedência para o local
- espaçamento silvicultural
- desbastes

- poda

Quanto à poda, deve-se atentar para alguns aspectos que influenciam a economicidade desta prática, como:

- A época da poda;
- A intensidade da poda;
- O tipo de poda.

Hosokawa (1988), discorre sobre esses aspectos:

a) Época de Poda

Depende principalmente da forma de industrialização da madeira. Assim, em caso de desenrolados, a poda deverá ser iniciada quando a árvore alcançar um diâmetro na ponta da tora pretendida, de tal forma que este diâmetro será o resíduo nos desenrolados. A altura da poda é definida pelo comprimento da tora objetivada.

b) Intensidade de Poda

A intensidade de poda definida como qual parcela do povoamento deverá ser podada depende de vários fatores, mais diretamente do tipo de desbaste, que determinará quantas e quais árvores ficarão para o corte final.

c) Tipo de Poda

Na literatura encontra-se a poda seca e verde. Sem dúvida, a poda verde significa muito mais do ponto de vista econômico, porque o nó ao ser absorvido pelo lenho produzirá menor defeito e mais volume utilizável.

Seitz (1995) destaca que a importância da poda está na obtenção de madeira de alta qualidade, livre de nós, que pode ser utilizada para fins de movelaria, madeira aparente e laminação, produzindo peças que se destacam

pela beleza estética e pela resistência mecânica. Estas características permitem que esta madeira alcance um maior valor no mercado.

Quanto aos desbastes eles podem ser:

a) Sistemáticos: quando se corta as árvores a partir de um esquema fixo de escolha, em função da disposição das mesmas no povoamento.

b) Seletivos: neste caso, basicamente são cortadas as menores árvores do povoamento. Tanto o diâmetro quanto a altura são importantes na escolha das árvores a serem cortadas.

c) Mistos: quando se processa primeiro o desbaste sistemático e, em seguida, nas linhas remanescentes, o seletivo.

Na Figura 1, pode-se observar a frequência dos diâmetros em função dos tipos de desbastes.

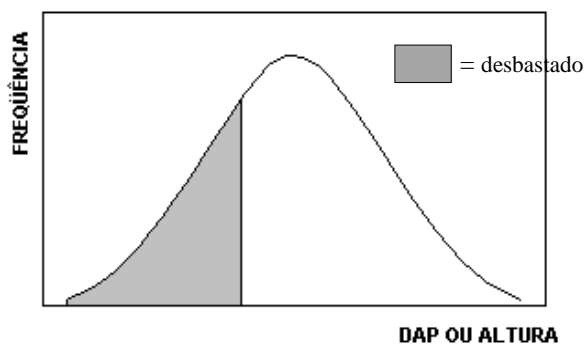
Segundo Monteiro Alves (1982), citado por Mainardi, Schneider e Finger (1996), a intervenção nos povoamentos através dos desbastes contribui, do ponto de vista biológico, para pôr a disposição das árvores remanescentes ao desbaste, potencialidades de crescimento antes atribuídas também às árvores removidas e isto traduz em mais espaço aéreo para o desenvolvimento das copas, maior superfície de produção fotossintética para um menor número de indivíduos e também maiores disponibilidades de nutrientes minerais e água.

De acordo com Scolforo, Maestri e Machado (1997), os desbastes têm a finalidade de:

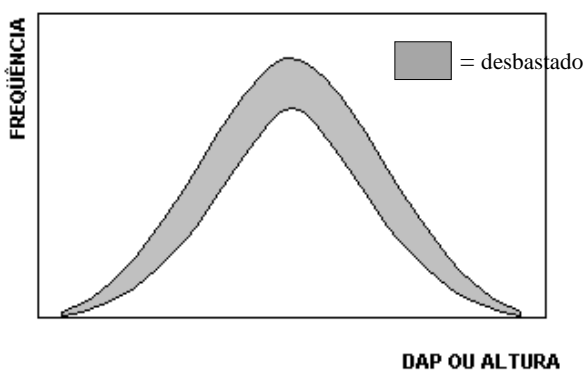
- produção intermediária ao longo da vida da floresta;
- melhorar o padrão da floresta remanescente pela retirada de árvores de menor porte e defeituosas;
- promover a abertura de espaço entre as árvores, diminuindo a competição e, assim, possibilitando a retomada do crescimento;
- diminuir o estresse das árvores, como forma de proteção ao ataque de pragas e doenças;

- evitar a ocorrência de mortalidade.

a) Desbaste seletivo



b) Desbaste sistemático



c) Desbaste sistemático seguido de seletivo

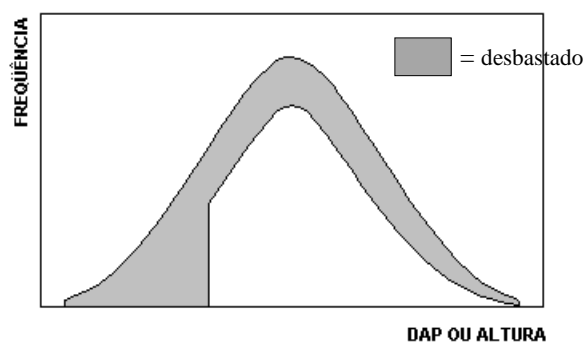


FIGURA 1. Frequência dos diâmetros em função dos tipos de desbastes.

FONTE: Oliveira (1995)

A aplicação de desbastes pode, em função do seu peso, causar a diminuição da produção total, mas possui o propósito primordial de elevar a produtividade comercial dos sortimentos, através do aumento da dimensão individual das árvores (Schneider, 1993).

Segundo Scolforo e Maestri (1997), os desbastes não só influenciam as dimensões como também a qualidade da madeira produzida. A influência dos desbastes na qualidade da madeira pode ser melhor observada para o gênero *Eucalyptus*, onde a manutenção do ritmo de crescimento acelerado propicia a formação de madeira com menos rachaduras, já que haverá uma menor tensão no sentido medula casca. Neste caso as árvores atingirão mais cedo maiores níveis de densidade, que se manterão constantes à medida em que mais desbastes, menos intensos, são executados.

Segundo Mainardi, Schneider e Finger (1996), as empresas florestais que cultivam florestas estão a todo momento colocando em questão a tendência do mercado consumidor, e conseqüentemente, realizando prognoses relacionadas ao estoque de madeiras que possuem e/ou possuirão em suas florestas. Em vista deste problema, é de grande valia que sejam utilizadas técnicas capazes de prever estas estimativas de estoque, com precisão.

Segundo Marcolin e Couto (1993), através de modelos de predição de crescimento e produção é possível o estudo de alternativas de manejo para diferentes condições de sítio, idades de desbaste e níveis de intervenção. Os autores afirmam que modelar o crescimento de povoamentos sem desbaste é mais simples que para povoamentos desbastados, pois a intensidade e idade dos desbastes são variáveis que influenciam de diferentes modos no crescimento da espécie em estudo.

Scolforo (1993), analisando as variáveis que potencialmente representam o tipo e o nível de desbastes, como a proporção de árvores

removidas, proporção de área basal removida, razões de diâmetro e idade de desbaste, optou por uma forma de trabalho onde o que é quantificado em cada possível desbaste é função do valor central da classe de diâmetro e do diâmetro médio quadrático do povoamento antes de efetuar o desbaste.

Segundo Scolforo e Machado (1996), desbastes têm sido, particularmente no caso do *Pinus* sp, uma das mais importantes alternativas silviculturais, influenciando o crescimento e a produção por meio do tamanho, do vigor, da qualidade das árvores e da regulação da densidade. Representá-los por meio de funções matemáticas, associando estas à função de distribuição diamétrica, é uma opção consistente e objetiva para que simulações de desbastes sejam implementadas, por meio de sistemas de crescimento e produção, viabilizando, desta maneira, análises econômicas para definir regime de manejo ótimo, planos de manejo por meio de programação linear e análises do crescimento e da produção do povoamento, sujeitos aos vários regimes de manejo que vierem a ser testados.

A aplicação de modelos de simulação representativos de modelos reais, implementados em computadores, torna as decisões do planejador mais claras e eficientes que qualquer regra prática ou soluções baseadas na experiência (Johnson et al., 1977).

Sanquetta (1995) define modelo de simulação da produção florestal como um sistema, geralmente de equações matemáticas implementadas em computador, que pode ser usado para prever o desenvolvimento de um povoamento florestal. Um modelo para ser de fato um simulador de produção deve propiciar condições ao usuário de investigar as consequências de interferências hipotéticas, naturais ou artificiais, na floresta objeto da modelagem.

A simulação permite não apenas visualizar a estrutura da realidade, mas também a relação causa-efeito, ação-reação, ambiente-tratamento. Através dela é descrito o comportamento de um sistema em função do tempo. A possibilidade de observar este comportamento é que diferencia a simulação de outros métodos de pesquisa operacional, ou seja, da programação linear e da dinâmica. (Hosokawa, 1980).

Os dois pontos mais importantes a serem observados no desenvolvimento e na aplicação de sistemas computacionais que constituem modelos de simulação de apoio ao planejamento florestal são: a existência de dados econômicos e técnicos necessários à descrição do sistema real e a consideração de todas as variáveis que influenciam os resultados do modelo real e de todas as interações existentes entre essas variáveis. A não observância desses dois fatores tem limitado o uso dos modelos de simulação de alternativas de manejo florestal existentes, pela pouca flexibilidade e aderência à sua realidade (Silva, 1992).

Segundo Volpi (1997), o significado usual dos modelos de simulação é o de que seja um procedimento computacional baseado num sistema real, através de relações lógicas e matemáticas. Este modelo é então usado para fazer experimentações ou cenários. Os resultados gerados destas execuções são analisados e conclusões podem ser obtidas para o sistema real.

É fundamental que um modelo de prognose do crescimento e da produção de povoamentos de *Pinus* possibilite a simulação de desbastes e a separação das estimativas de volume total da madeira em volumes parciais, estimados especificamente para segmentos dos troncos com dimensões adequadas a cada finalidade industrial. (Oliveira, 1995).

Nessa linha de modelagem, importante contribuição foi dada pelo programa SIMULADOR, desenvolvido por Scolforo (1990) em sua tese de

doutorado. Utilizando-se desse sistema para predição presente e futura do crescimento e da produção para um povoamento desbastado de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, Scolforo comparou dez alternativas de regimes de manejo através da simulação de diferentes intensidades, número e épocas de desbaste, além de diferentes idades de corte final. Analisando as produções intermediárias e ao final da rotação para os vários usos da madeira como aglomerado, serraria e laminação de cada regime de manejo e com base no critério econômico Valor Esperado da Terra (VET), o autor pode recomendar, com segurança, qual regime de manejo dentro do processo de otimização foi o mais eficiente para a espécie em questão, em cada uma das classes de produtividade (sítio).

Cabral (1990) desenvolveu o sistema SIMFLOR, capaz de simular e comparar economicamente alternativas de manejo de plantações florestais. Através desse sistema, o autor analisou 20 alternativas com diferentes idades de intervenção e de corte final, comparando-as segundo critérios do custo/benefício periódico equivalente e da taxa interna de retorno. Como resultado o autor obteve que, à exceção da alternativa representada por três rotações de quatro anos cada, todas as demais se apresentam economicamente viáveis quando se considerou uma taxa de desconto de 6% a.a. Entretanto, para as taxas de 8%, 10% e 12%, todas as alternativas se mostraram economicamente inviáveis.

Scolforo (1993), utilizando um sistema de crescimento e produção com simulador de desbaste, observou que na maioria das situações testadas, os limites, inferior e superior da situação real e daquela obtida através do simulador são idênticas, sendo que o desempenho da expressão de desbaste é tanto mais satisfatório, na medida em que não está sendo implementada a partir dos valores presentes estimados para o volume, mas sim dos valores projetados para o futuro, considerando um povoamento com 5 anos de idade.

Oliveira (1995) desenvolveu um sistema computadorizado capaz de integrar métodos de engenharia econômica a um simulador de crescimento e produção de povoamentos de *Pinus taeda*, implantados na região sul do Brasil. O sistema desenvolvido foi constituído por três softwares:

a) O simulador SISPINUS versão 2.0, que além da simulação de desbastes e do crescimento e produção anual do povoamento, fornece o sortimento de madeira por classe diamétrica para usos múltiplos das árvores provenientes de desbastes e do corte final;

b) O software PLANIN, que possibilita o cálculo dos parâmetros de avaliação econômico-financeira e a análise de sensibilidade da rentabilidade a diferentes taxas de atratividade; e

c) O software REPLAN, que gerencia um banco de dados sobre rentabilidade de regimes de manejo, tendo por base o índice de sítio, a taxa de atratividade e a idade de rotação do povoamento.

Utilizando-se desse sistema para a simulação e avaliação econômica de 25 regimes de manejo, o autor verificou que o regime de manejo que apresentou maior rentabilidade para os custos de produção e preços estipulados, foi aquele com plantio de 2.500 árvores/ha e com corte final aos 22 anos, após a realização de 3 desbastes: o primeiro aos 8 anos (sistemático + seletivo, mantendo até 1.200 árvores/ha); o segundo, aos 12 anos (seletivo, removendo as árvores de pior qualidade, até 40% da população) e o terceiro aos 16 anos (seletivo, removendo as árvores de pior qualidade, até 30% da população).

Horn et al. (1986), citado por Cabral (1990), desenvolveram um sistema computacional para simular e analisar economicamente alternativas de manejo de plantações florestais. O sistema conta com um modelo de prognose da produção que, junto a outros dados fornecidos pelo usuário, possibilita analisar

economicamente os tratamentos silviculturais simulados, pelo uso de quatro critérios tradicionais de avaliação: valor presente líquido, razão benefício/custo periódico equivalente, taxa interna de retorno e valor esperado da terra.

Scolforo e Machado (1996), utilizando-se do software SIMULADOR, desenvolvido por Scolforo (1990), compararam 10 regimes de manejo com diferentes números, intensidades e épocas de desbastes, e concluíram que quanto maior o número de desbastes, mais cedo ocorrerá a produção de volume para serraria e laminado, enquanto que para um menor número de desbaste, maior é a produção volumétrica total, o que é também válido para volume comercial limitado por um pequeno diâmetro mínimo, como no caso de madeira utilizada para produção de aglomerado. Com relação à intensidade, desbastes com maior intensidade levam a maiores produções totais para serraria e laminado, enquanto que desbastes com menor intensidade levam a uma maior produção volumétrica total e também a um maior volume comercial limitado por um pequeno diâmetro mínimo (madeira para aglomerado). Já quando se consideram diferentes épocas de desbastes, mas mesma intensidade e número, os autores verificaram uma maior produção de volume total, volume total para aglomerado, volume total para serraria e volume total para laminado, naquele regime de desbaste implementado mais cedo.

Scolforo (1997) desenvolveu o sistema PISAPRO utilizado para propiciar a obtenção da prognose da produção do volume por classe diamétrica, para *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, da Empresa Pisa Florestal S.A.

Através da utilização desse sistema pode-se obter os seguintes resultados:

a) Estimativa presente do volume total, sortimentos e demais características do povoamento florestal por classe diamétrica, sítio, idade, espécie e região.

b) Prognose do volume total, área basal, sortimentos, incremento médio anual e outras características do povoamento florestal por classe diamétrica.

c) Simula opções de desbaste pré-comercial; sistemático na 6^a linha + seletivo; sistemático na 10^a linha + seletivo; seletivo, para diferentes idades, intensidade de remoção e número de desbaste, até no máximo 4 mais o corte final.

Kotze e Vonck (1997), trabalhando com uma população de *Pinus patula* na província de Mpumalanga, do Norte na África do Sul, desenvolveram um programa computacional com simulador de crescimento e de poda. Este programa combina um modelo de crescimento e um algoritmo de otimização com os objetivos e restrições da poda para fornecer aos florestais uma ferramenta flexível para o planejamento das operações de poda.

2.3 Critérios de análise econômica de povoamentos florestais

Segundo Lima Júnior (1995), os projetos de investimentos florestais exigem uma grande soma de capital para serem implantados, sendo caracterizados pelo longo prazo e, portanto, muito suscetíveis a riscos referentes tanto ao aspecto produtivo quanto à própria instabilidade econômica do país. Neste sentido, um bom planejamento e uma boa avaliação econômica são imprescindíveis para minimizar certos problemas da atividade florestal.

Segundo Oliveira (1995), para a atividade florestal, a base para o planejamento está na determinação dos regimes de manejo, principalmente no que se refere à idade para o corte final ou rotação do povoamento, que possibilite a máxima rentabilidade. Os critérios econômicos para a determinação dessa rentabilidade em função de idades de rotação têm sido estudados por diversos autores. Dentre eles, pode-se destacar os trabalhos de Gaffney (1957),

Bentley e Teenguarden (1965), Chang (1984), Newman (1988), Scolforo (1990) e Scolforo e Hosokawa (1992), dentre outros.

De acordo com Resende (1991), a determinação da idade de corte de um povoamento é uma das fases mais importantes no conjunto das técnicas de manejo e planejamento florestal. No caso específico do empresário florestal, em que o objetivo principal é a maximização de lucro, esta fase reveste-se da maior importância, em razão do alto custo do empreendimento florestal.

Ainda segundo o mesmo autor, para se definir qual o ciclo de corte ideal, deve-se ter em mente que essa decisão é função da rentabilidade esperada ou aceita para o investimento, da produtividade das rotações subseqüentes, do valor da madeira, da taxa de desconto e da estratégia de abastecimento adotada. A estratégia de abastecimento está fundamentalmente ligada ao planejamento a longo prazo (ciclo longo) e a antecipação de informações, via modelos de crescimento e produção, torna-se de fundamental importância para definição da estratégia a ser adotada.

Segundo Bentley e Teenguarden (1965), uma empresa florestal pode usar as melhores técnicas de produção e plantio de mudas, usar a espécie mais adequada, atingir uma estrutura ótima de povoamento (espaçamento, espécie, adubação etc.), adotar técnicas de proteção (prevenção contra fogo, doenças, ataque de insetos etc.) e ainda ficar muito aquém dos resultados econômicos potencialmente atingíveis, caso o corte final e/ou intermediários não serem realizados no momento adequado.

Segundo Pearse (1967), o primeiro passo na determinação da rotação que maximizará o valor do investimento em estoque florestal é isolar todos os custos e rendas envolvidas. As rendas são representadas pelos valores dos sortimentos, dado pelo volume comercial, em pé ou explorado, com ou sem casca. Este valor potencial do povoamento tende a aumentar com a idade,

devido ao acréscimo natural em volume, aumento da densidade e percentual de utilização do fuste, redução nos custos médios de exploração, dentre outros.

Os métodos mais indicados para esse tipo de análise no setor florestal são os que consideram o valor do capital no tempo, isto é, que atribuem diferentes ponderações às receitas líquidas, em função de sua distribuição ao longo do tempo. Dentre estes métodos, os mais utilizados são o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Benefício (Custo) Periódico Equivalente (BPE), a Razão Benefício-Custo (B/C) e o Custo Médio de Produção (CMPr) (Rezende e Oliveira, 1993).

Berger (1985), citado por Oliveira (1995), aplicando critérios de avaliação econômica para a determinação da idade de rotação de povoamentos de eucalipto, tendo por base modelos de taxa de juros zero, modelos que maximizam o valor líquido presente e modelos que maximizam a taxa de retorno, obteve diferentes idades ótimas de rotação em função dos diferentes critérios. Esse autor destaca que não existe um consenso claro entre os economistas sobre qual critério é o ideal; e que uma posição bastante interessante é a de Bentley e Teenguarden (1965), que consideram que o modelo a ser utilizado deve ser determinado em função da habilidade da firma ou proprietário florestal em variar seus fatores de produção, e da acessibilidade que os mesmos possuem em relação aos fatores de mercado.

Fensterseifer e Saul (1993), citado por Oliveira (1995), em pesquisa por meio de questionários, realizada em 1990, sobre o comportamento das grandes empresas brasileiras, dos setores industrial e de serviços, quanto à utilização de técnicas analíticas para a avaliação e seleção de investimento de capital, obtiveram os seguintes resultados: como “critério principal”, a Taxa Interna de Retorno (TIR) ou outra assemelhada, é a mais utilizada (49,6% das empresas), seguida pelo Tempo de Recuperação do Capital “Payback” (19,1%) e pelo

Valor Presente Líquido (VPL) ou outro critério assemelhado (10,9%). Como “critério secundário”, destaca-se o Payback (31,5%) seguido pelo VPL (20,4%) e TIR (16,2%).

Foi constatado, ainda nesse trabalho, que 46% das empresas utilizam mais de dois critérios de análise, sendo 31,7% por motivos de segurança e confiabilidade na tomada de decisões e 13,5% por ordem estratégica.

Com relação à análise do risco, 30% responderam avaliá-lo de maneira subjetiva e 63% através de um método quantitativo, individualmente para cada projeto, com 81,2% utilizando análise de sensibilidade da rentabilidade.

Estes autores comentaram que a utilização da TIR em percentuais tão elevados deve-se, possivelmente, à sua inclusão nos roteiros de projetos do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDE) e do Conselho de Desenvolvimento Industrial (CDI), e também à uma preferência dos empresários em raciocinar em termos de taxa de retorno e não de uma massa monetária.

Lima (1988), para comparar regimes de manejo que resultam em fluxos de caixa de horizonte irregular, utilizou-se do procedimento descrito por Clutter et al. (1983), considerando que, após o último corte especificado pelo regime de manejo dentro do horizonte de planejamento, a unidade florestal será manejada para propiciar a condução de uma série infinita de ciclos de rotações economicamente ótimas, somando-se o VPL destes ciclos ao último ano de corte do horizonte de planejamento.

Chichorro (1987) utilizou na avaliação econômica de experimentos de adubação de *Eucalyptus grandis*, no cerrado de Minas Gerais, os métodos do Valor Presente Líquido (VPL), da Renda Periódica Equivalente (RPE) e do Custo Médio (CME). A escolha do melhor tratamento foi sobre aquele que apresentou maior VPL e menor CME, para igual horizonte de planejamento. Para o caso de diferentes idades econômicas entre os tratamentos, a decisão

baseou-se no método da Renda Periódica Equivalente (RPE), com escolha sobre aquele que apresentou maior RPE por período, independente da idade, pois esse método corrige os horizontes. Assume-se, entretanto, que a atividade será repetida indefinidamente.

Resende (1991) trabalhou com os critérios Valor Presente Líquido (VPL), Benefício Periódico Equivalente (BPE) e Custo de Produção Atualizado (CPA), para determinação da rotação econômica em povoamento de eucalipto. As análises econômicas para o Valor Presente Líquido (VPL) e Custo de Produção Atualizado (CPA) foram efetuadas tomando-se como critério de equiparação os horizontes no infinito. No caso do Benefício Periódico Equivalente (BPE), como já foi mencionado anteriormente, não houve a necessidade de se considerar o horizonte infinito, por ser o próprio critério um método para igualar horizontes, pois os benefícios são analisados em um único período de tempo.

Na comparação da viabilidade econômica de projetos utilizando-se a Taxa Interna de Retorno (TIR), deve-se tomar cuidado tanto com durações quanto com custos de investimentos diferentes. O cálculo simples da TIR poderá trazer inconsistência no resultado, sendo que outros critérios deverão ser utilizados para auxiliar na tomada de decisão (Lima Júnior, 1995).

Neves e Rezende (1996) esclareceram que, em se tratando de projetos mutuamente exclusivos, de diferentes níveis de investimentos e com fluxos de caixa diferenciados em termos da ocorrência temporal de receitas e custos, nem sempre o de maior Taxa Interna de Retorno será o escolhido, uma vez que esse critério não considera a diferença no nível de investimento. E resolveram esse problema por meio de ajustamentos nos fluxos de caixa originais, de modo a ter-se características iguais. Esses ajustamentos foram feitos utilizando-se as Taxas Internas de Retorno dos projetos e a Taxa Mínima de Atratividade, sendo que os

ajustamentos feitos com as Taxas Internas de Retorno produziram resultados inconsistentes, ao passo que os ajustamentos com a Taxa Mínima de Atratividade levaram a resultados consistentes, em comparação com aqueles obtidos pelo critério do Valor Presente Líquido.

Segundo Ribeiro e Graça (1996), a adoção pura e simples do Valor Presente Líquido como parâmetro para avaliação do potencial de retorno de reflorestamentos com diferentes rotações econômicas é passível de conduzir à escolha de alternativa inadequada. Deve-se, pois, fundamentar tal decisão, tendo por base o Valor Esperado do Solo (VES) associado a cada opção de manejo, ou então, normalizá-las.

Ainda segundo os autores, a normalização de projetos é equivalente ao uso do VES, que possibilita, de forma inteiramente análoga, comparar opções de investimentos que possuam fluxos de caixa e períodos de retorno distintos. A alternativa de adotar o VES para avaliar economicamente um plantio torna-se particularmente mais vantajosa ao se aumentar o número de opções de investimento a serem analisadas, por ser seu cálculo mais simples.

O Valor Esperado da Terra (VET), teoria de Faustmann ou método de Faustmann é, segundo Davis e Johnson (1987), um termo florestal usado para representar o Valor Presente Líquido de uma área de terra nua, a ser utilizada para a produção de madeira, calculado com base numa série infinita de rotações.

Em estudo realizado por Scolforo e Hosokawa (1992), sobre vários procedimentos de se definir rotação de uma cultura florestal e também de implementar o uso do Valor Esperado da Terra (VET), a partir de diferentes taxas de juros, em locais de diferentes produtividades, para diferentes regimes de manejo, os autores concluíram que, do ponto de vista econômico, é possível utilizar vários critérios, porém, o procedimento padrão e superior é comparar o fluxo de caixa para uma série contínua de rotações, que é definido como Valor

Esperado da Terra. Após o cálculo do Valor Esperado da Terra, a rotação econômica ótima é definida pelo maior valor deles.

No caso específico desse trabalho, os autores verificaram que o regime de manejo que apresentou o maior Valor Esperado da Terra (VET) foi aquele com corte final aos 23 anos, após a realização de 4 desbastes: o primeiro aos 7 anos, mantendo 1400 árvores/ha; o segundo aos 10 anos, mantendo 800 árvores/ha; o terceiro aos 14 anos, mantendo 500 árvores/ha e o quarto aos 18 anos, deixando 300 árvores/ha.

Ainda segundo os autores, desde que a propriedade florestal vá ser continuamente utilizada para produzir madeira, parece conveniente o uso do Valor Esperado da Terra, pela sua grande versatilidade.

Rodriguez, Bueno e Rodrigues (1997) aplicaram o conceito do Valor Esperado da Terra (VET) para a determinação da idade ótima de corte em ciclos envolvendo uma única rotação em povoamentos de eucaliptos, já que, segundo os autores, o Valor Esperado da Terra não apresenta restrições quanto ao seu uso na análise de alternativas com diferentes escalas temporais, pois pressupõe a repetição perpétua da alternativa a ser analisada, ou seja, o infinito é utilizado como o horizonte que uniformiza a escala temporal de todas as análises.

Segundo Rezende, Silva e Lima Júnior (1996), o conceito de Faustmann é muito utilizado nos países desenvolvidos, principalmente onde há uma maior estabilidade econômica, as taxas de juros são relativamente baixas, os projetos são normalmente de longo prazo, devido às rotações florestais serem longas, e a maior parcela do valor de mercado da terra representa o valor produtivo.

Porém, segundo Uys e Kotze (1992), citado pelos autores, a aplicação deste critério em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento como o Brasil, é arriscada, devido a uma série de razões, tais como:

- as florestas apresentam rápido crescimento, o que fornece análise a curto e médio prazo;

- o mercado de terra é um dos mais especulativos, ou seja, seus proprietários se alteram com frequência fazendo com que o horizonte infinito seja inadequado;

- a economia é instável, com taxas de juros reais e elevadas, o que subestima o valor presente da terra;

- a terra é tida como reserva de valor, “status” ou outro fator cultural qualquer.

Diante deste quadro, Resende, Silva e Lima Júnior (1996) recomendaram que se utilize, para o cálculo do custo da terra, outros métodos alternativos além do VET, como aquele que considera que a terra se valoriza a uma determinada taxa (x), na avaliação de projetos florestais.

CAPÍTULO 1

SIMULAÇÃO E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE REGIMES DE DESBASTES PARA *Pinus taeda* PARA OBTENÇÃO DE MÚLTIPLOS PRODUTOS DA MADEIRA

RESUMO

ACERBI JÚNIOR, Fausto Weimar. Simulação e avaliação econômica de regimes de desbastes para *Pinus taeda* para obtenção de múltiplos produtos da madeira. In: Definição de regimes de desbaste e poda economicamente ótimos para *Pinus taeda*. Lavras: UFLA, 1998. 177p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

Este estudo teve como objetivo simular e avaliar economicamente regimes de desbaste para *Pinus taeda*, para obtenção de múltiplos produtos da madeira. A área em estudo, de propriedade da Empresa PISA Florestal S.A., está situada no município de Jaguariaíva-PR. Foram testados 3 cenários com diferentes números, época e intensidade de desbaste a partir de diferentes densidades iniciais de plantio, em diferentes níveis de produtividade. Os regimes de manejo foram submetidos na análise de investimento a 3 taxas de desconto, a plantios em áreas planas e acidentadas e em terras arrendadas ou da própria empresa o que totalizou 133.920 diferentes opções de manejo. As simulações de crescimento, produção e desbastes foram obtidas a partir do software PISAPRO. Já as análises econômicas foram realizadas a partir da maximização do valor presente líquido geral, utilizando para tal o software INVEST. Os regimes de manejo que apresentaram maiores rentabilidades para a classe de sítio I e para os custos de produção e preços estipulados, foram aqueles com plantio de 1.667 árvores/ha e com corte final aos 21 ou até 22 anos, após a realização de 2 desbastes: o primeiro aos 12 anos, mantendo 800 árvores/ha e o segundo aos 14 anos, mantendo de 400 a 600 árvores/ha. Para o sítio II a melhor opção foi a adoção de regimes de manejo com plantio de 1.667

Comitê Orientador: José Roberto S. Scolforo - UFLA (Orientador), Sebastião do Amaral Machado, Antônio Donizetti de Oliveira.

árvores/ha e corte final aos 22 anos, após a realização de 2 desbastes: o primeiro aos 12 anos, mantendo de 800 a 900 árvores/ha e o segundo aos 14 anos, mantendo 400 árvores/ha. Já para o sítio III a melhor opção foi a adoção de regimes de manejo com plantio de 1.333 árvores/ha e corte final aos 22 anos, após a realização de 2 desbastes: o primeiro aos 12 anos, mantendo de 800 a 900 árvores/ha e o segundo aos 14 anos, mantendo de 400 a 500 árvores/ha. Para os sítios com classe de produtividade IV e V não foi constatada em qualquer das combinações testadas a presença de lucro.

Palavras-chave: Crescimento, produção, modelos com simulador de desbastes

ABSTRACT

SIMULATION AND ECONOMIC EVALUATION OF THINNING REGIMES FOR *Pinus taeda* FOR OBTAINING THE MULTIPRODUCTS FROM THE WOOD

This study had the objective of simulating and evaluating, on the economic point of view, thinning regimes for *Pinus taeda* for obtaining the multiproducts from the wood. The area of study, belonging to the enterprise PISA FLORESTAL S.A., is located in the county of Jaguariaiva, state of Paraná - Brazil. Three scenarios with different numbers, time and thinning intensities from different initial planting densities at different levels of productivity were tested. The management regimes were submitted, in the investment analysis, to 3 discount rates, for plantings on level and rough lands, as well as, on rented and owned lands, totaling 133,920 different management options. The growth and yield values were obtained and thinning simulations were made by the PISAPRO software. The economic analyses were performed through the maximization of the present general net value by using the INVEST software. The management regimes, which presented the highest profitability for the class I site, specified production costs and prices, were those with planting of 1667 trees per hectare, and final cutting at 21 or 22 years after 2 thinning operations:

Guidance Committee: José Roberto S. Scolforo - UFLA (Major Professor), Sebastião do Amaral Machado, Antônio Donizetti de Oliveira.

the first one at 12 years maintaining 800 trees/ha and second one at 14 years maintaining 400 to 600 trees/ha. For the site II, the best option was the adoption of management regimes with planting 1667 trees/ha, and final cutting at 22 years after 2 thinning operations: the first one at 12 years of age maintaining 800 to 900 trees/ha and second one at 14 years maintaining 400 trees/ha. For the site III, the best option was the adoption of management regimes with planting 1333 trees/ha, and final cutting at 22 years after 2 thinning operations: the first one at 12 years of age maintaining 800 to 900 trees/ha and second one at 14 years maintaining 400 to 500 trees/ha. For the sites IV and V, there was no profit for any combination tested (management regimes).

Key words: Growth, yield, models with thinning simulator

1.1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui atualmente uma área reflorestada de mais de 6,29 milhões de hectares, sendo 1.862.000 plantados com o gênero *Pinus*, 3.231.000 plantados com o gênero *Eucalyptus* e 1,2 milhões de hectares com outras espécies. O Paraná é o estado que possui a maior área plantada com o gênero *Pinus* (605.132 ha), enquanto que Minas Gerais apresenta a maior área plantada com o gênero *Eucalyptus* (1.535.750 ha) (Siqueira, 1995).

A tendência atual é que parte dessas plantações sejam utilizadas segundo o conceito de florestas de usos múltiplos para produzir celulose, madeira para serraria, laminação, chapas, faqueados, painéis e outras aplicações. Isso implica numa maior remuneração da floresta como um todo, devido ao melhor aproveitamento de cada árvore, além de uma menor dependência às oscilações do mercado em segmentos isolados.

O mercado, por sinal, é um dos fatores mais importantes a ser considerado para se atingir o conceito de uso múltiplo, uma vez que, se este remunera bem um determinado produto florestal, certamente exige qualidade

alta e fluxo de matéria-prima contínuo. Por outro lado, se o produto florestal apresentar uma baixa qualidade ou um fluxo de matéria-prima irregular, certamente ele terá um baixo valor no mercado.

Desta forma, os empresários do setor florestal devem estar sempre buscando técnicas capazes de permitir a obtenção de vários produtos da madeira, em quantidade e principalmente qualidade adequadas para atender às necessidades do mercado a médio e longo prazos.

No entanto, o gerente florestal tem sempre uma série de dúvidas que podem afastá-lo do ótimo ao planejar as atividades diárias da empresa. Qual a melhor estratégia de manejo? Efetuar corte raso, desbastar ou desbastar e podar? Se a opção é o desbaste, qual a melhor densidade inicial de plantio? Qual o melhor número, época e intensidade de desbastes? Esta estratégia varia com o sítio? Se sim, qual a nova melhor estratégia? Qual o efeito da taxa de juros na definição da melhor estratégia de manejo? Será que o regime ótimo para uma taxa se mantém para as outras? E o preço, como influencia a escolha do melhor regime de manejo? E as oscilações nestes como influenciam a escolha do regime de manejo? E o efeito da posse das terras na definição dos regimes de manejo? Será a melhor estratégia terras próprias ou arrendadas? Será que o regime de manejo deve ser o mesmo? E em terras planas ou acidentadas, muda ou não a estratégia de manejo? Estas e outras dúvidas constituem um ponto de estrangulamento para que as decisões gerenciais possam ser tomadas com a rapidez e certeza exigida pelos acionistas.

É nesse sentido que esse capítulo vem para auxiliar o profissional florestal na tomada de decisão, através da simulação e avaliação econômica de regimes de manejo que propiciem a obtenção de regimes ótimos de desbastes para obtenção dos múltiplos produtos da madeira, em terras planas ou acidentadas, terras estas que podem ser arrendadas ou da própria empresa,

situadas em cinco diferentes níveis de produtividade expressos pelos índices de sítio, plantados em diferentes densidades e sujeitas a taxas de desconto de 6%, 8% e 10% a.a.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Localização e características da área

A área em estudo, de propriedade da Empresa Pisa Florestal S.A., está situada no município de Jaguariaíva, Estado do Paraná, entre os paralelos 24° e 24°30' de latitude sul e os meridianos 49°30' e 50° de longitude oeste de Greenwich, com altitude variando entre 700 e 1.100m.

Segundo a classificação de Koeppen, o clima da região é do tipo Cfb, ou seja, subtropical quente-temperado, caracterizado por apresentar temperatura média inferior a 22°C no mês mais quente do ano. O mês mais chuvoso é janeiro, cuja precipitação média é de 225,4 mm e não há estação seca definida. Segundo os dados da Estação Meteorológica de Jaguariaíva, a temperatura média da região é de 17,7°C, sendo a do mês mais quente em torno de 21,3°C e a do mês mais frio, 13,4°C, registrando-se algumas geadas por ano (Maack, 1981).

A vegetação original é denominada campo cerrado (estepe arbustiva de gramínea baixa), mas a região hoje concentra inúmeras áreas reflorestadas que se baseiam principalmente em *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* e *Araucaria angustifolia* (Fischer, 1997).

O solo predominante na região é arenoso, com afloramentos de rocha e relevo variando de ondulado a fortemente ondulado (Instituto Agrônômico do Paraná, 1994; Golfari, Caser, Moura, 1978).

1.2.2 Definição dos regimes de manejo economicamente ótimos

Dois componentes são fundamentais para que esse objetivo seja alcançado. O primeiro é um sistema de prognose do crescimento e da produção com simulador de desbastes, que seja eficiente e flexível. O segundo é uma estrutura de custos e preços reais que retrate com eficiência os cenários que serão obtidos a partir do simulador de produção.

1.2.2.1 Prognose do crescimento e da produção

Utilizou-se 286 parcelas permanentes, com idades variando de 3 a 26 anos, plantadas em diferentes espaçamentos, sujeitas a diferentes números, intensidade e época de desbaste. Agregou-se ainda a este conjunto outras 30 parcelas, advindas de um experimento que contemplou 6 diferentes densidades iniciais de plantio, nos espaçamentos 3x3,5; 3x3; 3x2,5; 3x2; 2x2,5 e 3x1m. Para construir os simuladores de desbastes foram utilizadas outras 6.000 parcelas temporárias de 400 m², lançadas por ocasião da realização dos desbastes. Estas parcelas também retrataram diferentes épocas, número e intensidade de desbastes.

Para obtenção da prognose do crescimento e da produção do volume por classe diamétrica, para povoamentos de *Pinus taeda*, foi utilizado o software PISAPRO, desenvolvido ao longo do ano de 1997 no Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras, pelo Prof. José Roberto Scolforo, com a colaboração de Fausto Weimar Acerbi Jr. O software PISAPRO possui os seguintes componentes básicos:

- Função de sítio com ajuste polimórfico;
- Função de sobrevivência;
- Funções que representam os atributos do povoamento, como: área basal, média aritmética dos diâmetros, variância amostral dos diâmetros, diâmetro médio quadrático, diâmetro máximo e diâmetro mínimo;

- Razão de volume e função de forma compatível;
- Algoritmo de desbaste advindo de 6.000 parcelas representando diferentes idades, intensidades e tipo de desbaste;
- Função de distribuição Weibull compatível com a equação global de área basal e ajustada pelo método da máxima verossimilhança;
- Funções de altura média por classe de diâmetro, conforme método apresentado por Scolforo (1993);
- Software propriamente dito que possibilita a interligação dos vários módulos descritos anteriormente, conforme pode ser visto com detalhes em Scolforo (1997).

Utilizando-se do sistema PISAPRO, foi possível simular diferentes alternativas de regimes de manejo (cenários). Foram testados 3 cenários com diferentes números, época e intensidade de desbaste, a partir de diferentes densidades iniciais de plantio, em diferentes níveis de produtividade. A implementação do sistema iniciou-se com:

a) Teste de opções de regimes manejo, a partir de 20 diferentes densidades iniciais de plantio em diferentes sítios, conforme pode ser visto na Tabela 1.1.

b) Cenários propriamente ditos: Das 20 opções definidas no item (a) foram então estabelecidos os cenários. Nestes variou-se o número, a época de ocorrência do(s) desbaste(s) e do corte final, assim como a intensidade do(s) desbaste(s).

TABELA 1.1. Diferentes densidades iniciais de plantio em diferentes sítios.

DENSIDADE INICIAL DE PLANTIO	ESPAÇAMENTO	ÍNDICE DE SÍTIO	CLASSE DE SÍTIO
2.000 árvores/ha	2 X 2,5	28,5	I
2.000 árvores/ha	2 X 2,5	25,5	II
2.000 árvores/ha	2 X 2,5	22,5	III
2.000 árvores/ha	2 X 2,5	19,5	IV
2.000 árvores/ha	2 X 2,5	16,5	V
1.667 árvores/ha	3 X 2	28,5	I
1.667 árvores/ha	3 X 2	25,5	II
1.667 árvores/ha	3 X 2	22,5	III
1.667 árvores/ha	3 X 2	19,5	IV
1.667 árvores/ha	3 X 2	16,5	V
1.333 árvores/ha	3 X 2,5	28,5	I
1.333 árvores/ha	3 X 2,5	25,5	II
1.333 árvores/ha	3 X 2,5	22,5	III
1.333 árvores/ha	3 X 2,5	19,5	IV
1.333 árvores/ha	3 X 2,5	16,5	V
1.111 árvores/ha	3 X 3	28,5	I
1.111 árvores/ha	3 X 3	25,5	II
1.111 árvores/ha	3 X 3	22,5	III
1.111 árvores/ha	3 X 3	19,5	IV
1.111 árvores/ha	3 X 3	16,5	V

FONTE: Scolforo (1997)

b.1) **Cenário 1:** Esta é a situação em que será realizado 1 desbaste em diferentes épocas e com diferentes intensidades de remoção, além de diferentes idades de corte final. Na Tabela 1.2 são mostradas as opções a serem simuladas, considerando a densidade inicial de plantio de 2.000 árvores/ha, no índice de sítio 28,5 metros. Para as outras 19 situações definidas no item (a), este mesmo enfoque foi adotado.

TABELA 1.2. Diferentes idades de desbaste, número de árvores remanescentes e idades de corte final.

Idades de Desbaste (anos)	Números de árvores remanescentes	Idades de Corte Final (anos)		
8	700	17	19	21
	800	17	19	21
	900	17	19	21
10	700	17	19	21
	800	17	19	21
	900	17	19	21
12	700	17	19	21
	800	17	19	21
	900	17	19	21

Analisando a Tabela 1.2, verifica-se a existência de 27 alternativas de regime de manejo, ou seja, na idade de desbaste de 8 anos é possível deixar 700, 800 ou 900 árvores remanescentes e executar o corte final aos 17, 19 ou 21 anos. Utilizando-se essa mesma linha de raciocínio para desbastes que ocorrem tanto aos 10 anos quanto aos 12 anos, chega-se ao número de 27 possíveis combinações.

Portanto, para cada uma das 20 situações do item (a) existem 27 possíveis combinações, resultando em número total de 540 alternativas de regimes de manejo para o Cenário 1.

b.2) **Cenário 2:** Esta é a situação em que serão realizados 2 desbastes em diferentes épocas e com diferentes intensidades de remoção, além de diferentes idades de corte final. Na Tabela 1.3 são mostradas as opções a serem simuladas, considerando a densidade inicial de plantio de 2.000 árvores/ha, no índice de sítio 28,5 metros. Para as outras 19 situações definidas no item (a), este mesmo enfoque foi adotado.

Analisando a Tabela 1.3, verifica-se a existência de 243 alternativas de regime de manejo, ou seja, na idade de desbaste de 8 anos é possível deixar 800, 900 ou 1000 árvores remanescentes, sendo que o 2º desbaste pode ser realizado aos 14, 15 ou 16 anos, deixando 400, 500 ou 600 árvores remanescentes e executando o corte final aos 20, 21 ou 22 anos.

TABELA 1.3. Diferentes épocas, intensidades de remoção e idades de corte final.

Idades do 1º desbaste (anos)	Número de árvores remanescentes			Idades do 2º desbaste (anos)	Número de árvores remanescentes	Idades de Corte Final (anos)		
	800	900	1000			20	21	22
8	800	900	1000	14	400	20	21	22
					500	20	21	22
					600	20	21	22
				15	400	20	21	22
					500	20	21	22
					600	20	21	22
				16	400	20	21	22
					500	20	21	22
					600	20	21	22
10	800	900	1000	14	400	20	21	22
					500	20	21	22
					600	20	21	22
				15	400	20	21	22
					500	20	21	22
					600	20	21	22
				16	400	20	21	22
					500	20	21	22
					600	20	21	22
12	800	900	1000	14	400	20	21	22
					500	20	21	22
					600	20	21	22
				15	400	20	21	22
					500	20	21	22
					600	20	21	22
				16	400	20	21	22
					500	20	21	22
					600	20	21	22

Para melhor ilustrar esse procedimento, na Tabela 1.4 será feito um exemplo com as possíveis combinações para o 1º desbaste ocorrendo na idade de 8 anos:

TABELA 1.4. Exemplo com as opções de manejo simuladas para o cenário 2.

Idade do 1º desbaste (anos)	Número de árvores remanescente s	Idade do 2º desbaste (anos)	Número de árvores remanescente s	Idades de Corte Final (anos)
8	800	14	400	20
8	800	14	400	21
8	800	14	400	22
8	800	14	500	20
8	800	14	500	21
8	800	14	500	22
8	800	14	600	20
8	800	14	600	21
8	800	14	600	22
.
.
.
8	1000	16	400	20
8	1000	16	400	21
8	1000	16	400	22
8	1000	16	500	20
8	1000	16	500	21
8	1000	16	500	22
8	1000	16	600	20
8	1000	16	600	21
8	1000	16	600	22

Como pode ser observado no exemplo, fixando-se a idade do 1º desbaste aos 8 anos, é possível realizar 81 diferentes alternativas de regimes de manejo. Multiplicando-se esse valor por 3, já que o 1º desbaste pode ocorrer aos 8, 10 ou 12 anos, chega-se ao número de 243 possíveis combinações.

Portanto, para cada uma das 20 situações do item (a) existem 243 possíveis combinações, resultando em um número total de 4.860 alternativas de regimes de manejo para o Cenário 2.

b.3) **Cenário 3:** Esta é a situação em que serão realizados 3 desbastes em diferentes épocas e com diferentes intensidades de remoção, além de diferentes idades de corte final. Na Tabela 1.5 são mostradas as opções a serem simuladas, considerando a densidade inicial de plantio de 2.000 árvores/ha, no índice de sítio 28,5 metros. Para as outras 19 situações definidas no item (a), este mesmo enfoque foi adotado.

Analisando a Tabela 1.5, verifica-se a existência de 288 alternativas de regime de manejo, ou seja, na idade de desbaste de 8 anos é possível deixar 800 ou 1000 árvores remanescentes e realizar o 2º desbaste aos 14 ou 16 anos, deixando 400 ou 500 árvores remanescentes, podendo-se realizar o 3º desbaste aos 17, 18 ou 19 anos, deixando 200 ou 300 árvores remanescentes e executando o corte final aos 20 ou 21 anos.

Para melhor ilustrar esse procedimento, na Tabela 1.6 será feito um exemplo com as possíveis combinações para a ocorrência do 1º desbaste na idade de 8 anos.

Como pode ser observado no exemplo, fixando-se a idade do 1º desbaste aos 8 anos, é possível realizar 96 diferentes alternativas de regimes de manejo. Multiplicando-se esse valor por 3, já que o 1º desbaste pode ocorrer aos 8, 10 ou 12 anos, chega-se ao número de 288 possíveis combinações.

TABELA 1.5. Diferentes épocas, intensidades de remoção e idades de corte final.

Idade do 1º desbaste (anos)	Número de árvores remanescentes	Idades do 2º desbaste (anos)	Número de árvores remanescentes	Idades do 3º desbaste (anos)	Número de árvores remanescentes	Idades de Corte Final (anos)
8	800 - 1000	14	400	17	200 - 300	20 - 21
				18	200 - 300	20 - 21
				19	200 - 300	20 - 21
			500	17	200 - 300	20 - 21
				18	200 - 300	20 - 21
				19	200 - 300	20 - 21
		16	400	17	200 - 300	20 - 21
				18	200 - 300	20 - 21
				19	200 - 300	20 - 21
			500	17	200 - 300	20 - 21
				18	200 - 300	20 - 21
				19	200 - 300	20 - 21
10	800 - 1000	14	400	17	200 - 300	20 - 21
				18	200 - 300	20 - 21
				19	200 - 300	20 - 21
			500	17	200 - 300	20 - 21
				18	200 - 300	20 - 21
				19	200 - 300	20 - 21
		16	400	17	200 - 300	20 - 21
				18	200 - 300	20 - 21
				19	200 - 300	20 - 21
			500	17	200 - 300	20 - 21
				18	200 - 300	20 - 21
				19	200 - 300	20 - 21
12	800 - 1000	14	400	17	200 - 300	20 - 21
				18	200 - 300	20 - 21
				19	200 - 300	20 - 21
			500	17	200 - 300	20 - 21
				18	200 - 300	20 - 21
				19	200 - 300	20 - 21
		16	400	17	200 - 300	20 - 21
				18	200 - 300	20 - 21
				19	200 - 300	20 - 21
			500	17	200 - 300	20 - 21
				18	200 - 300	20 - 21
				19	200 - 300	20 - 21

Portanto, para cada uma das 20 situações do item (a) existem 288 possíveis combinações, resultando em um número total de 5.760 alternativas de regimes de manejo para o Cenário 3.

TABELA 1.6. Exemplo com as opções de manejo simuladas para o cenário 3.

Idade do 1º desbaste (anos)	Número de árvores remanescente	Idade do 2º desbaste (anos)	Número de árvores remanescente	Idade do 3º desbaste (anos)	Número de árvores remanescente	Idades de corte final (anos)
8	800	14	400	17	200	20
8	800	14	400	17	200	21
8	800	14	400	17	300	20
8	800	14	400	17	300	21
.
.
8	1000	16	500	19	200	20
8	1000	16	500	19	200	21
8	1000	16	500	19	300	20
8	1000	16	500	19	300	21

c) Geração dos regimes de manejo

Através do sistema PISAPRO foi possível simular todos os regimes de manejo propostos no item (b). Os sortimentos ou múltiplos produtos considerados são mostrados na Tabela 1.7 e na Figura 1.1.

TABELA 1.7. Produtos e suas especificações de acordo com cada uso da madeira.

Produtos	Dimensão		
	Diâmetro de uso		Comprimento (m)
	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	
Madeira para processo	8	17,9	2,2
Madeira para serraria	18	24,9	2,2
Madeira para laminação	25	34,9	2,2

Madeira especial	≥ 35	2,2
------------------	------	-----

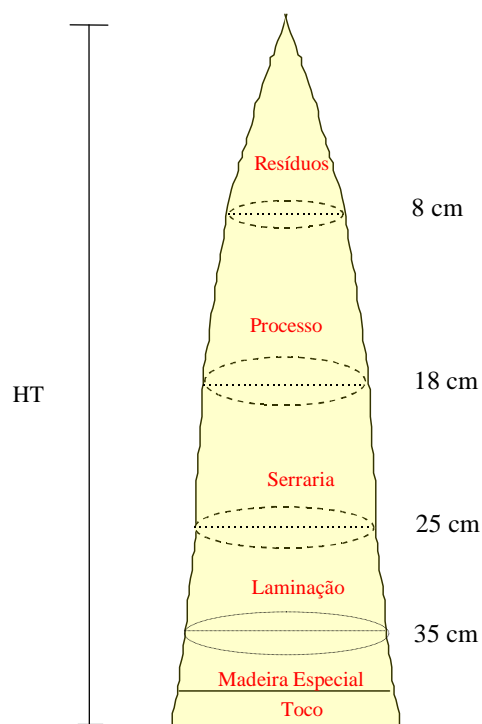


FIGURA Erro! Argumento de opção desconhecido..1. Representação dos volumes comerciais de acordo com as bitolas mínimas exigidas por cada produto.

Após o processamento foi gerado um arquivo para o cenário 1 (Manejo1.res), outro para o cenário 2 (Manejo2.res) e outro para o cenário 3 (Manejo3.res). Nestes arquivos, conforme apresentado na Tabela 1.8, foram gravadas as informações:

TABELA 1.8. Informações fornecidas pelo software Pisapro, para cada cenário, após a simulação dos regimes de manejo propostos.

Densidade de plantio	Tipo de intervenção	Idade (anos)	S (m)	Nº de árv. remanesc.	VT (m ³)	VC1 (m ³)	VC2 (m ³)	VC3 (m ³)	VC4 (m ³)	NT1	NT2	NT3	NT4
2.000	1º desbaste	8	28,5	700	260	144	104	0	0	4196	932	0	0
	Corte Final	17	28,5	0	799	46	135	393	214	1499	1468	2138	525
1.667	1º desbaste	8	28,5	700	205	98	84	0	0	3156	1143	0	0
	Corte Final	17	28,5	0	810	46	133	387	209	1547	1425	2121	686
.
ou	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2.000	1º desbaste	8	28,5	800	228	136	81	0	0	3896	732	0	0
	2º desbaste	14	28,5	400	221	37	93	79	0	1235	1020	502	0
	Corte Final	20	28,5	0	719	20	61	223	399	676	674	1225	1083
1.667	1º desbaste	8	28,5	800	177	89	66	0	0	2888	910	0	0
	2º desbaste	14	28,5	400	225	37	92	92	0	1061	928	518	0
	Corte Final	20	28,5	0	724	20	60	224	416	705	630	1206	1039
.
ou	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2.000	1º desbaste	8	28,5	800	228	136	81	0	0	3896	732	0	0
	2º desbaste	14	28,5	400	221	37	93	79	0	1235	1020	502	0
	3º desbaste	17	28,5	200	203	13	38	114	20	453	418	635	69
	Corte Final	20	28,5	0	360	6	17	66	271	203	181	356	480
1.667	1º desbaste	8	28,5	800	177	89	66	0	0	2888	910	0	0
	2º desbaste	14	28,5	400	225	37	92	92	0	1061	928	518	0
	3º desbaste	17	28,5	200	204	13	38	116	34	422	429	589	96
	Corte Final	20	28,5	0	355	5	16	63	268	177	177	344	500

em que:

S = Índice de sítio na idade de referência 20 anos para *Pinus taeda*

VT = Volume total

VC1 = Volume comercial com diâmetro entre 8 e 17,9 cm

VC2 = Volume comercial com diâmetro entre 18 e 24,9 cm

VC4 = Volume comercial com diâmetro maior ou igual a 35 cm

NT1 = Número de toras com diâmetro entre 8 e 17,9 cm

NT2 = Número de toras com diâmetro entre 18 e 24,9 cm

NT3 = Número de toras com diâmetro entre 25 e 34,9 cm

VC3 = Volume comercial com diâmetro entre 25 e 34,9 cm

NT4 = Número de toras com diâmetro maior ou igual a 35 cm

1.2.2.2 Estrutura de Custos e Preços

Na Tabela 1.9 estão representados os custos que são calculados por hectare/ano. Estão incluídos nesta modalidade os custos de implantação até o plantio, os custos de tratos silviculturais e os custos de proteção florestal. Como estes dois últimos são terceirizados, eles são computados até o terceiro ano. Incide sobre os três custos anteriores, uma taxa de administração de 10%. De forma complementar, durante toda a vida do povoamento, ocorre também o custo de administração direta ou overhead.

Na Tabela 1.10 são mostrados os custos calculados por m³ no ano de exploração, sendo esses diferenciados de acordo com a declividade da área a ser explorada e também de acordo com o volume médio das árvores retiradas em cada intervenção. Para isto, antes da intervenção é realizado um inventário pré-exploratório. Com o volume total estimado pode-se calcular o volume da árvore

TABELA 1.9. Custos de manejo em R\$ / ha, na região de Jaguariaíva.

Operações	Ano de ocorrência	Custos (R\$/ha)
1. Infra-estrutura(estradas, aceiros,...)	0	42,00
2. Preparo do terreno	0	201,82
3. Implantação de florestas	0	218,04
Total até o plantio		461,86
4. Tratos culturais	1	119,42
5. Tratos culturais	2	95,15
6. Tratos culturais	3	38,54
7. Proteção florestal	1	28,24
8. Proteção florestal	2	28,24
9. Proteção florestal	3	28,24
10. Administração	1 a n*	80,08
11. Overhead	1 a n*	25,00

n* = idade do corte final

média da população florestal. Com este volume médio, enquadrado em alguma das classes da Tabela 1.10, e com os volumes estimados através de funções de

afilamento para processo, para serraria, para laminação e para madeira especial, pode-se compor o custo de corte, arraste e carregamento do que é removido em cada desbaste e também no corte final.

TABELA 1.10. Custos de corte, arraste e carregamento em R\$ / m³ no ano de corte, para áreas normal e acidentada, na região de Jaguariaíva.

Operações	Jaguariaíva	
	Área normal	Área acidentada
Custo de corte + arraste + carregamento		
Classes de volume para Processo 8 |—18		
0,10|—0,20	8,523	8,954
0,20|—0,33	7,154	7,585
0,33|—0,46	6,923	7,354
0,46|—0,59	7,154	7,585
≥ 0,59	7,415	7,846
Classes de volume para Serraria 18 |—25		
0,10|—0,20	8,631	9,061
0,20|—0,33	7,261	7,692
0,33|—0,46	7,031	7,461
0,46|—0,59	7,261	7,692
≥ 0,59	7,523	7,954
Classes de volume para Laminação 25 |—35		
0,10|—0,20	8,708	9,138
0,20|—0,33	7,338	7,769
0,33|—0,46	7,108	7,538
0,46|—0,59	7,338	7,769
≥ 0,59	7,600	8,031
Classes de volume para Madeira Especial ≥ 35		
0,10|—0,20	8,708	9,138
0,20|—0,33	7,338	7,769
0,33|—0,46	7,108	7,538
0,46|—0,59	7,338	7,769
≥ 0,59	7,600	8,031

1.2.3.1 Custo da Terra

O preço para aquisição de terras será diferenciado de acordo com a produtividade de cada sítio, já que terras mais produtivas são mais caras do que terras menos produtivas.

Os valores de mercado das terras, de acordo com a produtividade de cada sítio, podem ser observados na Tabela 1.11.

TABELA 1.11. Preço das terras por sítio.

CLASSE DE SÍTIO	ÍNDICE DE SÍTIO (m)	PREÇO DA TERRA (R\$/Ha)
I	28,5	1.500,00
II	25,5	1.200,00
III	22,5	900,00
IV	19,5	600,00
V	16,5	300,00

Para o cálculo do custo da terra foram consideradas duas situações:

a) Terras da própria empresa

Quando o plantio ocorreu em terras que pertenciam à própria empresa, considerou-se como custo anual da terra o custo de oportunidade, ou seja:

$$CAT = P \times i$$

onde:

CAT = Custo Anual da Terra, em R\$/ha.ano

P = Preço da terra, em R\$/ha

i = taxa anual de desconto, expressa na forma unitária

b) Terras arrendadas

Se a opção é arrendar terras a forma de pagamento pelo seu uso corresponderá a 20% da receita obtida em cada colheita.

Na Tabela 1.12 se encontram os preços de venda dos diferentes produtos para os quais obteve-se estimativa volumétrica.

TABELA 1.12. Produtos, suas bitolas e respectivos preços de venda no mercado.

Produtos	Bitola (cm)	Preços de Venda (R\$/m ³)
Processo	8 |— 18	10,32
Serraria	18 |— 25	17,70
Laminação	25 |— 35	24,60
Madeira Especial	≥ 35	44,30

1.2.4 Critério de Análise de Investimento

Para o cálculo dos critérios de análise de investimentos foi utilizado o software INVEST, desenvolvido pelo Prof. José Roberto S. Scolforo em 1998. O software INVEST trabalha integrado ao software PISAPRO, ou seja, ele utiliza os arquivos Manejo1.res, Manejo2.res e Manejo3.res, gerados pelo sistema PISAPRO, juntamente com os arquivos de custos e preços envolvidos em cada etapa do manejo, para fornecer, além do cálculo dos critérios de análise de investimento tradicionais no meio florestal como o valor presente líquido para infinitas rotações, a taxa interna de retorno, o benefício periódico equivalente, a razão benefício custo, o custo médio de produção e o valor esperado da terra; a possibilidade de variações nas taxas de desconto, nas distâncias de transporte, nos valores de custos e de preços dos produtos, na declividade da área explorada (acidentada ou plana), e também uma opção que permite a análise econômica de regimes de manejo conduzidos em terras da própria empresa ou em terras arrendadas de terceiros.

O critério de análise de investimento adotado neste trabalho foi o valor presente líquido considerando um horizonte infinito, uma vez que os regimes de manejo analisados apresentam idades de corte final diferentes, sendo expresso de acordo com Rezende e Oliveira (1993), pela seguinte expressão:

$$VPL_{\infty} = \frac{VPL \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

onde:

VPL_{∞} = Valor Presente Líquido calculado considerando a replicação do projeto para um horizonte infinito.

n = duração do projeto em anos ou em número de períodos de tempo.

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

em que:

C_j = custos no final do ano j ou do período de tempo considerado.

R_j = receitas no final do ano j ou do período de tempo considerado.

i = taxa anual de desconto

n = duração do projeto em anos ou em número de períodos de tempo.

1.2.5 Análise de Sensibilidade

A Análise de Sensibilidade tem por finalidade estudar os efeitos que as variações nos parâmetros que compõe um fluxo de caixa provocam nos valores representativos deste fluxo. Esta análise permite que o decisor tenha uma idéia clara dos riscos incorridos com alterações no regime de manejo, taxa de juros, custos e preços diversos (Oliveira, 1995).

Nesse capítulo, foram investigadas as alterações nos critérios de análise econômica de todos os regimes de manejo simulados, provocadas pela utilização de taxas de desconto de 6% a.a., 8% a.a. e 10% a.a., pelo plantio em terras da própria empresa ou em terras arrendadas de terceiros e pela colheita da madeira em áreas planas ou acidentadas.

Através do software INVEST, foi possível que cada uma dessas opções fossem simuladas, gerando para cada cenário um número diferente de regimes de manejo.

1.2.5.1 Número total de regimes de manejo simulados para cada cenário

a) Cenário 1

Para os 540 regimes de manejo simulados, testou-se:

- O plantio em áreas planas ou acidentadas $\rightarrow 540 \times 2 = 1.080$ regimes de manejo

- O plantio em terras da própria empresa ou arrendadas $\rightarrow 1.080 \times 2 = 2.160$ regimes de manejo

- A utilização de 3 taxas de desconto $\rightarrow 2.160 \times 3 = 6.480$ regimes de manejo

Portanto, para o Cenário 1 foram simulados um número total de 6.480 regimes de manejo.

b) Cenário 2

Para os 4.860 regimes de manejo simulados, testou-se:

- O plantio em áreas planas ou acidentadas $\rightarrow 4.860 \times 2 = 9.720$ regimes de manejo

- O plantio em terras da própria empresa ou arrendadas $\rightarrow 9.720 \times 2 = 19.440$ regimes de manejo

- A utilização de 3 taxas de desconto $\rightarrow 19.440 \times 3 = 58.320$ regimes de manejo

Portanto, para o Cenário 2 foram simulados um número total de 58.320 regimes de manejo.

c) Cenário 3

Para os 5.760 regimes de manejo simulados, testou-se:

- O plantio em áreas planas ou acidentadas $\rightarrow 5.760 \times 2 = 11.520$ regimes de manejo.

- O plantio em terras da própria empresa ou arrendadas $\rightarrow 11.520 \times 2 = 23.040$ regimes de manejo.

- A utilização de 3 taxas de desconto $\rightarrow 23.040 \times 3 = 69.120$ regimes de manejo.

Portanto, para o Cenário 3 foram simulados um número total de 69.120 regimes de manejo.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 Geração dos regimes de manejo para o cenário 1

Na Tabela 1.13 é apresentado o agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 1, para uma taxa de desconto de 6% a.a., considerando uma série infinita de rotações. Através desta pode-se verificar que o investimento em sítios de alta produtividade ($S^1 = 28,5$ m) geram lucro/ha que, dependendo do regime de manejo, variam de R\$ 5.500,00 a R\$ 6.000,00. Este fato ocorre em menor intensidade no sítio II (25,5 m), com lucro variando entre R\$ 3.000,00 e R\$ 4.000,00 dependendo do regime de manejo. Já no sítio classe III (22,5 m) e nos sítios menos produtivos, mesmo para uma taxa de desconto de 6% a.a., a atividade não gera lucros. Neste caso, se a opção é fazer um desbaste, duas estratégias podem ser adotadas. A primeira é a redução de custos e a segunda e mais importante, a agregação maior de preços aos produtos produzidos, através da adoção ou do desenvolvimento de novos produtos.

Quando existe dúvida quanto à estratégia da empresa possuir suas próprias propriedades ou arrendá-las de terceiro, pode-se observar, na Tabela 1.13, que os plantios e por consequência os regimes de manejo efetuados em terras da própria empresa, apresentam rendimentos superiores aos plantados em terras arrendadas, evidenciando que esta não é a melhor estratégia de manejo.

A densidade inicial de plantio influencia, e muito, a produtividade e consequentemente a rentabilidade dos regimes de manejo simulados. O plantio de 1.667 árvores/ha, espaçamento 3x2 m, foi o que proporcionou a maior rentabilidade para o sítio I, uma vez que 14 regimes de manejo deste

¹ Índice de sítio na idade de referência 20 anos obtido através da equação:

$$S = \text{Exp}(5,75103856) \cdot \left(\frac{\text{Hd}}{\text{Exp}(5,75103856)} \right)^{\left(\frac{I}{I_{\text{ref.}}} \right)^{0,23068992}}$$

espaçamento estão na classe de VPL mais alta, contra 8 regimes do espaçamento 2x2,5, 1 do espaçamento 3x2,5 e nenhum do 3x3 m. No sítio I, partindo do espaçamento 3x2 m, pode-se observar a ocorrência de queda de rentabilidade do regime ótimo de manejo para os extremos, seja para o menor ou para os maiores espaçamentos. Esse fato evidencia que, em sítios mais produtivos, existe uma tendência de que a melhor estratégia seja o plantio em espaçamentos mais amplos, permitindo às árvores o máximo aproveitamento dos nutrientes minerais, água e luz que o sítio pode oferecer. Essas árvores apresentarão um ritmo de crescimento acelerado, gerando, como produto final, peças de maiores dimensões e de qualidade. Porém, deve ser ressaltado que, mesmo para os sítios mais produtivos existe um limite, ou seja, um espaçamento ótimo, e isso pode ser verificado pelas respostas no VPL dos plantios de 1.333 árvores/ha e 1.111 árvores/ha, já que nesses espaçamentos a rentabilidade dos regimes de manejo foi menor quando comparada ao espaçamento 3x2 m. À medida que decresce a produtividade dos sítios, a tendência é de plantios em espaçamentos mais reduzidos, para que haja uma melhor ocupação destes. Embora ocorram mais custos, proporcionalmente o volume cresce numa maior intensidade, o que é traduzido no maior valor de VPL para estas situações.

TABELA 1.13. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 1, para uma taxa de desconto de 6% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL	ESPAÇAMENTO															
		2 x 2,5				3 x 2				3 x 2,5				3 x 3			
		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	500,00 | 1.500,00													11	5		
	1.500,00 | 2.500,00	6	6			10	6			9	4			16	21	7	3
	2.500,00 | 3.500,00	21	16	2		14	13	3	2	18	22				1	18	21
	3.500,00 | 4.500,00		5	4	6	3	8	8	5		1	15	9			2	3
	4.500,00 | 5.500,00			21	13			11	11			12	17				
5.500,00 | 6.500,00				8			5	9				1					
II	-1.000,00 | 0,00	8	7			6				4	1			23	20	3	2
	0,00 | 1.000,00	17	12	6	4	21	24			23	21	3	1	4	7	20	19
	1.000,00 | 2.000,00	2	8	7	8		3	19	14		4	16	11			4	6
	2.000,00 | 3.000,00			14	13			8	13			8	15				
3.000,00 | 4.000,00				2													
III	-2.700,00 | -2.000,00	15	10			7	5			6	4			14	7		
	-2.000,00 | -1.400,00	10	13	10	7	20	17	5	4	17	14	5	4	13	19	16	12
	-1.400,00 | -700,00	2	4	13	13		5	17	13	4	9	17	14		1	11	14
	-700,00 | 0,00			4	7			5	10			5	9				1

1 - Acidentada

2 - Plana

- Definição dos regimes de manejo ótimo para terras arrendadas para taxa de desconto de 6% a.a

Mesmo que arrendar terras não seja a melhor estratégia do ponto de vista econômico, em muitos casos é uma opção necessária do ponto de vista gerencial. Um exemplo é o caso de empresas que já possuem terras arrendadas, e que não podem simplesmente romper um contrato de um dia para o outro. Para esses casos e outros em que o arrendamento de terras faz-se necessário são apresentados na Tabela 1.14 os regimes de manejo, em terras arrendadas, economicamente mais rentáveis, para o Cenário 1.

TABELA 1.14. Regimes de manejo, em áreas arrendadas, mais rentáveis para o cenário 1, para uma taxa de desconto de 6% a.a.

DENSIDADE INICIAL DE PLANTIO (árvores/ha)	ÁREA	ÍNDICE DE SÍTIO (m)	IDADE DO DESBASTE (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMANESCENTES	IDADE DO CORTE FINAL (anos)	VPL
1.667	Plana	28,5	12	700	19	4.065,10
1.667	Plana	28,5	12	700	21	4.059,46
1.667	Plana	28,5	12	700	17	3.937,95
1.667	Plana	28,5	12	800	19	3.722,71
1.667	Acidentada	28,5	12	700	21	3.718,60
1.667	Acidentada	28,5	12	700	19	3.715,71
1.667	Plana	28,5	12	800	17	3.667,21
1.667	Plana	28,5	12	800	21	3.666,47
1.667	Plana	28,5	10	700	19	3.604,15
1.667	Plana	28,5	10	700	21	3.598,01
2.000	Plana	25,5	12	700	21	1.464,98
2.000	Plana	25,5	12	700	19	1.398,64
2.000	Plana	25,5	10	700	21	1.247,60
2.000	Plana	25,5	12	700	17	1.220,73
2.000	Plana	25,5	12	800	21	1.176,47
2.000	Acidentada	25,5	12	700	21	1.165,63
2.000	Plana	25,5	10	700	19	1.164,92

Ainda na Tabela 1.14, pode-se observar uma supremacia dos regimes de manejo ótimos economicamente em terras planas. Este fato é lógico, já que menores serão os custos de colheita. No entanto, é relevante o fato de que existem regimes de manejo economicamente ótimos para áreas acidentadas, em que os custos de transporte são maiores, com valores de lucro semelhantes àqueles das áreas com topografia plana.

- Definição dos regimes de manejo ótimo para terras da própria empresa para taxa de desconto de 6% a.a.

O plantio e a colheita em áreas acidentadas apresentaram rentabilidades inferiores quando comparadas com o plantio e colheita em áreas planas, fato justificado pelos maiores custos de corte, arraste e carregamento em terrenos acidentados. No entanto, entre os regimes de manejo mais rentáveis para o Cenário 1 (Tabela 1.15), oito estão implantados em áreas acidentadas, demonstrando que, através do emprego de técnicas de manejo adequadas, é possível contornar situações desfavoráveis, como no caso, a irregularidade do terreno.

Nos sítios menos produtivos a rentabilidade foi menor, sendo que para o sítio II, ao contrário do sítio I, o plantio de 2.000 árvores/ha foi economicamente mais rentável. Portanto, nessas condições, é gerencialmente correto o plantio em espaçamentos menores, uma vez que as árvores em sítios menos produtivos crescem num ritmo mais lento e estabelecem competição mais tardiamente. Os regimes de manejo implantados nos sítios III ($S=22,5$ m), IV ($S=19,5$ m) e V ($S=16,5$ m) apresentaram valores negativos de VPL, demonstrando não serem economicamente viáveis. Essa falta de viabilidade econômica se deve, em parte, ao fato de que nos sítios menos produtivos as árvores não conseguem proporcionar para as diferentes opções de densidade inicial e de desbaste testadas, um retorno em termos de aumento na área basal ou volume das árvores

remanescentes, que compense o custo dos regimes de manejo a uma taxa de desconto de 6% ao ano. Nestes casos, a saída é verificar se existem outras opções de manejo que visem a obtenção de produtos com maiores dimensões, por exemplo, 2 desbastes ou alteração de espaçamento, juntamente com a redução de custos da atividade e também o desenvolvimento de novos produtos para agregar mais renda aos volumes colhidos na floresta e ainda o uso de material geneticamente melhorado que propicie um aumento da produtividade.

TABELA 1.15. Regimes de manejo mais rentáveis, em terras da própria empresa, para o cenário 1, para uma taxa de desconto de 6% a.a.

DENSIDADE INICIAL DE PLANTIO (árvores/ha)	ÁREA	ÍNDICE DE SÍTIO (m)	IDADE DO DESBASTE (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMANESCENTES	IDADE DO CORTE FINAL (anos)	VPL
1.667	Plana	28,5	12	700	19	6.345,13
1.667	Plana	28,5	12	700	21	6.300,88
1.667	Plana	28,5	12	700	17	6.217,30
1.667	Acidentada	28,5	12	700	19	5.995,74
1.667	Acidentada	28,5	12	700	21	5.960,02
1.667	Plana	28,5	12	800	19	5.883,12
1.667	Acidentada	28,5	12	700	17	5.860,74
1.667	Plana	28,5	12	800	17	5.853,04
2.000	Plana	25,5	12	700	21	3.195,48
2.000	Plana	25,5	12	700	19	3.137,99
2.000	Acidentada	25,5	12	700	21	2.896,13
2.000	Acidentada	25,5	12	700	19	2.832,78
1.667	Plana	25,5	12	700	21	2.734,42
1.667	Plana	25,5	12	700	19	2.688,51
2.000	Acidentada	25,5	12	700	17	2.625,82
2.000	Acidentada	25,5	10	700	21	2.613,44
2.000	Acidentada	25,5	10	700	19	2.530,60
1.667	Plana	25,5	12	700	17	2.521,83

- Efeito das taxas de desconto na definição dos regimes de manejo economicamente ótimos

É destacada a sensibilidade dos lucros obtidos nos regimes de manejo testados em função das variações nas taxas de desconto, conforme pode-se observar na Tabela 1.16. Enquanto no índice de sítio 28,5 m para taxa de desconto 6% a.a. o lucro foi entre R\$ 5.500,00 e R\$ 4.000,00, para 10% a.a. este lucro reduz para a faixa de R\$ 500,00 a R\$ 1.000,00/ha, com um menor número de opções de regimes ótimos economicamente.

Ao considerar este fato na classe de sítio II (índice de sítio 25,5 m), verifica-se que o efeito é também muito significativo, ficando inviável produzir florestas sujeitas a 1 desbaste neste quando a taxa de desconto é 10% a.a. Este fato é altamente preocupante, na medida que em outras três classes de sítio menos produtivas são também efetuados reflorestamentos, muitos deles sujeitos a 1 desbaste. Novamente o desenvolvimento de novos produtos visando agregar renda, o investimento em melhoramento genético para aumentar produtividade e a minimização de custos se fazem necessário.

TABELA 1.16. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 1, para as taxas de desconto de 8% a.a. e 10% a.a.

8%	CLASSES DE SÍTIO		ESPAÇAMENTO																	
			CLASSES DE VPL		2 x 2,5				3 x 2				3 x 2,5				3 x 3			
					ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
					1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	-600,00	0,00													8	3	3	1		
	0,00	600,00	6	4			6	3			5	1			19	22	17	17		
	600,00	1.200,00	17	7	4	3	12	12	7	4	20	18	8	4			2	7	9	
	1.200,00	1.800,00	4	16	9	5	9	10	9	10	2	8	15	15						
	1.800,00	2.400,00			14	18		2	9	9			4	8						
	2.400,00	3.000,00				1			2	4										
II	-1.500,00	-1.000,00	12	3	2						1				17	12	12	10		
	-1.000,00	-500,00	15	7	4	6	15	10	5	1	11	9	4	3	10	15	13	14		
	-500,00	0,00	2	14	6	4	12	17	12	12	15	18	16	10			2	3		
	0,00	500,00		3	12	9			10	14			7	14						
	500,00	1.000,00			3	8														
10%																				
	-1.500,00	-1.000,00															13	10		
	-1.000,00	-500,00	2	1	3	1	1	1	4	2			5	3	18	12	14	16		
	-500,00	0,00	9	7	8	7	12	8	9	9	16	11	16	12	9	15		1		
	0,00	500,00	16	19	16	15	13	15	12	12	11	16	6	12						
	500,00	1.000,00				4	1	3	2	4										

1 - Acidentada

2 - Plana

- Definição dos regimes de manejo para taxas de desconto de 8 e 10% a.a.

Na Tabela 1.17 são apresentados os regimes de manejo mais rentáveis implantados em terras arrendadas para o Cenário 1, para as taxas de desconto de 8% e 10% a.a. Enquanto que na Tabela 1.18 estão os regimes de manejo mais rentáveis, implantados em terras próprias, para as mesmas taxas de desconto.

Embora os plantios com 2.000 árvores/ha sejam lucrativos para a taxa de desconto de 8% a.a., pode-se observar que há uma sensível queda no lucro, quando comparados com a densidade inicial de plantio de 1.667 árvores/ha, na mesma taxa de desconto, sujeito ao mesmo regime de manejo, porém plantado num sítio mais produtivo. Nesta estratégia de manejo a diferença de lucro propiciada pelo cultivo de *Pinus taeda* em terras arrendadas é bastante inferior a estratégia de terras próprias para o mesmo fim, conforme pode-se observar na comparação dos valores de VPL das Tabelas 1.17 e 1.18.

TABELA 1.17. Regimes de manejo mais rentáveis, em terras arrendadas, para taxas de desconto de 8% e 10% a.a.

TAXA DE DESCONTO (a.a.)	DENSIDADE INICIAL DE PLANTIO (árvores/ha)	ÁREA	ÍNDICE DE SÍTIO (m)	IDADE DO DESBASTE (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMANESCENTES	IDADE DO CORTE FINAL (anos)	VPL
8%	1.667	Plana	28,5	12	700	17	1.831,94
	1.667	Plana	28,5	12	700	19	1.807,45
	1.667	Plana	28,5	12	700	21	1.699,80
	2.000	Plana	25,5	12	700	19	122,03
	2.000	Plana	25,5	12	700	17	88,15
	2.000	Plana	25,5	12	700	21	83,76
10%	1.667	Plana	28,5	12	700	17	677,48
	1.667	Plana	28,5	12	700	19	590,44
	1.667	Plana	28,5	12	800	17	542,23

TABELA 1.18. Regimes de manejo mais rentáveis, em terras da própria empresa, para taxas de desconto de 8% e 10% a.a.

TAXA DE DESCONTO (a.a.)	DENSIDADE INICIAL DE PLANTIO (árvores/ha)	ÁREA	ÍNDICE DE SÍTIO (m)	IDADE DO DESBASTE (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMANESCENTES	IDADE DO CORTE FINAL (anos)	VPL
8%	1.667	Plana	28,5	12	700	17	2.755,41
	1.667	Plana	28,5	12	700	19	2.692,51
	1.667	Plana	28,5	12	700	21	2.523,02
	1.667	Acidentada	28,5	12	800	17	2.503,80
	1.667	Acidentada	28,5	12	700	19	2.469,69
	2.000	Plana	25,5	12	700	19	777,58
	2.000	Plana	25,5	12	700	17	758,35
	2.000	Plana	25,5	12	700	21	704,09
10%	1.667	Plana	28,5	12	700	17	831,20
	1.667	Plana	28,5	12	700	19	692,22
	1.667	Acidentada	28,5	12	700	17	677,48

Outro fato significativo é que ao confrontar as Tabelas 1.15, sujeitas a taxa de desconto de 6% a.a., e Tabela 1.18, sujeita a taxa de desconto de 8 e 10% a.a., verifica-se uma antecipação das receitas com o aumento da taxa de desconto. Assim, quanto mais alta esta taxa, mais cedo deverá ocorrer a colheita, na tentativa de viabilizar o empreendimento. Este mesmo comportamento se observa ao verificar os resultados apresentados nas Tabelas 1.14 e 1.17, que ilustram os regimes de manejo ótimo para terras arrendadas.

1.3.2 Geração dos regimes de manejo para o cenário 2

Na Tabela 1.19 é apresentado agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo testados para o Cenário 2, para uma taxa de desconto de 6% a.a., considerando uma série infinita de rotações. Através desta pode-se verificar

que o investimento em sítios de alta produtividade ($S = 28,5$ m) geram lucro/ha, que, dependendo do regime de manejo variam de R\$ 6.500,00 a R\$ 7.500,00. Este fato ocorre em menor intensidade no sítio II ($S = 25,5$ m), com lucro variando entre R\$ 3.000,00 a R\$ 4.000,00, dependendo do regime de manejo. Já para o sítio classe III ($S = 22,5$ m) este lucro é ainda menor, atingindo um máximo de R\$ 800,00/ha, dependendo do regime de manejo adotado, enquanto que para os sítios IV (19,5 m) e V (16,5 m), mesmo para uma taxa de desconto de 6% a.a., a atividade não gera lucros. Neste caso, se a opção é fazer 2 desbastes, duas estratégias podem ser adotadas. A primeira é a redução de custos e a segunda e mais importante a agregação maior de preços aos produtos produzidos, através da adoção ou desenvolvimento de novos produtos.

Quando existe dúvida quanto à estratégia da empresa possuir suas próprias propriedades ou arrendá-las de terceiros, pode-se observar, na Tabela 1.19, que os plantios e por consequência os regimes de manejo efetuados em terras da própria empresa apresentaram rendimentos nitidamente superiores aos plantados em terras arrendadas.

A densidade inicial de plantio influencia, e muito, a produtividade e consequentemente a rentabilidade dos regimes de manejo simulados. Igualmente ao Cenário 1, o plantio de 1.667 árvores/ha, espaçamento 3x2 m, foi o que proporcionou a maior rentabilidade para o sítio I, uma vez que 111 regimes de manejo deste espaçamento estão na classe de VPL mais alta, contra 107 regimes de espaçamento 2 x 2,5 m; 43 do espaçamento 3 x 2,5 m e nenhum do espaçamento 3 x 3 m. A explicação para este fato é idêntica à já dada para o Cenário 1.

TABELA 1.19. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 2, para uma taxa de desconto de 6% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		ESPAÇAMENTO																
			2 x 2,5				3 x 2				3 x 2,5				3 x 3				
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
I	1.500,00	- 2.500,00	9	10			2								173	81			
	2.500,00	- 3.500,00	82	77			104	39			132	58			70	162	46	11	
	3.500,00	- 4.500,00	152	158	7	2	132	163	9		111	174	8				197	227	
	4.500,00	- 5.500,00		7	73	57	5	41	69	38		11	131	80					5
	5.500,00	- 6.500,00			145	95			123	136			96	128					
	6.500,00	- 7.500,00			18	89			42	69			8	35					
II	-1.000,00	- 0,00													13	2			
	0,00	- 1.000,00	125	90			80	31			128	87			230	241	27	9	
	1.000,00	- 2.000,00	118	152	42	9	163	193	11	1	115	156	73	37			216	226	
	2.000,00	- 3.000,00		1	143	131		19	139	113			151	152				8	
	3.000,00	- 4.000,00			58	103			93	129			19	54					
III	-2.400,00	- -1.600,00	139	18			28	2			30	4			76	59	2		
	-1.600,00	- -800,00	104	225	71	11	215	227	20	4	200	197	49	17	167	184	102	81	
	-800,00	- 0,00			172	231		14	209	179	13	42	160	164			139	162	
	0,00	- 800,00				1			14	60			34	62					

1 - Acidentada

2 - Plana

- Definição dos regimes de manejo ótimo para terras arrendadas para taxa de desconto de 6% a.a.

Para as situações em que a melhor opção gerencial é o arrendamento de terras, são apresentados na Tabela 1.20 os regimes de manejo mais rentáveis para o Cenário 2.

Observou-se neste caso que a opção de plantios em terras planas, apresenta uma total supremacia em relação aqueles que são executados em áreas acidentadas, já que principalmente os custos de corte, extração e carregamento, que passam a ocorrer em maior número são menores que em áreas acidentadas.

TABELA 1.20. Regimes de manejo, em terras arrendadas, mais rentáveis para o cenário 2, para uma taxa de desconto de 6% a.a.

DENSIDADE INICIAL DE PLANTIO (árvores/ha)	ÁREA	ÍNDICE DE SÍTIO (m)	IDADE DO 1º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMANESCENTES	IDADE DO 2º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMANESCENTES	IDADE DO CORTE FINAL	VPL
1.667	Plana	28,5	12	800	14	500	21	4.896,39
1.667	Plana	28,5	12	800	14	500	22	4.889,56
1.667	Plana	28,5	12	800	14	600	21	4.884,57
1.667	Plana	28,5	12	800	14	600	22	4.869,15
1.667	Plana	28,5	12	800	14	400	22	4.851,76
1.667	Plana	28,5	12	900	14	500	21	4.784,78
1.667	Plana	25,5	12	800	14	400	22	2.181,03
1.667	Plana	25,5	12	900	14	400	22	2.157,02
1.667	Plana	25,5	12	800	14	400	21	2.137,34
1.667	Plana	25,5	12	1000	14	400	22	2.135,51
1.667	Plana	25,5	12	900	14	400	21	2.122,21
1.667	Plana	25,5	12	800	14	500	22	2.120,01

Comparativamente ao cenário 1, a estratégia de manejo com 2 desbastes em terras arrendadas, para o espaçamento inicial 3x2 m eleva consideravelmente o lucro propiciado pelo sítio I, sendo esse aumento em média 28,3% superior ao obtido quando a opção foi realizar um único desbaste, conforme observado na Tabela 1.14.

- Definição dos regime de manejo ótimo para terras da própria empresa para taxa de desconto de 6% a.a.

O plantio e a colheita em áreas acidentadas apresentaram rentabilidades inferiores quando comparadas com o plantio e colheita em áreas planas. É importante ressaltar que apesar de desejável, dentro de uma empresa florestal não existem somente áreas planas, sendo comum o plantio em áreas com declividades acentuadas. Para auxiliar a tomada de decisões estratégicas de plantio nessas condições, são apresentados na Tabela 1.21 os regimes de manejo, em áreas planas e em áreas acidentadas, economicamente mais rentáveis para o Cenário 2.

Nos sítios menos produtivos a rentabilidade foi menor, sendo que os regimes de manejo implantados nos índices de sítio 19,5 m e 16,5 m apresentaram valores negativos de VPL, demonstrando não serem economicamente viáveis. Vale ressaltar a grande diferença de VPL entre o sítio mais produtivo ($S = 28,5$ m) e o sítio classe III ($S = 22,5$ m), em média 1.432,09%, evidenciando ao gerente florestal que o investimento em sítios mais produtivos é preferível. Além do aspecto econômico outra vantagem é que uma menor área de plantio certamente implicará em menos infra-estrutura física, menos máquinas e outros itens que compõem o custo fixo da empresa florestal. O mesmo comportamento foi verificado para os plantios manejados em áreas planas.

Contrariamente ao esperado para o sítio menos produtivo, no caso o sítio classe de produtividade III, foram os espaçamentos iniciais 3 x 2,5 m e 3 x 2 m os que propiciaram os maiores valores de VPL. Este fato, ocorreu porque ao realizar 2 desbastes, tornaram-se mais significativos os custos de corte, extração e carregamento, que as diferenças de volume totais gerados entre os maiores e os menores espaçamentos iniciais. No entanto, houve uma maior quantidade de volume para fins mais nobres nos maiores espaçamentos o que propiciou mais renda.

Outro fato relevante observado na Tabela 1.21 é que, comparativamente, os manejos efetuados em terras arrendadas, já mostrados na Tabela 1.20, a supremacia nos valores de VPL é de maneira tal que nas classes de sítio com produtividade III o maior valor de VPL é reduzido de R\$ 652,94/ha quando as terras são próprias, para R\$ 0,0/ha quando estas são arrendadas de terceiros. Para os sítios I e II os acréscimos médios no VPL foram respectivamente, 50,2% e 83,4%.

Comparativamente ao cenário 1, a estratégia de manejo com 2 desbastes em terras da própria empresa, para o espaçamento inicial 3x2 m, eleva consideravelmente o lucro propiciado pelo sítio I, sendo este aumento em média 17,9% superior ao obtido quando a opção foi realizar um único desbaste, conforme pode-se observar na Tabela 1.15. Este fato também ocorre no sítio II, com o acréscimo médio de 36,4% no VPL. Já em relação ao sítio III pode-se notar que este passou a apresentar viabilidade econômica, fato não alcançado no cenário 1.

TABELA 1.21. Regimes de manejo em terras da própria empresa mais rentáveis para o cenário 2, para uma taxa de desconto de 6% a.a.

DENSIDADE INICIAL DE PLANTIO (árvores/ha)	ÁREA	ÍNDICE DE SÍTIO (m)	IDADE DO 1º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMANESCENTES	IDADE DO 2º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMANESCENTES	IDADE DO CORTE FINAL	VPL
1.667	Plana	28,5	12	800	14	500	21	7.354,85
1.667	Plana	28,5	12	800	14	600	21	7.337,80
1.667	Plana	28,5	12	800	14	500	22	7.331,18
1.667	Plana	28,5	12	800	14	400	22	7.302,69
1.667	Plana	28,5	12	800	14	600	22	7.300,69
1.667	Plana	28,5	12	900	14	500	21	7.193,44
1.667	Acid.	28,5	12	800	14	500	21	7.010,83
1.667	Acid.	28,5	12	800	14	600	21	6.995,52
1.667	Acid.	28,5	12	800	14	500	22	6.990,62
1.667	Acid.	28,5	12	800	14	600	22	6.962,48
1.667	Acid.	28,5	12	800	14	400	22	6.958,23
1.667	Acid.	28,5	12	900	14	500	21	6.854,77
1.667	Plana	25,5	12	800	14	400	22	3.980,49
1.667	Plana	25,5	12	900	14	400	22	3.937,81
1.667	Plana	25,5	12	800	14	400	21	3.934,18
2.000	Plana	25,5	12	800	14	400	22	3.917,68
1.667	Plana	25,5	12	900	14	400	21	3.903,20
1.667	Plana	25,5	12	800	14	500	22	3.895,54
1.667	Acid.	25,5	12	800	14	400	22	3.704,70
1.667	Acid.	25,5	12	900	14	400	22	3.664,62
1.667	Acid.	25,5	12	800	14	400	21	3.656,49
1.667	Acid.	25,5	12	900	14	400	21	3.627,98
1.667	Acid.	25,5	12	1000	14	400	22	3.624,53
1.667	Acid.	25,5	12	800	14	500	22	3.622,94
1.333	Plana	22,5	12	800	14	400	22	652,94
1.333	Plana	22,5	12	900	14	500	22	597,14
1.333	Plana	22,5	12	800	14	400	21	571,86
1.333	Plana	22,5	12	800	15	400	22	524,45
1.333	Plana	22,5	12	900	14	500	21	507,92
1.333	Plana	22,5	12	800	14	400	20	480,05
1.667	Acid.	22,5	12	800	14	400	22	472,06
1.667	Acid.	22,5	12	900	14	400	22	418,19
1.667	Acid.	22,5	12	800	14	400	21	389,64
1.667	Acid.	22,5	12	800	15	400	22	346,12
1.667	Acid.	22,5	12	900	14	400	21	327,84
1.667	Acid.	22,5	12	1000	14	400	22	298,49

- Efeito das taxas de desconto na definição dos regimes de manejo economicamente ótimos

É destacada a sensibilidade dos lucros obtidos nos regimes de manejo testados em função das variações na taxa de desconto, conforme pode ser observado na Tabela 1.22. Enquanto no índice de sítio 28,5 m, para uma taxa de desconto de 6% a.a., o lucro foi entre R\$ 6.500,00 e R\$ 7.500,00, para 10% a.a., este lucro reduz para a faixa de R\$ 550,00 a R\$ 1.100,00/ha com um menor número de opções de regimes ótimos economicamente. Este fato ocorre porque a taxa de crescimento em volume não consegue na maioria dos regimes testados superar o efeito que o aumento da taxa de desconto tem sobre os custos de se ao aplicar 2 desbastes no povoamento.

Ao considerar este efeito na classe de sítio II (índice de sítio 25,5 m), verifica-se que o efeito é também muito significativo, ficando inviável produzir florestas sujeitas a 2 desbastes neste sítio, quando a taxa de desconto é 10% a.a. Este fato é altamente preocupante, na medida em que, em outras três classes de sítio menos produtivas, são também efetuados reflorestamentos, muito deles sujeitos a 2 desbastes. Novamente o desenvolvimento de novos produtos visando agregar renda, o investimento em melhoramento genético para aumentar produtividade e a minimização de custos se fazem necessário.

TABELA 1.22. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 2, para as taxas de desconto de 8% a.a. e 10% a.a.

8%	2 DESBASTE		ESPAÇAMENTO																
	CLASSES DE VPL		2 x 2,5				3 x 2				3 x 2,5				3 x 3				
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
I	200,00	- 800,00	29	2			11				4				241	190	109	52	
	800,00	- 1.400,00	77	79	10		117	66	11	2	164	100	12	2	2	53	134	191	
	1.400,00	- 2.000,00	137	160	72	65	115	150	75	44	75	138	143	94					
	2.000,00	- 2.600,00		2	136	79		27	118	128		5	82	119					
	2.600,00	- 3.200,00			25	99			39	69			6	28					
II	-1.200,00	- -600,00	28				3				24	3			166	91	81		
	-600,00	- 0,00	168	135	70	27	142	97	26	7	175	154	97	61	77	152	162	209	
	0,00	- 600,00	47	1088	121	115	98	146	139	116	44	86	134	142					
	600,00	- 1.200,00			52	101			78	120			12	40					
10%																			
	I	-1.100,00	- -550,00												9		224	186	
		-550,00	- 0,00	80	44	72	33	37	19	55	30	56	18	114	69	234	243	19	57
		0,00	- 550,00	163	163	148	128	194	175	157	151	185	207	124	157				
550,00		- 1.100,00		36	23	82	12	49	31	62	2	18	5	17					

1 - Acidentada

2 - Plana

- Definição dos regimes de manejo para taxas de desconto de 8% e 10% a.a.

Na Tabela 1.23 são apresentados os regimes de manejo mais rentáveis implantados em terras arrendadas para o Cenário 2, para as taxas de desconto de 8% e 10% a.a. Enquanto que na Tabela 1.24 estão os regimes de manejo mais rentáveis, implantados em terras próprias, para as mesmas taxas de desconto.

TABELA 1.23. Regimes de manejo mais rentáveis, em terras arrendadas, para taxas de desconto de 8% e 10% a.a.

TAXA DE DESCONTO (a.a.)	DENSIDADE INICIAL DE PLANTIO (árvores/ha)	ÁREA	ÍNDICE DE SÍTIO (m)	IDADE DO 1º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMANESC.	IDADE DO 2º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMANESC.	IDADE DO CORTE FINAL	VPL
8%	1.667	Plana	28,5	12	800	14	500	21	2.203,28
	1.667	Plana	28,5	12	800	14	600	21	2.177,66
	1.667	Plana	28,5	12	800	14	400	20	2.151,23
	1.667	Plana	25,5	12	800	14	400	20	511,63
	1.667	Plana	25,5	12	800	14	400	21	504,14
	1.667	Plana	25,5	12	900	14	400	20	498,41
10%	1.667	Plana	28,5	12	800	14	400	20	792,20
	1.667	Plana	28,5	12	800	14	500	21	772,63
	1.667	Plana	28,5	12	800	14	500	20	746,08

TABELA 1.24. Regimes de manejo mais rentáveis em terras da própria empresa para taxas de desconto de 8% e 10% a.a.

TAXA DE DESCONTO (a.a.)	DENSIDADE INICIAL DE PLANTIO (árvores/ha)	ÁREA	ÍNDICE DE SÍTIO (m)	IDADE DO 1º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMANESC.	IDADE DO 2º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMANESC.	IDADE DO CORTE FINAL	VPL
8%	1.667	Plana	28,5	12	800	14	500	21	3.160,18
	1.667	Plana	28,5	12	800	14	600	21	3.122,67
	1.667	Plana	28,5	12	800	14	400	20	3.115,12
	1.667	Plana	25,5	12	800	14	400	20	1.186,45
	1.667	Plana	25,5	12	800	14	400	21	1.167,73
	1.667	Plana	25,5	12	900	14	400	20	1.161,02
10%	1.667	Plana	28,5	12	800	14	400	20	940,65
	1.667	Plana	28,5	12	800	14	500	21	896,37
	1.667	Plana	28,5	12	800	14	500	20	869,54

Ao confrontar os valores de VPL obtidos para regimes de manejo conduzidos em terras próprias, Tabela 1.24, e aqueles conduzidos em terras arrendadas, Tabela 1.23, verifica-se que permanece a supremacia para a primeira situação, com acréscimos médios quando a taxa de desconto é de 8%, para os sítios I e II de 43,9% e 132,1%, respectivamente.

Para a taxa de desconto de 10% este acréscimo médio é de 17,1% para o sítio I. No entanto, pode-se notar que com o aumento da taxa de desconto além de ser reduzido o número de opções de manejo rentáveis, também é reduzida as diferenças nos valores de VPL entre os manejos aplicados em terras próprias e em terras arrendadas.

Comparativamente ao cenário 1, mostrado na Tabela 1.17, a estratégia de manejo com 2 desbastes em terras arrendadas, Tabela 1.23, para o espaçamento inicial 3x2 m, no sítio I, apresenta valores de VPL 22,3%, em média, superior quando considerada a taxa de desconto 8% a.a. Para a taxa de

desconto de 10% a.a. no mesmo espaçamento e sítio verifica-se que o percentual médio de VPL é 27,7% superior para o cenário 2. No entanto, observa-se que aumentando a taxa de desconto tende a diminuir o lucro dos regimes de manejo com dois desbastes em relação a um desbaste. Este mesmo comportamento foi verificado para os manejos realizados em plantios da própria empresa conforme pode-se observar ao contrastar os valores de VPL mostrados nas Tabelas 1.24 e 1.18.

1.3.3 Geração dos regimes de manejo para o cenário 3

Na Tabela 1.25 é apresentado o agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo testados para o Cenário 3, para uma taxa de desconto de 6% a.a., considerando uma série infinita de rotações. Através desta pode-se verificar que o investimento em sítios de alta produtividade ($S = 28,5$ m) geram lucro/ha que, dependendo do regime de manejo, variam de R\$ 3.000,00 a R\$ 4.500,00. Este fato ocorre em menor intensidade no sítio II ($S = 25,5$ m), com lucro variando entre R\$ 1.400,00 a R\$ 2.100,00, dependendo do regime de manejo. Enquanto que para os sítios III ($S = 22,5$ m), IV ($S = 19,5$ m) e V ($S = 16,5$ m), mesmo para uma taxa de desconto de 6% a.a., a atividade não gera lucros. Neste caso, se a opção é fazer 3 desbastes, duas estratégias podem ser adotadas. A primeira é a redução de custos e a segunda e mais importante a agregação maior de preços aos produtos produzidos, através da adoção ou do desenvolvimento de novos produtos.

Quando existe dúvida quanto à estratégia da empresa possuir suas próprias propriedades ou arrendá-las de terceiro pode-se observar, na Tabela 1.25, que os plantios e por consequência os regimes de manejo efetuados em

terras da própria empresa apresentam rendimentos superiores aos plantados em terras arrendadas, evidenciando que esta não é a melhor estratégia de manejo.

TABELA 1.25. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 3, para uma taxa de desconto de 6% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		ESPAÇAMENTO															
			2 x 2,5				3 x 2				3 x 2,5				3 x 3			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	-1.500,00	0,00	24	5			3											
	0,00	1.500,00	261	266	100	58	265	231	51	26	196	148	19	7	193	143	24	11
	1.500,00	3.000,00	3	17	186	218	20	57	228	232	92	140	229	203	95	145	227	219
	3.000,00	4.500,00			2	12			9	30			40	78			37	58
II	-1.400,00	-700,00	124	52			59	19			9				9	1		
	-700,00	0,00	153	200	61	27	206	204	34	14	180	121	6		191	140	15	4
	0,00	700,00	11	36	166	153	23	65	164	130	99	161	107	63	88	143	140	106
	700,00	1.400,00			59	98			86	127		6	154	180		4	121	149
	1.400,00	2.100,00			2	10			4	17			21	45			12	29

1 - Acidentada

2 - Plana

Pode-se verificar também que a densidade inicial de plantio influencia, e muito, a produtividade e conseqüentemente a rentabilidade dos regimes de manejo simulados. O plantio de 1.333 árvores/ha, espaçamento 3x2,5 m, e o plantio de 1.111 árvores/ha, espaçamento 3x3 m, proporcionaram a maior rentabilidade para o sítio I, uma vez que 118 regimes de manejo do espaçamento 3x2,5 m e 95 regimes de manejo do espaçamento 3x3 m estão na classe de VPL mais alta, contra 39 regimes de manejo do espaçamento 3x2 m e 14 do espaçamento 2x2,5 m. Esse fato evidencia novamente que em sítios mais produtivos existe uma tendência de que a melhor estratégia seja o plantio em espaçamentos mais amplos, buscando a obtenção de toras de diâmetros maiores e conseqüentemente maior valor no mercado.

- Definição dos regime de manejo ótimo para terras arrendadas para taxa de desconto de 6% a.a.

Se pelos mesmos motivos já mencionados anteriormente para os Cenários 1 e 2 se for necessário, ou já existir o arrendamento de terras, são apresentados na Tabela 1.26 os regimes de manejo, em terras arrendadas, economicamente mais rentáveis para o Cenário 3.

Contrariamente ao esperado, no sítio menos produtivo, foram os espaçamentos 3 x 2,5 m e 3 x 3 m os que mais se destacaram. Este fato provavelmente tenha ocorrido face aos custos de realizar 3 desbastes em um maior número de indivíduos ter sido proporcionalmente superior ao volume gerado para fins mais nobres do uso da madeira, após a realização destes.

TABELA 1.26. Regimes de manejo, em terras arrendadas, mais rentáveis para o

cenário 3, para uma taxa de desconto de 6% a.a.

DENSIDADE INICIAL DE PLANTIO (árvores/ha)	ÁREA	ÍNDICE DE SÍTIO (m)	IDADE DO 1º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMAN.	IDADE DO 2º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMAN.	IDADE DO 3º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMAN.	IDADE DO CORTE FINAL	VPL
1.667	Plana	28,5	8	800	14	400	17	300	21	2.210,04
1.667	Plana	28,5	8	800	14	500	17	300	21	2.157,03
2.000	Plana	28,5	8	800	14	400	17	300	21	2.031,69
1.667	Plana	28,5	8	1000	14	400	17	300	21	2.009,54
2.000	Plana	28,5	8	800	14	500	17	300	21	2.008,92
1.667	Plana	28,5	10	800	14	500	17	300	21	1.996,36
1.333	Plana	25,5	12	800	14	400	17	300	21	860,24
1.333	Plana	25,5	12	800	14	500	17	300	21	806,23
1.111	Plana	25,5	10	800	14	400	17	300	21	780,33
1.333	Plana	25,5	8	800	14	400	17	300	21	773,40
1.111	Plana	25,5	8	800	14	400	17	300	21	764,79
1.333	Plana	25,5	12	1000	14	400	17	300	21	750,56

Comparativamente aos cenários 1 e 2 mostrados, respectivamente nas Tabelas 1.14 e 1.20, a estratégia de manejo com 3 desbastes em terras arrendadas, para o espaçamento inicial 3x2 m, na classe de produtividade I, apresentou os menores valores de VPL, com redução média de 44,8% e 56,9%, em relação a estratégia de se efetuar 1 e 2 desbastes, respectivamente.

De forma complementar, assim como no cenário 1, não foi observado nenhum regime com valor positivo de VPL para os sítios cuja classe de produtividade foi igual ou inferior a III.

- Definição dos regimes de manejo para terras próprias para taxa de desconto de 6% a.a.

Para as situações em que a melhor opção é o plantio e a execução de desbastes em terras da própria empresa é apresentado na Tabela 1.27 os regimes de manejo mais rentáveis para o cenário 3.

TABELA 1.27. Regimes de manejo mais rentáveis em terras da própria empresa para o cenário 3, para uma taxa de desconto de 6% a.a

DENSIDADE INICIAL DE PLANTIO (árvores/ha)	ÁREA	ÍNDICE DE SÍTIO (m)	IDADE DO 1º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORE REMAN.	IDADE DO 2º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORE REMAN.	IDADE DO 3º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORE REMAN.	IDADE DO CORTE FINAL	VPL
1.333	Plana	28,5	8	800	14	400	17	300	21	4.061,00
1.333	Plana	28,5	8	800	14	500	17	300	21	3.943,81
1.333	Plana	28,5	10	800	14	400	17	300	21	3.904,45
1.111	Plana	28,5	10	800	14	400	17	300	21	3.876,98
1.111	Plana	28,5	8	800	14	400	17	300	21	3.853,12
1.333	Plana	28,5	10	800	14	500	17	300	21	3.827,74
1.111	Plana	28,5	12	800	14	400	17	300	21	3.817,07
1.333	Acid.	28,5	8	800	14	400	17	300	21	3.812,27
1.333	Plana	25,5	12	800	14	400	17	300	21	2.025,14
1.333	Plana	25,5	12	800	14	500	17	300	21	1.962,30
1.333	Plana	25,5	8	800	14	400	17	300	21	1.940,45
1.333	Plana	25,5	8	800	14	500	17	300	21	1.879,11
1.333	Plana	25,5	12	1000	14	400	17	300	21	1.862,81
1.111	Plana	25,5	10	800	14	400	17	300	21	1.858,14

Um fato relevante observado na Tabela 1.27 é que comparativamente aos manejos efetuados em terras arrendadas, já mostrados na Tabela 1.26, há uma nítida supremacia nos valores de VPL seja para o sítio I ou II. Estes valores são, respectivamente, 86,2% e 143,4% embora para o sítio 28,5 m a densidade inicial de plantio não tenha sido a mesma.

Comparativamente aos cenários 1 e 2 mostrados nas Tabelas 1.15 e 1.21, a estratégia de manejo com 3 desbastes em terras da própria empresa, Tabela 1.27, apresentou-se lucrativa, porém, menos eficiente, com redução

média nos valores de VPL, para os sítios 28,5 e 25,5 m, em relação a prática de 1 desbaste de 35,8% e 32,7%, e em relação a prática de 2 desbastes de 45,5% e 51,1%, apesar da diferença na densidade inicial de plantio.

- Efeito das taxas de desconto na definição dos regimes de manejo economicamente ótimos

É destacada a sensibilidade dos lucros obtidos nos regimes de manejo testados em função das variações nas taxas de desconto conforme pode-se observar na Tabela 1.28. Enquanto no índice de sítio 28,5 m, para a taxa de desconto de 6% a.a., o lucro foi entre R\$ 3.000,00 e R\$ 4.500,00, para 8% a.a., este lucro reduz para faixa de R\$ 600,00 a R\$ 1.200,00 com um menor número de opções de regimes ótimos economicamente, sendo que, para uma taxa de 10% a.a., torna-se inviável economicamente produzir florestas sujeitas a 3 desbastes, mesmo em sítios de alta produtividade.

Este fato é altamente preocupante à medida em que nas em outras quatro classes de sítio menos produtivas, são também efetuados reflorestamentos, muito deles sujeitos a 3 desbastes em muitas empresas no Brasil. Nestes sítios os custos de implementar 3 desbastes tem um crescimento superior em termos relativos se comparados ao crescimento volumétrico alcançado pelo povoamento remanescente, após o desbaste. Apesar de gerar lucro a opção de realizar três desbastes (cenário 3) é a menos interessante dos três cenários avaliados neste estudo. Nova-mente, o desenvolvimento de novos produtos visando agregar renda, o investimento em melhoramento genético para aumentar produtividade e a minimização de custos se fazem necessário se a opção for pela realização de 3 desbastes.

TABELA 1.28. Agrupamento em classe de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 3, para uma taxa de desconto de 8% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		2 x 2,5				3 x 2				3 x 2,5				3 x 3			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	-1.200,00	-600,00	98	47	77	41	33	13	29	17	6		7	3	4	1	14	6
	-600,00	0,00	183	213	171	169	229	194	177	136	167	109	117	76	169	112	132	94
	0,00	600,00	7	28	40	76	26	81	81	129	115	175	153	173	115	172	132	167
	600,00	1.200,00				2			1	6		4	11	36		3	10	21

1 - Acidentada

2 - Plana

- Definição dos regimes de manejo para taxas de desconto de 8%

a.a.

Na Tabela 1.29 são apresentados os regimes de manejo mais rentáveis implantados em terras arrendadas para o Cenário 3, para a taxa de desconto de 8% a.a. Enquanto que na Tabela 1.30 estão os regimes de manejo mais rentáveis, implantados em terras próprias, para a mesma taxa de desconto, evidenciando que um menor número de árvores por unidade de área propicia o melhor retorno quando três desbastes são efetuados no povoamento florestal, seja em terras da própria empresa ou arrendadas.

Observando-se os valores de VPL desta estratégia de manejo nas duas situações consideradas, constata-se que 3 desbastes geram menos lucro que 2 desbastes.

TABELA 1.29. Regimes de manejo mais rentáveis, em terras arrendadas, para a taxa de desconto de 8% a.a.

DENSIDADE INICIAL DE PLANTIO (árvores/ha)	ÁREA	ÍNDICE DE SÍTIO (m)	IDADE DO 1º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMAN.	IDADE DO 2º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMAN.	IDADE DO 3º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMAN.	IDADE DO CORTE FINAL	VPL
1.333	Plana	28,5	8	800	14	400	17	300	21	673,47
1.333	Plana	28,5	10	800	14	400	17	300	21	647,54
1.111	Plana	28,5	10	800	14	400	17	300	21	645,03
1.111	Plana.	28,5	12	800	14	400	17	300	21	634,91
1.111	Plana.	28,5	8	800	14	400	17	300	21	630,69

TABELA 1.30. Regimes de manejo mais rentáveis, em terras próprias, para a taxa de desconto de 8% a.a.

DENSIDADE INICIAL DE PLANTIO (árvores/ha)	ÁREA	ÍNDICE DE SÍTIO (m)	IDADE DO 1º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMAN.	IDADE DO 2º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMAN.	IDADE DO 3º DESB. (anos)	NÚMERO DE ÁRVORES REMAN.	IDADE DO CORTE FINAL	VPL
1.333	Plana	28,5	8	800	14	400	17	300	21	1.032,43
1.333	Plana	28,5	8	800	14	500	17	300	21	947,55
1.333	Plana	28,5	10	800	14	400	17	300	21	938,13
1.333	Plana.	28,5	8	800	14	400	17	300	20	907,42
1.111	Plana.	28,5	10	800	14	400	17	300	21	895,01

Ao confrontar os valores de VPL obtidos para regimes de manejo conduzidos em terras próprias, Tabela 1.30, e aqueles conduzidos em terras arrendadas, Tabela 1.29, verifica-se que permanece a supremacia para primeira situação com acréscimos médio de 46,1%.

No entanto, pode-se notar que com o aumento da taxa de desconto, além de ser reduzido, ainda mais o número de opções de manejo rentáveis, também é reduzida a diferença nos valores de VPL entre os manejos aplicados em terras próprias e em terras arrendadas. Para a taxa de desconto de 10%, não houve, dentre os regimes de manejo testados, nenhum que apresentasse lucro, mesmo nos sítios de alta produtividade.

Comparativamente ao cenário 1, mostrado na Tabela 1.17 e 1.18 e ao cenário 2, Tabela 1.23 e 1.24, seja a estratégia de manejo com 3 desbastes em terras arrendadas, seja em terras próprias foi observada para a taxa de desconto de 8% a.a. uma redução média nos valores de VPL de, respectivamente, 63,7%, 64,5%, 70,3% e 69,9%, ao ser considerado o sítio 28,5 m, independente da densidade inicial de plantio.

1.3.4 Produção volumétrica para os três Cenários deste estudo

Na Tabela 1.31 são apresentados para as classes de produtividade I, II e III e para a taxa de desconto de 6% a.a., os volumes de cada produto para o regime de manejo mais rentável economicamente simulado em cada Cenário.

Os volumes comerciais apresentados para o Cenário 1, no índice de sítio 28,5 m, correspondem ao plantio de 1.667 árvores/ha, com a realização de 1 desbaste aos 12 anos, mantendo 700 árvores/ha e do corte final aos 19 anos. Já para o índice de sítio 25,5 m, os volumes comerciais correspondem ao plantio de 2.000 árvores/ha, com a realização de 1 desbaste aos 12 anos, mantendo 700 árvores/ha e de corte final aos 21 anos. Enquanto que para o índice de sítio 22,5 m, os volumes comerciais correspondem ao plantio de 1.333 árvores/ha, com a realização de 1 desbaste aos 12 anos, mantendo 700 árvores/ha e do corte final aos 21 anos.

Para o Cenário 2 os volumes comerciais apresentados correspondem no índice de sítio 28,5 m, ao plantio de 1.667 árvores/ha, com a realização do 1º desbaste aos 12 anos, mantendo 800 árvores/ha, do 2º desbaste aos 14 anos, mantendo 500 árvores/ha, e do corte final aos 21 anos. Para o índice de sítio 22,5 m, os volumes comerciais correspondem ao plantio de 1.667 árvores/ha, com a realização de 1 desbaste aos 12 anos, mantendo 800 árvores/ha, do 2º desbaste aos 14 anos mantendo 400 árvores/ha, e do corte final aos 22 anos. Enquanto que para o índice de sítio 22,5, os volumes comerciais correspondem ao plantio de 1.333 árvores/ha, com a realização do 1º desbaste aos 12 anos, mantendo 800 árvores/ha, do 2º desbaste aos 14 anos mantendo 400 árvores, e do corte final aos 22 anos.

Para o Cenário 3 os volumes comerciais apresentados correspondem, para os índices de sítio 28,5 m e 25,5 m, ao plantio de 1.333 árvores/ha, com a realização do 1º desbaste aos 8 anos, mantendo 800 árvores/ha, do 2º desbaste

aos 14 anos mantendo 400 árvores/ha, do 3º desbaste aos 17 anos mantendo 300 árvores/ha e do corte final aos 21 anos. Para o índice de sítio 22,5 m, os volumes comerciais correspondem ao plantio de 1.111 árvores/ha, com a realização do 1º desbaste aos 8 anos mantendo 800 árvores/ha do 2º desbaste aos 14 anos mantendo 400 árvores/ha, do 3º desbaste aos 17 anos mantendo 300 árvores/ha e do corte final aos 21 anos.

Analisando a Tabela 1.31, nota-se, para a classe de produtividade I, que o volume de madeira especial, obtido no Cenário 2 é, em média, 74,5% maior que o volume de madeira especial obtido no Cenário 1, em que apenas um desbaste é realizado e é apenas 1,3% menor que o volume de madeira especial obtido no Cenário 3, em que três desbastes são realizados. Para as classes de produtividade II e III o volume de madeira especial obtido no Cenário 2 é, em média, respectivamente 68,2% e 72,0% maior que o volume de madeira especial obtido no Cenário 1, e ainda 10,8% e 3,2% maior que o volume de madeira especial obtido no Cenário 3. Ao se comparar os volumes para processo, serraria e laminação dos três Cenários para a classe de produtividade I, nota-se que entre os Cenários 1 e 2 existe pouca diferença, ao passo que entre os Cenários 2 e 3 observa-se um volume bastante superior para o Cenário 2, ou seja, comparativamente ao Cenário 3 é vantajoso, do ponto de vista econômico, deixar de realizar um desbaste, diminuindo assim custos; e comparativamente ao Cenário 1 compensa, do ponto de vista econômico, a realização de um desbaste a mais, uma vez que o ganho em volume de madeira especial, que é a madeira que alcança os melhores preços no mercado (R\$44,30/m³), supera o custo do desbaste.

TABELA 1.31. Volumes dos produtos da madeira obtidos para cada cenário.

Cenários	Produtos	Volumes (m ³ /ha)		
		Sítio I (S=28,5 m)	Sítio II (S=25,5 m)	Sítio III (S=22,5 m)
1	Processo	138	194	107
	Serraria	375	363	220
	Laminação	468	388	326
	Madeira Especial	267	220	132
	Volume Total	1.271	1.188	804
2	Processo	140	145	109
	Serraria	360	315	201
	Laminação	369	260	229
	Madeira Especial	466	370	227
	Volume Total	1.362	1.112	783
3	Processo	126	133	85
	Serraria	168	188	132
	Laminação	214	182	180
	Madeira Especial	472	334	220
	Volume Total	997	856	641

Comparando-se os Cenários 1 e 3, pode-se constatar que, com a realização de um desbaste o volume de madeira especial é menor do que quando se realizam três desbastes. No entanto, os volumes de madeira para laminação, serraria e processo obtidos ao longo da rotação são maiores, gerando um volume total maior, porém com um custo de produção bem menor, levando assim esse cenário a ser superior, em termos de rendimentos líquidos, ao Cenário 3.

1.4 CONCLUSÕES

Preferencialmente a empresa deve investir em sítios de alta produtividade, no caso esse estudo indica os índices de sítio 28,5m e 25,5m na idade de referência de 20 anos, para *Pinus taeda*.

O arrendamento de terras gera lucro/ha, sendo que, em sítios de alta produtividade ($S = 28,5$ m), dependendo do regime de manejo adotado, esses lucros variam de R\$ 1,00 a R\$ 4.896,39. Já para o sítio classe II ($S = 25,5$ m) esses lucros variam de R\$ 1,00 a R\$ 2.181,03, dependendo do regime de manejo adotado. Para os sítios classes III ($S = 22,5$ m), IV ($S = 19,5$ m) e V ($S = 16,5$ m) o arrendamento de terras, sem considerar a adoção ou desenvolvimento de novos produtos com maior valor agregado, não é recomendado, uma vez que apresentam VPLs negativos.

O plantio em áreas acidentadas, apesar de não ser a situação ideal, também gera lucro/ha que, dependendo do regime de manejo adotado, variam de R\$ 1,00 a R\$ 7.010,83 em sítios mais produtivos ($S = 28,5$ m). Para o sítio classe II ($S = 25,5$ m) esses lucros variam de R\$ 1,00 a R\$ 3.704,70, dependendo do regime de manejo adotado, enquanto que para o sítio classe III ($S = 22,5$ m) esses lucros variam de R\$ 1,00 a R\$ 472,06, dependendo do regime de manejo adotado. Já para os sítios classes IV ($S = 19,5$ m) e V ($S = 16,5$ m) a adoção de regimes de manejo sujeitos a desbastes não gera lucros.

Taxas de desconto superiores a 6% a.a. inviabilizam a atividade florestal nos sítios III ($S = 22,5$ m), IV ($S = 19,5$ m) e V ($S = 16,5$ m), uma vez que apresentam VPLs negativos.

A condução de regimes de manejo com a realização de 2 desbastes deve ser adotada, por ser esta a opção que gera maiores receitas líquidas para a empresa. Recomenda-se a implantação de regimes de manejo com plantio de 1.667 árvores/ha e com corte final aos 21 ou até 22 anos, após a realização de 2 desbastes: o primeiro aos 12 anos, mantendo 800 árvores/ha e o segundo aos 14 anos, mantendo de 400 a 600 árvores/ha. Para o sítio II a melhor opção é a adoção de regimes de manejo com plantio de 1.667 árvores/ha e corte final aos 22 anos, após a realização de 2 desbastes: o primeiro aos 12 anos, mantendo de

800 a 900 árvores/ha e o segundo aos 14 anos, mantendo 400 árvores/ha. Já para o sítio III a melhor opção é a adoção de regimes de manejo com plantio de 1.333 árvores/ha e corte final aos 22 anos, após a realização de 2 desbastes: o primeiro aos 12 anos, mantendo de 800 a 900 árvores/ha e o segundo aos 14 anos, mantendo de 400 a 500 árvores/ha.

Embora não seja a prática ideal, a realização de 1 desbaste gera um lucro maior do que a realização de 3 desbastes. A densidade inicial de plantio ideal, quando 1 desbaste é adotado para o sítio I, é de 1.667 árvores/ha, enquanto que para o sítio II é de 2.000 árvores/ha. Já para os sítios III, IV e V essa densidade varia de 1.667 a 2.000 árvores/ha.

A densidade inicial de plantio ideal, quando 2 desbastes são adotados para os sítios I e II, é de 1.667 árvores/ha, enquanto que para os sítios III, IV e V essa densidade varia de 1.333 a 1.667 árvores/ha.

A densidade inicial de plantio ideal, quando 3 desbastes são adotados, para os sítios I e II é de 1.333 e 1.111 árvores/ha, enquanto que para os sítios III, IV e V essa densidade é de 1.333 árvores/ha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FISCHER, F. **Eficiência dos modelos polinomiais e das razões de volume na estimativa volumétrica dos sortimentos e do perfil do fuste de *Pinus taeda***. Lavras: UFLA, 1997. 167p. (Tese-Mestrado em Engenharia Florestal).

GOLFARI, L.; CASER, R.L.; MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para florestamento no Brasil**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do estado do Paraná**. Londrina, 1994. 49p. (Documentos, 18).

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 2.ed. Rio de Janeiro: J.Olympio/Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Paraná, 1981. 450p.

OLIVEIRA, E.B. **Um sistema computadorizado de prognose do crescimento e produção de Pinus taeda L., com critérios quantitativos para a avaliação técnica e econômica de regimes de manejo**. Curitiba: UFPr, 1995. 134p. (Tese-Doutorado em Engenharia Florestal).

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. **Avaliação de projetos florestais**. Viçosa: UFV, 1993. 47p.

SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 438p.

SCOLFORO, J.R.S. **Mensuração florestal 3: relações quantitativas em volume, peso e a relação hipsométrica**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1993. 292p.

SCOLFORO, J.R.S. **O sistema PISAPRO**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 99p.

SIQUEIRA, J.D.P. **Diagnóstico e avaliação do setor florestal brasileiro; relatório da região sul**. s.l.: FUNATURA/ITTO/IBAMA, 1995. 71 p.

CAPÍTULO 2

**SIMULAÇÃO E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE REGIMES DE
DESBASTES E PODA PARA *Pinus taeda* PARA OBTENÇÃO DE
MADEIRA LIVRE DE NÓS E MADEIRA PARA MÚLTIPLOS USOS**

RESUMO

ACERBI JÚNIOR, Fausto Weimar. Simulação e avaliação econômica de regimes de desbastes e poda para *Pinus taeda* para obtenção de madeira livre de nós e madeira para múltiplos usos. In: Definição de regimes de desbaste e poda economicamente ótimos para *Pinus taeda*. Lavras: UFLA, 1998. 177p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

Este estudo teve como objetivo simular e avaliar economicamente regimes de desbastes e de poda para *Pinus taeda*, para obtenção de madeira livre de nós (clearwood), e de madeira para múltiplos usos. A área em estudo, de propriedade da Empresa PISA Florestal S.A., está situada no município de Jaguariaíva-PR. Foram testados 2 cenários com diferentes números, épocas e intensidade de desbaste, a partir de diferentes densidades iniciais de plantio, em diferentes níveis de produtividade, almejando a produção de madeira podada, livre de nós, e de madeira não podada para vários usos. Os regimes de manejo gerados foram submetidos na análise de investimento a 3 taxas de desconto, a plantios em áreas planas e acidentadas, em terras arrendadas e da própria empresa e a seis diferentes opções de preço da madeira podada em relação a madeira não podada, o que totalizou 344.088 diferentes opções de manejo. Para a obtenção de madeira livre de nós, necessariamente, o 1º desbaste foi um desbaste pré-comercial, realizado em idades jovens e seguido de poda. As simulações de crescimento, produção e desbastes foram obtidas a partir do software PISAPRO. Já as análises econômicas foram realizadas a partir da maximização do valor presente líquido geral, utilizando para tal o software INVEST. Os regimes de manejo que apresentaram maiores rentabilidades, para as classes de sítio I e II e para os custos de produção e preços estipulados, foram

Comitê Orientador: José Roberto S. Scolforo - UFLA (Orientador), Sebastião do Amaral Machado, Antônio Donizetti de Oliveira.

aqueles com plantio de 833 árvores/ha e com corte final aos 21 anos, após a realização de 3 desbastes: sendo o primeiro um pré-comercial seguido de poda aos 4 anos, mantendo 500 árvores/ha, o segundo um comercial aos 12 anos, mantendo 400 árvores/ha e o terceiro um comercial aos 14 anos mantendo 100 árvores/ha. Já para a classe de sítio III a melhor opção foi a adoção de regimes de manejo com plantio de 1.111 árvores/ha e corte final aos 20 anos, após a realização de um desbaste pré-comercial seguido de poda aos 4 anos, mantendo 500 árvores/ha e de 1 desbaste comercial aos 12 anos, mantendo 200 árvores/ha. A segunda poda para as três classes de sítio foi realizada entre 7 e 8 anos de idade.

Palavras-chave: Crescimento, produção, simulador de desbaste, poda

ABSTRACT

SIMULATION AND ECONOMIC EVALUATION OF THINNING REGIMES AND PRUNING TO OBTAIN THE CLEARWOOD AND WOOD FOR MULTIPLE USES

This study had the objective of simulating and evaluating economically thinning regimes and pruning for *Pinus taeda*, to obtain the clearwood and wood for multiple uses. The area of study, belonging to the enterprise PISA FLORESTAL S.A., is located in the county of Jaguariaiva, state of Paraná - Brazil. Two scenarios were tested with different numbers, time and thinning intensities from different initial planting densities, at different levels of productivity were tested, aiming at the production of pruning wood, clearwood and no pruned wood for several uses. The generated management regimes were submitted, during the investment analysis, to 3 discount rates for plantings on both plain and rough lands, on rented and owned lands and for 6 different options of pruned wood prices related to no pruned wood, totaling 344,088 different management options. For obtaining clearwood, necessarily a pre-commercial thinning (first thinning) must be done at the young ages (4 to 5 years) followed by pruning. The management regimes, which presented highest

Guidance Committee: José Roberto S. Scolforo - UFLA (Major Professor), Sebastião do Amaral Machado, Antônio Donizetti de Oliveira.

profitability for class I and II sites, were those with 833 trees per hectare initially, and with final felling at 21 years after 3 thinning operations: a pre-commercial thinning followed by pruning at the age of 4 maintaining 500 trees/ha, a commercial thinning at the age of 12 maintaining 400 trees/ha and a third thinning (commercial) at 14 maintaining 100 trees/ha. For the site III, the best option was the adoption of management regimes with 1111 planted trees/ha and final cutting at 20 years, after the accomplishment of a pre-commercial thinning followed by pruning at the age of 4 maintaining 500 trees/ha and a commercial thinning at the age of 12 maintaining 200 trees/ha. The second pruning for the 3 classes of the site was achieved between 7 and 8 years of age.

Key words: Growth, yield, models with thinning simulator, pruning

2.1 INTRODUÇÃO

A perspectiva de estabilização e globalização da economia, aliada às previsões de falta de madeira de qualidade e com grandes dimensões no mercado internacional, têm levado os empresários do setor florestal a reverem seus conceitos estratégicos, buscando reduzir custos e, principalmente, agregar valor ao produto final, tornando suas empresas cada vez mais competitivas para, assim, poderem aproveitar as oportunidades presentes e futuras no mercado de produtos florestais.

Um exemplo dessa estratégia é que, entre os maiores produtores mundiais, observa-se no Japão, EUA, Canadá e Suécia os mais altos índices de transformação de madeira bruta em produtos mais valorizados (Macedo e Mattos, 1995).

Seguindo a tendência mundial, instalaram-se nos últimos anos, no sul do Brasil, algumas indústrias objetivando a produção de madeira serrada de *Pinus* livre de nós. Estas indústrias, no entanto, aproveitam o mesmo tipo de toras que as demais, por escassez de madeira podada no mercado, e no seu processo industrial produzem painéis colados, “clear blocks”, “finger joint” etc.,

retirando os nós na sua manufatura e conseguindo, com isso, alto valor para estes produtos (Scolforo e Maestri, 1997).

Porém, este processo conduz a um menor aproveitamento da tora, quando comparado às toras livres de nós advindas de florestas onde as árvores foram podadas. Esta prática resulta no aproveitamento quase integral da madeira, durante o processo de industrialização. O que vem mais uma vez ressaltar a grande necessidade de adoção de um regime de manejo voltado para obtenção de madeira livre de nós ainda na floresta. Necessariamente este regime de manejo deve ser implementado em sítios de boa para alta produtividade, com densidade inicial de plantio adequada e material genético de qualidade, contemplando, entre outras, as operações de desbaste pré-comercial, desbastes comerciais (sistemáticos e/ou seletivos) e principalmente a poda, gerando madeira de grandes dimensões e alta qualidade e conseqüentemente alto valor, tanto no mercado nacional quanto no mercado internacional.

Para se ter uma idéia da valorização das toras podadas no mercado internacional, enquanto toras normais são vendidas à US\$ 100,00/m³, as sem nós alcançam US\$ 220,00/m³ (Scolforo e Maestri, 1997).

Buscando solucionar o problema, este capítulo tem como objetivo definir qual o melhor regime de manejo para *Pinus taeda*, por sítio, para obtenção de madeira livre de nós (clearwood). Para isso, inúmeras alternativas de regimes de manejo (cenários) serão simuladas e, posteriormente, analisadas através do uso de critérios econômico-financeiros.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Localização e características da área

A área em estudo, de propriedade da Empresa Pisa Florestal S.A., está situada no município de Jaguariaíva, Estado do Paraná, entre os paralelos 24° e 24°30' de latitude sul e os meridianos 49°30' e 50° de longitude oeste de Greenwich, com altitude variando entre 700 e 1.100m.

Segundo a classificação de Koeppen, o clima da região é do tipo Cfb, ou seja, subtropical quente-temperado, caracterizado por apresentar temperatura média inferior a 22°C no mês mais quente do ano. O mês mais chuvoso é janeiro, cuja precipitação média é de 225,4 mm e não há estação seca definida. Segundo os dados da Estação Meteorológica de Jaguariaíva, a temperatura média da região é de 17,7°C, sendo a do mês mais quente em torno de 21,3°C e a do mês mais frio, 13,4°C, registrando-se algumas geadas por ano (Maack, 1981).

A vegetação original é denominada campo cerrado (estepe arbustiva de gramínea baixa), mas a região hoje concentra inúmeras áreas reflorestadas que se baseiam principalmente em *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* e *Araucaria angustifolia* (Fischer, 1997).

O solo predominante na região é arenoso, com afloramentos de rocha e relevo variando de ondulado a fortemente ondulado (Instituto Agrônômico do Paraná, 1994; Golfari, Caser, Moura, 1978).

2.2.2 Definição dos regimes de manejo ótimos economicamente

Dois componentes são fundamentais para que esse objetivo seja alcançado. O primeiro é um sistema de prognose do crescimento e da produção, com simulador de desbastes que seja eficiente e flexível. O segundo é uma estrutura de custos e preços reais que retratem com eficiência os cenários que serão obtidos a partir do simulador de produção.

2.2.2.1 Prognose do crescimento e da produção

Utilizou-se 286 parcelas permanentes, com idades variando de 3 a 26 anos, plantadas em diferentes espaçamentos, sujeitas a diferentes número, intensidade e época de desbaste. Agregou-se ainda a este conjunto outras 30 parcelas, advindas de um experimento que contemplou 6 diferentes densidades iniciais de plantio, nos espaçamentos 3 x 3,5; 3 x 3; 3 x 2,5; 3 x 2; 2 x 2,5 e 3 x 1 m. Para construir os simuladores de desbastes foram utilizadas outras 6.000 parcelas temporárias de 400 m², lançadas por ocasião da realização dos desbastes. Estas parcelas também retrataram diferentes épocas, número e intensidade de desbastes.

Para obtenção da prognose do crescimento e da produção do volume por classe diamétrica, para povoamentos de *Pinus taeda*, foi utilizado o software PISAPRO, desenvolvido ao longo do ano de 1997 no Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras, pelo Prof. José Roberto Scolforo, com a colaboração de Fausto Weimar Acerbi Jr. O software PISAPRO possui os seguintes componentes básicos:

- Função de sítio com ajuste polimórfico;
- Função de sobrevivência;
- Funções que representam os atributos do povoamento, como: área basal, média aritmética dos diâmetros, variância amostral dos diâmetros, diâmetro médio quadrático, diâmetro máximo e diâmetro mínimo;
- Razão de volume e função de forma compatível;
- Algoritmo de desbaste advindo de 6.000 parcelas representando diferentes idades, intensidades e tipo de desbaste;
- Função de distribuição Weibull compatível com a equação global de área basal e ajustada pelo método da máxima verossimilhança;

- Funções de altura média por classe de diâmetro, conforme método apresentado por Scolforo (1993);
- Software propriamente dito, que possibilita a interligação dos vários módulos descritos anteriormente, conforme pode ser visto com detalhes em Scolforo (1997).

Utilizando-se do sistema PISAPRO, foi possível simular diferentes alternativas de regimes de manejo (cenários). Foram testados 2 cenários com diferentes números, épocas e intensidade de desbaste, a partir de diferentes densidades iniciais de plantio, em diferentes níveis de produtividade. Para a obtenção de madeira livre de nós, necessariamente o primeiro desbaste trata-se de um desbaste pré-comercial, realizado em idades jovens e seguido de poda.

A primeira poda ocorre simultaneamente ao desbaste pré-comercial, e as árvores selecionadas são podadas até uma altura mínima de 2,4 m desde que não ultrapasse 50% da altura da árvore ou 1/3 de sua copa viva. A segunda poda ocorre, normalmente, em torno dos 7 e 8 anos, atingindo uma altura de 6,7 a 7,0 m nas árvores selecionadas.

A implementação do sistema iniciou-se com:

a) Teste de opções de regimes a partir de 9 diferentes densidades iniciais de plantio em diferentes sítios, conforme pode ser visto no Tabela 2.1

TABELA 2.1. Diferentes densidades iniciais de plantio em diferentes sítios.

DENSIDADE INICIAL DE PLANTIO	ESPAÇAMENTO	ÍNDICE DE SÍTIO	CLASSE DE SÍTIO
------------------------------	-------------	-----------------	-----------------

1.333 árvores/ha	3 X 2,5	28,5	I
1.333 árvores/ha	3 X 2,5	25,5	II
1.333 árvores/ha	3 X 2,5	22,5	III
1.111 árvores/ha	3 X 3	28,5	I
1.111 árvores/ha	3 X 3	25,5	II
1.111 árvores/ha	3 X 3	22,5	III
833 árvores/ha	3 X 4	28,5	I
833 árvores/ha	3 X 4	25,5	II
833 árvores/ha	3 X 4	22,5	III

Fonte: Scolforo (1997)

b) Cenários propriamente ditos: Das 9 opções definidas no item (a), foram então estabelecidos os cenários. Neste variou-se o número, a época de ocorrência dos desbastes pré-comerciais e comerciais e do corte final, assim como a intensidade dos desbastes.

b.1) **Cenário 1:** Esta é a situação em que serão realizados 2 desbastes em diferentes épocas e com diferentes intensidades de remoção, além de diferentes idades de corte final. Na Tabela 2.2 são mostradas as opções a serem simuladas, considerando a densidade inicial de plantio de 1.333 árvores/ha, no índice de sítio 28,5 metros. Para as outras 8 situações definidas no item (a), este mesmo enfoque foi adotado.

Analisando a Tabela 2.2, verifica-se a existência de 243 alternativas de regime de manejo, ou seja, na idade de desbaste pré-comercial de 4 anos é possível deixar 500, 550 ou 600 árvores remanescentes, sendo que o 2º desbaste pode ser realizado aos 8, 10 ou 12 anos, deixando de 200, 250 ou 300 árvores remanescentes e executando o corte final aos 20, 21 ou 22 anos.

TABELA 2.2. Diferentes épocas, intensidades de remoção e idades de corte final.

Idades do desbaste pré-comercial (anos)	Número de árvores remanescentes			Idades do 2º desbaste (anos)	Número de árvores remanescentes	Idades de Corte Final (anos)		
	500	550	600			20	21	22
4	500	550	600	8	200	20	21	22
					250	20	21	22
					300	20	21	22
				10	200	20	21	22
					250	20	21	22
					300	20	21	22
				12	200	20	21	22
					250	20	21	22
					300	20	21	22
5	500	550	600	8	200	20	21	22
					250	20	21	22
					300	20	21	22
				10	200	20	21	22
					250	20	21	22
					300	20	21	22
				12	200	20	21	22
					250	20	21	22
					300	20	21	22
6	500	550	600	8	200	20	21	22
					250	20	21	22
					300	20	21	22
				10	200	20	21	22
					250	20	21	22
					300	20	21	22
				12	200	20	21	22
					250	20	21	22
					300	20	21	22

Para melhor ilustrar esse procedimento na Tabela 2.3, será feito um exemplo com as possíveis combinações para o desbaste pré-comercial ocorrendo na idade de 4 anos.

Como pode ser observado no exemplo, fixando a idade do desbaste pré-comercial aos 4 anos é possível realizar 81 diferentes alternativas de regimes de manejo. Multiplicando-se esse valor por 3, já que o desbaste pré-comercial pode ocorrer aos 4, 5 ou 6 anos, chega-se ao número de 243 possíveis combinações.

Portanto, para cada uma das 9 situações do item (a) existem 243 possíveis combinações, resultando em um número total de 2.187 alternativas de regimes de manejo para o Cenário 1.

TABELA 2.3. Exemplo com as opções de manejo simuladas para o cenário 1.

Idade do desbaste pré-comercial (anos)	Número de árvores remanescentes	Idade do 2º desbaste (anos)	Número de árvores remanescentes	Idades de Corte Final (anos)
4	500	8	200	20
4	500	8	200	21
4	500	8	200	22
4	500	8	250	20
4	500	8	250	21
4	500	8	250	22
4	500	8	300	20
4	500	8	300	21
4	500	8	300	22
.
.
.
4	600	12	200	20
4	600	12	200	21
4	600	12	200	22
4	600	12	250	22
4	600	12	250	21
4	600	12	250	22
4	600	12	300	20
4	600	12	300	21
4	600	12	300	22

b.3) **Cenário 2:** Esta é a situação em que serão realizados 3 desbastes em diferentes épocas e com diferentes intensidades de remoção, além de diferentes idades de corte final. Na Tabela 2.4 são mostradas as opções a serem

simuladas, considerando a densidade inicial de plantio de 1.333 árvores/ha, no índice de sítio 28,5 metros. Para as outras 8 situações definidas no item (a), este mesmo enfoque foi adotado.

Analisando a Tabela 2.4, verifica-se a existência de 288 alternativas de regime de manejo, ou seja, na idade de desbaste pré-comercial de 4 anos é possível deixar 500, ou 600 árvores remanescentes e realizar o 2º desbaste aos 10 ou 12 anos, deixando 300 ou 400 árvores remanescentes, podendo-se realizar o 3º desbaste aos 14, 15 ou 16 anos, deixando 100 ou 200 árvores remanescentes e executando o corte final aos 20 ou 21 anos.

Para melhor ilustrar esse procedimento na Tabela 2.5, será feito um exemplo com as possíveis combinações para a ocorrência do desbaste pré-comercial na idade de 4 anos.

Como pode ser observado no exemplo, fixando a idade do desbaste pré-comercial aos 4 anos, é possível realizar 96 diferentes alternativas de regimes de manejo. Multiplicando-se esse valor por 3, já que o desbaste pré-comercial pode ocorrer aos 4, 5 ou 6 anos, chega-se ao número de 288 possíveis combinações.

Portanto, para cada uma das 9 situações do item (a) existem 288 possíveis combinações, resultando em um número total de 2.592 alternativas de regimes de manejo para o Cenário 2.

TABELA 2.4. Diferentes épocas, intensidades de remoção e idades de corte final.

Idade do desbaste pré-	Número de árvores remanescente	Idades do 2º desbaste	Número de árvores remanescente	Idades do 3º desbaste	Número de árvores remanescente	Idades de Corte Final (anos)
------------------------	--------------------------------	-----------------------	--------------------------------	-----------------------	--------------------------------	------------------------------

comercial (anos)	s		(anos)	s	(anos)	s			
4	500	600	10	300	14	100	200	20	21
					15	100	200	20	21
					16	100	200	20	21
				400	14	100	200	20	21
					15	100	200	20	21
					16	100	200	20	21
			12	300	14	100	200	20	21
					15	100	200	20	21
					16	100	200	20	21
				400	14	100	200	20	21
					15	100	200	20	21
					16	100	200	20	21
5	500	600	10	300	14	100	200	20	21
					15	100	200	20	21
					16	100	200	20	21
				400	14	100	200	20	21
					15	100	200	20	21
					16	100	200	20	21
			12	300	14	100	200	20	21
					15	100	200	20	21
					16	100	200	20	21
				400	14	100	200	20	21
					15	100	200	20	21
					16	100	200	20	21
6	500	600	10	300	14	100	200	20	21
					15	100	200	20	21
					16	100	200	20	21
				400	14	100	200	20	21
					15	100	200	20	21
					16	100	200	20	21
			12	300	14	100	200	20	21
					15	100	200	20	21
					16	100	200	20	21
				400	14	100	200	20	21
					15	100	200	20	21
					16	100	200	20	21

TABELA 2.5. Exemplo com as opções de manejo simuladas para o cenário 2.

Idade do desbaste pré-comercial (anos)	Número de árvores remanescentes	Idade do 2º desbaste (anos)	Número de árvores remanescentes	Idade do 3º desbaste (anos)	Número de árvores remanescentes	Idades de corte final (anos)
4	500	10	300	14	100	20
4	500	10	300	14	100	21
4	500	10	300	14	200	20
4	500	10	300	14	200	21
.
.
.
4	600	12	400	16	100	20
4	600	12	400	16	100	21
4	600	12	400	16	200	20
4	600	12	400	16	200	21

c) Geração dos regimes de manejo

Através do sistema PISAPRO foi possível simular todos os regimes de manejo propostos no item (b). Os sortimentos ou múltiplos produtos considerados são mostrados na Tabela 2.6 e na Figura 2.1.

TABELA 2.6. Produtos e suas especificações de acordo com cada uso da madeira.

Produtos	Dimensão		
	Diâmetro de uso		Comprimento (m)
	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	
Madeira para processo	8	17,9	2,2
Madeira para serraria	18	24,9	2,2
Madeira para laminação	25	34,9	2,2
Madeira especial	≥ 35		2,2

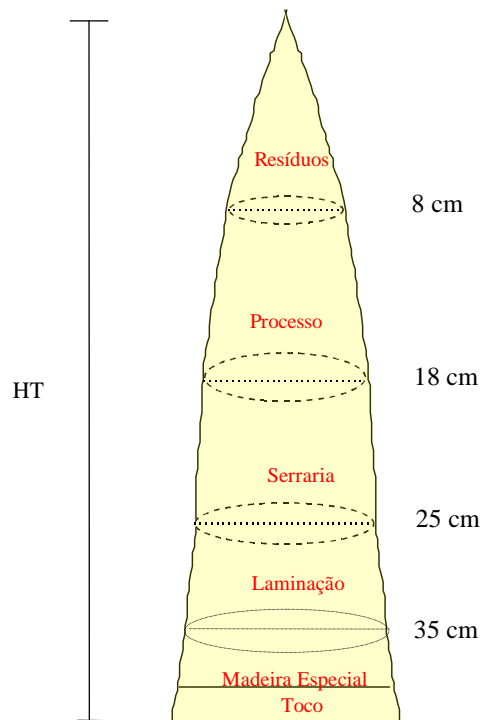


FIGURA 2.1. Representação dos volumes comerciais de acordo com as bitolas mínimas exigidas por cada produto.

Após o processamento foi gerado um arquivo para o Cenário 1 (Poda 1.res) e outro para o Cenário 2 (Poda 2.res). Nestes arquivos, conforme apresentado na Tabela 2.7, foram gravadas informações:

TABELA 2.7. Informações fornecidas pelo software PISAPRO, para cada cenário, após a simulação dos regimes de manejo propostos.

Densidade de plantio	Tipo de intervenção	Idade (anos)	S (m)	Nº de árv. remanesc.	VT (m³)	VC1 (m³)	VC2 (m³)	VC3 (m³)	VC4 (m³)	NT1	NT2	NT3	NT4
1.333	Desbaste												
	pré-comercial	4	28,5	500	41	35	0	0	0	1.417	0	0	0
	2º desbaste	8	28,5	200	132	17	45	65	0	572	401	381	0
	Corte Final	20	28,5	0	663	5	16	67	574	200	190	369	1.173
1.111	Desbaste												
	pré-comercial	4	28,5	500	31	26	0	0	0	1.070	0	0	0
	2º desbaste	8	28,5	200	132	17	45	66	0	571	401	382	0
	Corte Final	20	28,5	0	663	5	16	67	574	200	190	369	1.173
.													
.													
ou													
1.333	Desbaste												
	pré-comercial	4	28,5	500	41	35	0	0	0	1.417	0	0	0
	2º desbaste	10	28,5	300	104	13	34	54	0	447	328	320	0
	3º desbaste	14	28,5	100	259	8	25	98	124	242	242	550	346
Corte Final	20	28,5	0	425	2	4	25	393	73	58	131	709	
1.111	Desbaste												
	pré-comercial	4	28,5	500	31	26	0	0	0	1.070	0	0	0
	2º desbaste	10	28,5	300	103	13	34	54	0	448	327	318	0
	3º desbaste	14	28,5	100	259	8	25	98	125	241	241	549	348
Corte Final	20	28,5	0	426	2	4	25	393	73	58	131	709	
.													
.													

em que:

S = Índice de sítio na idade de referência 20 anos para *Pinus taeda*

VT = Volume total

VC1 = Volume comercial com diâmetro entre 8 e 17,9 cm

VC2 = Volume comercial com diâmetro entre 18 e 24,9 cm

VC3 = Volume comercial com diâmetro entre 25 e 34,9 cm

VC4 = Volume comercial com diâmetro maior ou igual a 35 cm

NT1 = Número de toras com diâmetro entre 8 e 17,9 cm

NT2 = Número de toras com diâmetro entre 18 e 24,9 cm

NT3 = Número de toras com diâmetro entre 25 e 34,5 cm

NT4 = Número de toras com diâmetro maior ou igual a 35 cm

2.2.3 Estrutura de Custos e Preços

Na Tabelas 2.8 estão representados os custos que são calculados por hectare.ano, com exceção do custo da poda que será abordado, com detalhes, no próximo item. Estão incluídos nesta modalidade os custos de implantação até o plantio, os custos de tratos silviculturais e os custos de proteção florestal. Como estes dois últimos são terceirizados, eles são computados até o terceiro ano. Incide sobre os três custos anteriores uma taxa de administração de 10%. De forma complementar, durante toda a vida do povoamento, ocorre também o custo de administração direta ou overhead.

TABELA 2.8. Custos de manejo em R\$ / ha, na região de Jaguariáiva.

Operações	Ano de ocorrência	Custos (R\$/ha)
1. Infra-estrutura(estradas, aceiros,...)	0	42,00
2. Preparo do terreno	0	201,82
3. Implantação de florestas	0	218,04
Total até o plantio		461,86
4. Tratos culturais	1	119,42
5. Tratos culturais	2	95,15
6. Tratos culturais	3	38,54
7. Proteção florestal	1	28,24
8. Proteção florestal	2	28,24
9. Proteção florestal	3	28,24
10. Administração	1 a n*	80,08
11. Overhead	1 a n*	25,00

n* = idade do corte final

Na Tabela 2.9 são mostrados os custos que são calculados por m³ no ano de exploração, sendo esses diferenciados de acordo com a declividade da área a ser explorada e também de acordo com o volume médio das árvores retiradas em cada intervenção. Para isto, antes da intervenção é realizado um inventário pré-exploratório. Com o volume total estimado, pode-se calcular o volume da árvore média da população florestal. Com este volume médio, enquadrado em alguma das classes da Tabela 2.9 e com os volumes estimados

através de funções de afilamento para processo, para serraria, para laminação e para madeira especial, pode-se compor o custo de corte, arraste e carregamento de que é removido em cada desbaste e também no corte final.

TABELA 2.9. Custos de corte, arraste e carregamento em R\$ / m³ no ano de corte.

Operações	Jaguariaíva	
	Área normal	Área acidentada
Custo de corte		
Classes de volume para Processo 8 |— 18		
0,10 |— 0,20	8,523	8,954
0,20 |— 0,33	7,154	7,585
0,33 |— 0,46	6,923	7,354
0,46 |— 0,59	7,154	7,585
≥ 0,59	7,415	7,846
Classes de volume para Serraria 18 |— 25		
0,10 |— 0,20	8,631	9,061
0,20 |— 0,33	7,261	7,692
0,33 |— 0,46	7,031	7,461
0,46 |— 0,59	7,261	7,692
≥ 0,59	7,523	7,954
Classes de volume para Laminação 25 |— 35		
0,10 |— 0,20	8,708	9,138
0,20 |— 0,33	7,338	7,769
0,33 |— 0,46	7,108	7,538
0,46 |— 0,59	7,338	7,769
≥ 0,59	7,600	8,031
Classes de volume para Madeira Especial ≥ 35		
0,10 |— 0,20	8,708	9,138
0,20 |— 0,33	7,338	7,769
0,33 |— 0,46	7,108	7,538
0,46 |— 0,59	7,338	7,769
≥ 0,59	7,600	8,031

Na Tabela 2.10 estão os custos que são calculados por m³ no ano de exploração para o desbaste pré-comercial, uma vez que esses custos são menores do que os custos dos desbastes comerciais, isso porque as árvores cortadas no desbaste pré-comercial são deixadas no campo, não havendo portanto gastos com arraste e carregamento.

TABELA 2.10. Custos de corte das árvores no desbaste pré-comercial, em R\$ / m³.

Operações	Jaguariaíva	
	Área normal	Área acidentada
Custo de corte		
Classes de volume para Processo 8 |— 18		
0,10 |— 0,20	5,108	5,108
0,20 |— 0,33	3,738	3,738
0,33 |— 0,46	3,508	3,508
0,46 |— 0,59	3,738	3,738
≥ 0,59	4,000	4,000
Classes de volume para Serraria 18 |— 25		
0,10 |— 0,20	5,108	5,108
0,20 |— 0,33	3,738	3,738
0,33 |— 0,46	3,508	3,508
0,46 |— 0,59	3,738	3,738
≥ 0,59	4,000	4,000
Classes de volume para Laminação 25 |— 35		
0,10 |— 0,20	5,108	5,108
0,20 |— 0,33	3,738	3,738
0,33 |— 0,46	3,508	3,508
0,46 |— 0,59	3,738	3,738
≥ 0,59	4,000	4,000
Classes de volume para Madeira Especial ≥ 35		
0,10 |— 0,20	5,108	5,108
0,20 |— 0,33	3,738	3,738
0,33 |— 0,46	3,508	3,508
0,46 |— 0,59	3,738	3,738
≥ 0,59	4,000	4,000

2.2.3.1 Custo da Poda

O custo da poda avaliado pela própria empresa é de R\$ 70,00 por hectare. No entanto, neste trabalho foi adotado um fator para reduzir ou inflacionar este custo de acordo com o número de árvores a serem podadas, uma vez que o custo de podar 600 árvores/ha não pode ser igual ao custo de se podar 500 árvores/ha, por exemplo. Desta forma, no caso do desbaste pré-comercial, onde a poda atinge uma altura mínima de 2,4 m correspondente ao comprimento de uma tora padrão, o custo foi de R\$ 70,00 para podar 600 árvores por hectare, sendo este valor menor nos regimes de manejo em que o número de árvores podadas também foi menor, ou seja, nas simulações de regimes de manejo onde o número de árvores podadas é igual a 500, o custo da poda (R\$ 70,00) foi multiplicado pelo fator 0,833 ($500/600$) sendo igual a R\$ 58,33/ha. A adoção deste critério linear ocorreu devido a falta de dados básicos sobre o tema. O mesmo raciocínio foi feito para os regimes de manejo onde foram podadas 550 árvores por hectares, sendo o custo da poda, neste caso, multiplicado pelo fator 0,917 ($550/600$) e igual a R\$ 64,19/ha.

No caso dos desbastes comerciais, onde a poda atinge uma altura de 6,7 a 7,0 m correspondente ao comprimento padrão de 3 toras, o custo foi de R\$ 70,00 para se podar 300 árvores por hectare, sendo que nos regimes de manejo em que 200 árvores por hectare foram podadas, o custo foi multiplicado pelo fator 0,67 ($200/300$), sendo igual a R\$ 46,67/ha. Para os regimes de manejo em que 250 árvores foram podadas por hectare, o custo foi multiplicado pelo fator 0,833 ($250/300$) sendo igual a R\$ 58,33/ha. E finalmente, para os regimes de manejo em que 400 árvores foram podadas por hectare, o custo foi multiplicado pelo fator 1,333 ($400/300$) sendo igual a R\$ 93,33/ha.

Trabalhando de forma integrada a função de afilamento do software PISAPRO, o software INVEST controla que toras serão utilizadas como madeira especial, como madeira para laminação e como madeira para serraria

podada por árvore, sendo que quando o número de toras exceder a três, que seriam as livre de nós, o software INVEST automaticamente as consideram como peças não podadas.

2.2.3.2 Custo da Terra

O preço para aquisição de terras será diferenciado de acordo com a produtividade de cada sítio, o que é perfeitamente lógico, já que terras mais produtivas são mais caras do que terras menos produtivas.

Os valores de mercado das terras de acordo com a produtividade de cada sítio podem ser observados na Tabela 2.11.

TABELA 2.11. Preço das terras por sítio.

CLASSE DE SÍTIO	ÍNDICE DE SÍTIO	PREÇO DA TERRA (R\$/Ha)
I	28,5	1.500,00
II	25,5	1.200,00
III	22,5	900,00

Para o cálculo do custo da terra foram consideradas duas situações:

a) Terras da própria empresa

Quando o plantio ocorreu em terras que pertenciam à própria empresa, considerou-se como custo anual da terra o custo de oportunidade, ou seja:

$$CAT = P \times i$$

onde:

CAT = Custo Anual da Terra

P = Preço da terra, R\$/ha

i = taxa de desconto, expressa na forma unitária

b) Terras arrendadas

Se a opção é arrendar terras a forma de pagamento pelo seu uso corresponderá a 20% da receita obtida em cada colheita.

Na Tabela 2.12 se encontram os preços de venda dos diferentes produtos para os quais obteve-se estimativa volumétrica.

TABELA 2.12. Produtos, suas bitolas e respectivos preços de venda no mercado.

Produtos	Bitola (cm)	Preços de Venda (R\$/m ³)
Processo	8 |— 18	10,32
Serraria	18 |— 25	17,70
Laminação	25 |— 35	24,60
Madeira Especial	≥ 35	44,30

2.2.4 Critério de Análise de Investimentos

Para o cálculo dos critérios de análise de investimentos foi utilizado o software INVEST, desenvolvido pelo Prof. José Roberto S. Scolforo em 1998. O software INVEST trabalha integrado ao software PISAPRO, ou seja, ele utiliza os arquivos Poda 1.res e Poda 2.res, gerados pelo sistema PISAPRO, juntamente com os arquivos de custos e de preços envolvidos em cada etapa do manejo, para fornecer além do cálculo dos critérios de análise de investimento tradicionais no meio florestal como o valor presente líquido para infinitas rotações, a taxa interna de retorno, o benefício periódico equivalente, a razão benefício custo, o custo médio de produção e o valor esperado da terra; a possibilidade de variações nas taxas de desconto, nas distâncias de transporte,

nos valores de custos e de preços dos produtos, na declividade da área explorada (acidentada ou plana) e também uma opção que permite a análise econômica de regimes de manejo, conduzidos em terras da própria empresa ou em terras arrendadas de terceiros.

O critério de análise de investimento adotado neste trabalho foi o valor presente líquido considerando um horizonte infinito, uma vez que os regimes de manejo analisados apresentam idades de corte diferentes, sendo expresso de acordo com Rezende e Oliveira (1993) pela seguinte expressão:

$$VPL_{\infty} = \frac{VPL \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

onde:

VPL_{∞} = Valor Presente Líquido calculado considerando a replicação do projeto para um horizonte infinito.

n = duração do projeto em anos ou em número de períodos de tempo.

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

em que:

C_j = custos no final do ano j ou do período de tempo considerado.

R_j = receitas no final do ano j ou do período de tempo considerado.

i = taxa anual de desconto

n = duração do projeto em anos ou em número de períodos de tempo.

2.2.5 Análise de Sensibilidade

A Análise de Sensibilidade tem por finalidade estudar os efeitos que as variações nos parâmetros que compõe um fluxo de caixa provocam nos valores

representativos deste fluxo. Esta análise permite que o decisor tenha uma idéia clara dos riscos incorridos com alterações no regime de manejo, taxa de juros, custos e preços diversos (Oliveira, 1995).

Nesse capítulo foram investigadas as alterações nos critérios de análise econômica de todos os regimes de manejo simulados, provocadas pela utilização de taxas de desconto de 6% a.a., 8% a.a. e 10% a.a., pelo plantio em terras da própria empresa ou em terras arrendadas de terceiros, pela colheita da madeira em áreas planas ou acidentadas e pela variação do preço de venda da madeira podada em relação a madeira não podada. Foram analisados acréscimos de 0%, 20%, 40%, 60%, 80% e 100% do preço de venda do produto podado em relação ao produto não podado.

Através do software INVEST foi possível que cada uma dessas opções fossem simuladas, gerando para cada cenário um número diferente de regimes de manejo.

2.2.5.1 Número total de regimes de manejo simulados para cada cenário

a) Cenário 1

Para os 2.187 regimes de manejo simulados, testou-se:

- O plantio em áreas planas ou acidentadas → $2.187 \times 2 = 4.374$ regimes de manejo

- O plantio em terras da própria empresa ou arrendadas → $4.374 \times 2 = 8.748$ regimes de manejo

- Preços igual ao da madeira não podada e com acréscimos de 20%, 40%, 60%, 80% e 100% → $8.748 \times 6 = 52.488$ regimes de manejo

- A utilização de 3 taxas de desconto → $52.488 \times 3 = 157.464$ regimes de manejo

Portanto para o Cenário 1, foram simulados um número total de 157.464 regimes de manejo.

b) Cenário 2

Para os 2.592 regimes de manejo simulados, testou-se:

- O plantio em áreas planas ou acidentadas $\rightarrow 2.592 \times 2 = 5.184$ regimes de manejo

- O plantio em terras da própria empresa ou arrendadas $\rightarrow 5.184 \times 2 = 10.368$ regimes de manejo

- Preços igual ao da madeira não podada e com acréscimos de 20%, 40%, 60%, 80% e 100% $\rightarrow 10.368 \times 6 = 62.208$ regimes de manejo

- A utilização de 3 taxas de desconto $\rightarrow 62.208 \times 3 = 186.624$ regimes de manejo

Portanto para o Cenário 2, foram simulados um número total de 186.624 regimes de manejo.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.3.1 Geração dos regimes de manejo para o cenário 1

Nas Tabelas 2.13, 2.14 e 2.15 é apresentado o agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 1, respectivamente, para as densidades iniciais de plantio de 1.333 árvores/ha, 1.111 árvores/ha e 833 árvores/ha, e para uma taxa de desconto de 6% a.a., considerando uma série infinita de rotações. Pode-se verificar na Tabela 2.13, que o investimento em sítios de alta produtividade ($S^2 = 28,5$ m) gera lucros/ha, que, dependendo do

² Índice de sítio na idade de referência 20 anos obtido através da equação:

$$S = \text{Exp}(5,7510386) \cdot \left(\frac{Hd}{\text{Exp}(5,75103856)} \right)^{\left(\frac{I}{I_{\text{Re f.}}} \right)^{0,23068992}}$$

regime de manejo e do preço de mercado alcançado pela madeira podada, variam de R\$ 1.400,00 a R\$ 13.400,00. Este fato ocorre em menor intensidade no sítio II ($S = 25,5$ m), com lucro variando entre R\$ 1,00 e R\$ 11.000,00, dependendo do regime de manejo e do preço de mercado da madeira podada. Já para a classe de sítio III ($S = 22,5$ m), mesmo para uma taxa de desconto de 6% a.a., a atividade não gera lucros, considerando o preço da madeira podada igual ao preço da madeira não podada. Contudo, ao se considerar acréscimos de 20% a 100% no preço da madeira podada, observa-se lucros de até R\$ 8.400,00. Isso significa que, à medida que o preço da madeira podada cresce em relação ao preço da madeira não podada, a rentabilidade dos regimes de manejo aumenta consideravelmente, sugerindo que nem sempre maiores custos se traduzem em menores rentabilidades, principalmente se esse aumento de custo estiver associado à execução de práticas de manejo que visem a qualidade do produto final, aumentando-se assim o seu valor no mercado.

Pode-se observar também que maiores rentabilidades são alcançadas em sítios mais produtivos, uma vez que, nesses sítios, ocorre uma maior resposta em termos de crescimento em área basal das árvores remanescentes após a realização de cada desbaste.

TABELA 2.13. Agrupamento em classe de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 1, para uma densidade inicial de 1.333 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 6% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	1.400,00	- 3.900,00	243	243	130	112	184	168			5			
	3.900,00	- 6.400,00			113	131	59	75	227	208	238	243	64	36
	6.400,00	- 8.900,00							16	35			179	207
	8.900,00	- 11.400,00												
	11.400,00	- 13.400,00												
II	00,00	- 2.200,00	243	243	166	150	194	166						
	2.200,00	- 4.400,00			77	93	49	77	243	238	243	243	32	10
	4.400,00	- 6.600,00								5			211	233
	6.600,00	- 8.800,00												
	8.800,00	- 11.000,00												
III	-2.100,00	- 00,00	243	240	120	98	108	74						
	00,00	- 2.100,00		3	123	145	135	169	226	207	243	239	35	18
	2.100,00	- 4.200,00							17	36		4	208	225
	4.200,00	- 6.300,00												
	6.300,00	- 8.400,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.13. Continuação

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	1.400,00	- 3.900,00												
	3.900,00	- 6.400,00	188	167			27	10						
	6.400,00	- 8.900,00	55	76	183	164	216	231	21	7	185	168		
	8.900,00	- 11.400,00			60	79		2	210	213	58	75	127	98
	11.400,00	- 13.400,00							12	23			116	145
II	00,00	- 2.200,00												
	2.200,00	- 4.400,00	183	154	1		4	2			222			
	4.400,00	- 6.600,00	60	89	185	163	239	241	4	2	21	122		
	6.600,00	- 8.800,00			58	80			231	224		121	79	56
	8.800,00	- 11.000,00							8	17			164	187
III	-2.100,00	- 00,00												
	00,00	- 2.100,00	104	82			2	1						
	2.100,00	- 4.200,00	139	161	149	132	234	224	11	6	104	85		
	4.200,00	- 6.300,00			94	111	7	18	218	214	139	158	89	76
	6.300,00	- 8.400,00							14	23			154	167

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.14. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 1, para uma densidade inicial de 1.111 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 6% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL	PREÇO DA MADEIRA											
		IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	1.600,00 | 4.100,00	243	243	114	93	174	140			5	1		
	4.100,00 | 6.600,00			129	150	69	103	228	208	238	242	40	18
	6.600,00 | 9.100,00							15	35			203	225
	9.100,00 | 11.600,00												
	11.600,00 | 14.100,00												
II	0,00 | 2.200,00	243	243	154	124	171	145						
	2.200,00 | 4.400,00			89	119	72	98	243	230	243	243	33	11
	4.400,00 | 6.600,00								13			210	232
	6.600,00 | 8.800,00												
	8.800,00 | 11.000,00												
III	-2.100,00 | 0,00	240	237	65	40	28	17						
	0,00 | 2.100,00	3	6	178	203	215	226	219	201	242	233	8	5
	2.100,00 | 4.200,00							24	42	1	10	235	238
	4.200,00 | 6.300,00												
	6.300,00 | 8.400,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.14. Continuação

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	1.600,00	4.100,00												
	4.100,00	6.600,00	173	145			20	12						
	6.600,00	9.100,00	70	98	165	141	223	230	16	11	173	150		
	9.100,00	11.600,00			78	102		1	215	210	70	93	106	87
	11.600,00	14.100,00							12	22			137	156
II	0,00	2.200,00												
	2.200,00	4.400,00	153	129			1							
	4.400,00	6.600,00	90	114	164	145	242	241	2		212	112		
	6.600,00	8.800,00			79	98		2	230	220	31	131	76	58
	8.800,00	11.000,00							11	23			167	185
III	-2.100,00	0,00												
	0,00	2.100,00	34	18										
	2.100,00	4.200,00	209	225	129	100	230	223	3	3	49	31		
	4.200,00	6.300,00			114	143	13	20	222	217	194	212	36	24
	6.300,00	8.400,00							18	23			207	219

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.15. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 1, para uma densidade inicial de 833 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 6% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL	PREÇO DA MADEIRA											
		IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	2.200,00 | 4.600,00	243	243	123	83	207	173						
	4.600,00 | 7.000,00			120	160	36	70	237	220	243	243	22	6
	7.000,00 | 9.400,00							6	23			221	237
	9.400,00 | 11.800,00												
	11.800,00 | 14.200,00												
II	0,00 | 2.300,00	243	243	51	14	90	21						
	2.300,00 | 4.600,00			192	229	153	222	241	223	243	243	2	
	4.600,00 | 6.900,00							2	20			241	243
	6.900,00 | 9.200,00												
	9.200,00 | 11.500,00												
III	-1.700,00 | 0,00	243	233	9	2								
	0,00 | 1.700,00		10	234	241	243	243	98	72	166	118		
	1.700,00 | 3.400,00							145	171	77	125	203	174
	3.400,00 | 5.100,00											40	69
	5.100,00 | 6.800,00												
6.800,00 | 8.500,00													

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.15. Continuação

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	2.200,00	4.600,00												
	4.600,00	7.000,00	179	134			7	1						
	7.000,00	9.400,00	64	109	134	100	236	242			146	107		
	9.400,00	11.800,00			109	143			231	219	97	136	56	36
	11.800,00	14.200,00							12	24			187	207
II	00,00	2.300,00												
	2.300,00	4.600,00	89	43							190			
	4.600,00	6.900,00	154	200	120	83	243	241	1		53	62		
	6.900,00	9.200,00			123	160		2	230	218		181	35	19
	9.200,00	11.500,00							12	25			208	224
III	-1.700,00	00,00												
	00,00	1.700,00												
	1.700,00	3.400,00	242	239			42	25						
	3.400,00	5.100,00	1	4	239	232	201	218	20	12	198	178		
	5.100,00	6.800,00			4	11			222	228	45	65	63	42
	6.800,00	8.500,00							1	3			180	201

1 - Acidentada

2 - Plana

A densidade inicial de plantio influencia a produtividade e consequentemente a rentabilidade dos regimes de manejo simulados. Considerando-se o preço da madeira podada igual ao preço da madeira não podada, o plantio de 833 árvores/ha, espaçamento 3x4 m, foi o que proporcionou a maior rentabilidade para os sítios I e II. Já para o sítio III o plantio de 1.111 árvores/ha, espaçamento 3x3 m, foi o mais rentável. Esse fato evidencia que em sítios mais produtivos existe uma tendência de que a melhor estratégia seja o plantio em espaçamentos mais amplos, permitindo a essas árvores o máximo aproveitamento dos nutrientes minerais, água e luz que o sítio pode oferecer. Essas árvores apresentarão um ritmo de crescimento acelerado gerando, como produto final, peças de maiores dimensões e de qualidade. À medida que decresce a produtividade dos sítios, a tendência é de plantios em espaçamentos mais reduzidos, para que haja uma melhor ocupação destes. Embora ocorram mais custos, proporcionalmente o volume cresce numa maior intensidade, o que é traduzido no maior valor de VPL para estas situações.

- Definição do regimes de manejo ótimos para terras arrendadas para taxa de desconto de 6% a.a.

Os regimes de manejo implantados em terras da própria empresa apresentam rendimentos superiores aos regimes de manejo plantados em terras arrendadas, evidenciando que, nessas condições, não é a melhor estratégia o arrendamento de terras. Para auxiliar em casos de empresas que já possuem terras arrendadas ou aqueles que não tem terras disponíveis mas influenciados pelo bom negócio que esta atividade representa, irão arrendá-las, são apresentados, na Tabela 2.16, os regimes de manejo em terras arrendadas, economicamente mais rentáveis para o Cenário 1.

TABELA 2.16. Regimes de manejo, em terras arrendadas, economicamente mais rentáveis, para o Cenário 1, para uma taxa de desconto de 6% a.a.

Acréscimo no valor da madeira Podada	Densidade inicial de plantio (árvores/ha)	Área	Índice de sítio (m)	Idade do desb. pré comerc. (anos)	Número de árvores remanesc.	Idade do 1º desb. comerc. (anos)	Número de Árvores Remanesc.	Idade do corte final	VPL
0 %	833	plana	28,5	4	500	12	200	20	3.977,12
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	1.875,60
	1.111	plana	22,5	4	500	12	200	20	204,87
20 %	833	plana	28,5	4	500	12	200	20	5.222,99
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	3.082,98
	1.111	plana	22,5	4	500	12	200	20	1.217,53
40 %	833	plana	28,5	4	500	12	200	20	6.468,87
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	4.290,37
	833	plana	22,5	4	500	12	300	20	2.360,90
60 %	1.111	plana	28,5	4	550	8	250	20	7.735,76
	833	plana	25,5	4	550	10	300	20	5.621,56
	833	plana	22,5	4	500	12	300	20	3.556,71
80 %	833	plana	28,5	4	600	8	300	20	9.150,43
	833	plana	25,5	4	600	10	300	20	6.990,79
	833	plana	22,5	4	500	12	300	20	4.752,51
100 %	833	plana	28,5	4	600	8	300	20	10.592,76
	833	plana	25,5	4	600	10	300	20	8.365,50
	833	plana	22,5	4	500	12	300	20	5.948,31

Na Tabela 2.16 observa-se que predominaram os regimes de manejo economicamente ótimos em terras planas. Este fato é lógico já que menores serão os custos de colheita. A prática da poda gera lucro mesmo que não haja variações de preço da madeira podada em relação a madeira não podada. Neste caso, em função da introdução de um novo custo, o valor de VPL, comparativamente ao regime de 2 desbastes sem poda, discutidos no capítulo 1 (Tabela 1.20), é inferior, em média, para o sítio I e II, em 18,8% e 14,0%

independente do espaçamento considerado. No entanto, desde que o preço da madeira podada seja pelo menos 20% superior ao preço da madeira não podada, a lucratividade desta prática já será superior em 6,67% e 41,35% para os sítios I e II que a prática de se efetuar 2 desbastes sem poda, independente do espaçamento inicial adotado. Se o preço da madeira podada for 60% superior ao da não podada, então os acréscimos médios nos valores de VPL, chegam a 57,99% e 157,75%, para os 2 sítios considerados, mostrando claramente que esta é uma prática que pode tornar a atividade florestal atrativa.

- Definição dos regimes de manejo ótimo para terras da própria empresa para taxa de desconto de 6% a.a.

Comparativamente aos regimes de manejo para áreas arrendadas, Tabela 2.16, os regimes conduzidos em áreas da própria empresa, Tabela 2.17, apresentam, em média, valores de VPL superiores em 41,67%, 56,58% e 116,68%, respectivamente para os sítios I, II e III, considerando o acréscimo de preço de 20% da madeira podada em relação a não podada. Tendência similar foi notada para os outros percentuais de preços.

A prática da poda gera lucros, conforme pode-se verificar na Tabela 2.17 e se comparada ao regime de manejo com 2 desbastes sem poda, discutido no capítulo 1 (Tabela 1.21), pode-se verificar que a partir de um acréscimo de 20% no preço da madeira podada em relação a madeira não podada houve a supremacia do ponto de vista econômico de 0,61%, 21,28% e 304,04% dessa prática para os sítios I, II e III. Esta é de tal intensidade que se o preço da madeira podada for 60% superior ao da madeira não podada, os acréscimos médios nos valores de VPL, para os sítios I, II e III, são, respectivamente, 43,85%, 100,38% e 740,49%, independente do espaçamento inicial de plantio.

TABELA 2.17. Regimes de manejo, em terras da própria empresa, economicamente mais rentáveis, para o Cenário 1, para uma taxa de desconto de 6% a.a.

Acréscimo no valor da madeira podada	Densidade inicial de plantio (árvores/ha)	Área	Índice de sítio (m)	Idade do desb. pré comerc. (anos)	Número de árvores remanesc.	Idade do 1º desb. comerc. (anos)	Número de árvores remanesc.	Idade do corte final	VPL
0 %	833	plana	28,5	4	500	12	200	20	5.842,21
	833	plana	25,5	4	550	10	200	21	3.339,34
	1.111	plana	22,5	4	500	12	200	20	1.372,32
20 %	833	plana	28,5	4	500	12	200	20	7.399,56
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	4.827,37
	1.111	plana	22,5	4	500	12	200	20	2.638,16
40 %	833	plana	28,5	4	500	12	200	20	8.956,91
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	6.336,60
	833	plana	22,5	4	500	12	300	20	3.993,12
60 %	1.111	plana	28,5	4	550	8	250	20	10.579,93
	833	plana	25,5	4	600	10	300	20	7.976,16
	833	plana	22,5	4	500	12	300	20	5.487,87
80 %	1.111	plana	28,5	4	550	8	250	20	12.331,30
	833	plana	25,5	4	600	10	300	20	9.694,55
	833	plana	22,5	4	500	12	300	20	6.982,62
100 %	1.111	plana	28,5	4	550	8	250	20	14.082,66
	833	plana	25,5	4	600	10	300	20	11.412,94
	833	plana	22,5	4	500	12	300	20	8.477,38

Na Tabela 2.18 são apresentados os regimes de manejo economicamente mais rentáveis em áreas acidentadas para a taxa de desconto de 6% a.a.

TABELA 2.18. Regimes de manejo economicamente mais rentáveis, em áreas

acidentadas, para o Cenário 1, para uma taxa de desconto de 6% a.a.

Acréscimo no valor da madeira podada	Densidade inicial de plantio (árvores/ha)	Área	Índice de sítio (m)	Idade do desb. Pré comerc. (anos)	Número de árvores remanesc.	Idade do 1º desb. comerc. (anos)	Número de árvores remanesc.	Idade do Corte final	VPL
0 %	833	acid.	28,5	4	500	12	200	20	5.627,45
	833	acid.	25,5	4	550	10	200	21	3.144,26
	1.111	acid.	22,5	4	500	12	200	20	1.230,30
20 %	833	acid.	28,5	4	500	12	200	20	7.184,79
	833	acid.	25,5	4	500	8	200	20	4.648,81
	1.111	acid.	22,5	4	500	12	200	20	2.496,14
40 %	833	acid.	28,5	4	500	12	200	20	8.742,79
	833	acid.	25,5	4	500	8	200	20	6.158,05
	833	acid.	22,5	4	500	12	300	20	3.863,86
60 %	1.111	acid.	28,5	4	550	8	250	20	10.361,66
	833	acid.	25,5	4	600	10	300	20	7.801,12
	833	acid.	22,5	4	500	12	300	20	5.358,61
80 %	1.111	acid.	28,5	4	550	8	250	20	12.113,03
	833	acid.	25,5	4	600	10	300	20	9.519,50
	833	acid.	22,5	4	500	12	300	20	6.853,37
100 %	1.111	acid.	28,5	4	550	8	250	20	13.864,39
	833	acid.	25,5	4	600	10	300	20	11.237,89
	833	acid.	22,5	4	500	12	300	20	8.348,12

Comparativamente aos regimes de manejo em terras planas da própria empresa, Tabela 2.17, pode-se observar que os regimes de manejo ótimos para áreas acidentadas, Tabela 2.18, geram retornos de 3,68%, 2,90%, 2,39%, 2,06%, 1,77% e 1,55%, inferiores para o sítio I, considerando as 6 variações de preços. Este mesmo comportamento é verificado para os demais sítios mostrando que mesmo com os maiores custos de produção e colheita para estas áreas, é perfeitamente possível, dentro de um amplo espectro de opções de manejo, obter regimes altamente lucrativos.

A prática da poda gera lucros, conforme pode-se verificar na Tabela 2.18, e se comparada ao regime de manejo com 2 desbastes sem poda, para áreas acidentadas, discutido no capítulo 1, verificar-se que a partir de um acréscimo de 20% no preço da madeira podada já houve uma supremacia do ponto de vista econômico de 2,48%, 25,48% e 428,78% desta prática para os sítios I, II e III. Esta é de tal intensidade que se o preço da madeira podada for 60% superior ao da madeira não podada, os acréscimos médios, nos valores de VPL, para os sítios I, II e III, são respectivamente 47,80%, 110,57% e 1.035,15%, independente do espaçamento inicial de plantio.

- Efeito das taxas de desconto na definição dos regimes de manejo economicamente ótimos

É destacada a sensibilidade dos lucros obtidos nos regimes de manejo testados em função das variações nas taxas de desconto, ou seja, aumentos na taxa de desconto aumentam o risco do empreendimento, diminuindo a rentabilidade dos regimes de manejo simulados, conforme pode ser observado nas Tabelas 2.19 e 2.20 para a taxa de desconto de 8% a.a. e nas Tabelas 2.21 e 2.22 para 10% a.a. Seja para os regimes de manejo executados em terras arrendadas, Tabela 2.19, ou executados em áreas da própria empresa, Tabela 2.20, para a taxa de desconto de 8% a.a. a atividade de manejo com desbaste e poda só será rentável para o sítio III, quando o acréscimo de preço da madeira podada for igual ou superior a 40% do preço da madeira não podada. Para a taxa de desconto de 10% a.a. conforme pode-se verificar nas Tabelas 2.21 e 2.22 respectivamente para regimes de manejo executado em terras arrendadas e terras próprias esta atividade só será rentável para o sítio III quando o acréscimo de preço da madeira podada em relação a não podada for igual ou superior a 60% e para o sítio II quando o acréscimo de preço for igual ou superior a 20%. Se

considerada a Tabela 2.16 em comparação às 2.19 e 2.21 que contemplam os melhores regimes de manejo para áreas arrendadas, respectivamente para as taxas de desconto de 6%, 8% e 10% a.a. pode-se observar uma queda no valor de VPL para o sítio I de 47,85% e 73,69%, para o sítio II de 53,42% e 80,84% e para o sítio III de 63,36% e 95,79%, considerando um acréscimo de 60% no preço da madeira podada em relação a madeira não podada.

Se consideradas as Tabelas 2.17 em comparação 2.20 e 2.22 que contemplam os melhores regimes de manejo para áreas da própria empresa, respectivamente para as taxas de desconto de 6%, 8% e 10% a.a. pode-se observar uma queda no valor de VPL para o sítio I de 50,27% e 77,62%, para o sítio II de 54,30% e 82,86% e para o sítio III de 60,86% e 92,48%, considerando um acréscimo de 60% no preço da madeira podada em relação a madeira não podada. Este comportamento é observado nas outras situações de variação dos preços, seja para os manejos realizados em áreas arrendadas ou em áreas da própria empresa, nota-se ainda o efeito da taxa de desconto na escolha da densidade inicial de plantio. Com o aumento desta independentemente da produtividade do sítio existe uma clara supremacia dos regimes de manejo executados em plantios cuja densidade inicial é de 833 plantas/ha.

Para que todas estas tendências sejam melhor visualizadas são apresentadas no Apêndice 2.1 as Tabelas 2.34, 2.35, 2.36, 2.37, 2.38 e 2.39 com o agrupamento em classes de VPL de todos os regimes de manejo simulados para as taxas de desconto de 8% a.a. e 10% a.a.

TABELA 2.19. Regimes de manejo, em terras arrendadas, economicamente mais rentáveis, para o Cenário 1, para uma taxa de desconto de 8% a.a.

Acréscimo no valor da madeira podada	Densidade inicial de plantio (árvores/ha)	Área	Índice de sítio (m)	Idade do desb. pré comerc. (anos)	Número de árvores remanesc.	Idade do 1º desb. comerc. (anos)	Número de árvores remanesc.	Idade do corte final	VPL
0 %	833	plana	28,5	4	500	12	200	20	1.637,36
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	340,16
20 %	833	plana	28,5	4	500	12	200	20	2.413,52
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	1.099,64
40 %	833	plana	28,5	4	600	8	200	20	3.200,32
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	1.859,12
	833	plana	22,5	4	550	12	250	20	589,81
60 %	833	plana	28,5	4	600	8	200	20	4.034,46
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	2.618,60
	833	plana	22,5	4	500	12	300	20	1.303,07
80 %	833	plana	28,5	4	600	8	200	20	4.868,61
	833	plana	25,5	4	600	10	300	20	3.447,46
	833	plana	22,5	4	500	12	300	20	2.033,71
100 %	833	plana	28,5	4	600	8	200	20	5.702,76
	833	plana	25,5	4	600	10	300	20	4.293,41
	833	plana	22,5	4	500	12	300	20	2.764,36

- Comparação entre regimes de manejo em áreas arrendadas e áreas da própria empresa para taxa de 8 e 10%

Conforme pode-se observar ao comparar a Tabela 2.19 e 2.20, respectivamente para manejo em terras arrendadas e da própria empresa, nota-se uma clara supremacia para a estratégia de efetuar manejo em áreas próprias, com acréscimos que variam 36,66% para sítio I e 139,47% para o sítio II se preço da madeira podada é igual a não podada, até 28,82% para o sítio I e 33,16% para o sítio II se o preço da madeira podada é o dobro da não podada.

TABELA 2.20. Regimes de manejo, em terras da própria empresa,

economicamente mais rentáveis, para o Cenário 1, para taxa de desconto de 8% a.a.

Acréscimo no valor da madeira podada	Densidade inicial de plantio (árvores/ha)	Área	Índice de sítio (m)	Idade do desb. pré comerc. (anos)	Número de árvores remanesc.	Idade do 1º desb. comerc. (anos)	Número de árvores remanesc.	Idade do corte final	VPL
0 %	833	plana	28,5	4	500	12	200	20	2.237,28
	833	plana	25,5	4	600	10	200	20	814,60
20 %	833	plana	28,5	4	500	12	200	20	3.207,48
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	1.746,12
40 %	833	plana	28,5	4	600	8	200	20	4.218,29
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	2.695,47
	1.111	plana	22,5	4	500	10	200	20	1.269,38
60 %	833	plana	28,5	4	600	8	200	20	5.260,97
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	3.644,82
	833	plana	22,5	4	550	12	250	20	2.148,19
80 %	833	plana	28,5	4	600	8	200	20	6.303,66
	833	plana	25,5	4	600	10	300	20	4.659,86
	833	plana	22,5	4	500	12	300	20	3.050,27
100 %	833	plana	28,5	4	600	8	200	20	7.346,34
	833	plana	25,5	4	600	10	300	20	5.717,30
	833	plana	22,5	4	600	10	300	20	4.659,86

Para a taxa de desconto de 10%, pode-se notar nas Tabelas 2.21 e 2.22, respectivamente para manejo em terras arrendadas e em terras da própria empresa, que esta supremacia permanece, com acréscimos que variam 5,41% para o sítio I e 61,35% para o sítio II se o preço da madeira podada é 20% superior ao preço de venda da madeira não podada, até 19,43% para o sítio I e 25,87% para o sítio II se o preço da madeira podada é o dobro da madeira não podada.

TABELA 2.21. Regimes de manejo, em terras arrendadas, economicamente mais rentáveis, para o Cenário 1, para uma taxa de desconto de 10% a.a.

Acréscimo	Densidade	Área	Índice	Idade do	Número de	Idade do	Número de	Idade	VPL
-----------	-----------	------	--------	----------	-----------	----------	-----------	-------	-----

no valor da madeira podada	inicial de plantio (árvores/ha)		de sítio (m)	desb. pré comerc. (anos)	árvores remanesc.	1º desb. comerc. (anos)	árvores remanesc.	do corte final	
0 %	833	plana	28,5	4	500	12	200	20	394,27
20 %	833	plana	28,5	4	500	12	200	20	908,89
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	57,44
40 %	833	plana	28,5	4	600	8	200	20	1.471,20
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	567,22
60 %	833	plana	28,5	4	600	8	200	20	2.034,93
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	1.077,00
	833	plana	22,5	4	500	10	200	20	149,69
80 %	833	plana	28,5	4	600	8	200	20	2.598,65
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	1.586,77
	833	plana	22,5	4	550	12	250	20	609,75
100 %	833	plana	28,5	4	600	8	200	20	3.162,38
	833	plana	25,5	4	600	10	300	20	2.103,34
	833	plana	22,5	4	550	12	250	20	1.082,98

TABELA 2.22. Regimes de manejo, em terras da própria empresa, economicamente mais rentáveis, para o Cenário 1, para taxa de desconto de 10% a.a.

Acréscimo no valor da madeira podada	Densidade inicial de plantio (árvores/ha)	Área	Índice de sítio (m)	Idade do desb. pré comerc. (anos)	Número de árvores remanesc.	Idade do 1º desb. comerc. (anos)	Número de árvores remanesc.	Idade do corte final	VPL
0 %	833	plana	28,5	4	500	10	200	20	289,90
20 %	833	plana	28,5	4	600	8	200	20	958,05
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	92,68
40 %	833	plana	28,5	4	600	8	200	20	1.662,70
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	729,90
60 %	833	plana	28,5	4	600	8	200	20	2.367,36
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	1.367,12
	833	plana	22,5	4	500	10	200	20	412,91
80 %	833	plana	28,5	4	600	8	200	20	3.072,01
	833	plana	25,5	4	500	8	200	20	2.004,33
	833	plana	22,5	4	550	12	250	20	976,98
100 %	833	plana	28,5	4	600	8	200	20	3.776,67
	833	plana	25,5	4	550	8	200	20	2.647,48
	833	plana	22,5	4	550	12	250	20	1.568,52

Embora para 8 e 10% de taxa de desconto o sítio II tenha propiciado maiores acréscimos percentuais quando ocorre a poda, é no sítio I onde se verificam os maiores valores absolutos de VPL. Os grandes acréscimos percentuais ocorridos para o sítio II confirmam as afirmativas feitas

anteriormente que principalmente no caso de falta de viabilidade econômica é a viabilização de novos produtos, aliada a minimização de custos e ao uso cada vez maior de plantas com constituição genética superiores, o que poderá reverter a situação para lucro.

- Comparação entre regime de manejo com e sem poda para taxa de 8 e 10% a.a.

A prática da poda gera lucros mesmo nas situações em que não haja variações de preço da madeira podada em relação a não podada, conforme pode-se observar nas Tabelas 2.19 e 2.20, para taxas de desconto de 8% a.a., e nas Tabelas 2.21 e 2.22 para taxas de desconto de 10% a.a. Neste caso, em função da introdução de um novo custo, o valor de VPL comparativamente ao regime de dois desbastes sem poda, discutindo no capítulo 1 (Tabelas 1.23 e 1.24) seja para o manejo em terras arrendadas ou da própria empresa, é maior desde que o preço da madeira podada seja pelo menos 20% superior ao da madeira não podada para o sítio I e II, quando a taxa de desconto é 8% a.a. ou para o sítio I quando a taxa é de 10% a.a. Outro fato relevante é que o sítio III, foi inviável economicamente quando a opção foi efetuar dois desbastes sem poda para as taxas de desconto de 8 e 10%. Já com a ocorrência de poda este sítio apresenta viabilidade de ser executado manejo, se o preço da madeira podada for 60% superior ao preço de venda da madeira não podada, seja para o manejo executado em terras arrendadas ou em terras próprias.

2.3.2 Geração dos regimes de manejo para o cenário 2

Nas Tabelas 2.23, 2.24 e 2.25 é apresentado o agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 2, respectivamente, para as densidades iniciais de plantio de 1.333 árvores/ha, 1.111 árvores/ha e 833 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 6% a.a., considerando uma série

infi-nita de rotações. Pode-se verificar na Tabela 2.23 que o investimento em sítios de alta produtividade ($S^3 = 28,5$ m) gera lucros/ha, que, dependendo do regime de manejo e do preço de mercado alcançado pela madeira podada, variam de R\$ 1.500,00 a R\$ 17.000,00. Este fato ocorre em menor intensidade no sítio II ($S = 25,5$ m), com lucro variando entre R\$ 50,00 e R\$ 13.050,00 dependendo do regi-me de manejo e do preço de mercado da madeira podada. Já para a classe de sítio III ($S = 22,5$ m), mesmo para uma taxa de desconto de 6% a.a., a atividade não gera lucros, considerando o preço da madeira podada igual ao preço da madeira não podada. Contudo, ao se considerar acréscimos de 20% a 100% no preço da madeira podada, observa-se lucros de até R\$ 8.400,00. Isso significa que, à medida que o preço da madeira podada cresce em relação ao preço da madeira não podada, a rentabilidade dos regimes de manejo aumenta consideravelmente, sugerindo que nem sempre maiores custos se traduzem em menores rentabilidades

³ Índice de sítio na idade de referência 20 anos obtido através da equação:

$$S = \text{Exp}(5,75103856) \cdot \left(\frac{\text{Hd}}{\text{Exp}(5,75103856)} \right)^{\left(\frac{I}{I_{\text{Ref.}}} \right)^{0,23068992}}$$

TABELA 2.23. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 2, para uma densidade inicial de 1.333 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 6% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL	PREÇO DA MADEIRA											
		IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	1.500,00 | 4.600,00	288	288	175	146	217	186	1		57	22		
	4.600,00 | 7.700,00			113	142	71	102	277	271	231	266	134	118
	7.700,00 | 10.800,00							10	17			154	170
	10.800,00 | 13.900,00												
	13.900,00 | 17.000,00												
II	50,00 | 2.650,00	288	288	235	213	247	228			58	2		
	2.650,00 | 5.250,00			53	75	41	60	286	283	230	286	183	176
	5.250,00 | 7.850,00							2	5			105	112
	7.850,00 | 10.450,00												
	10.450,00 | 13.050,00												
III	-2.210,00 | 00,00	288	288	190	171	175	137	6	5	6	6		
	00,00 | 2.210,00			98	117	113	151	277	270	282	282	94	81
	2.210,00 | 4.420,00							5	13			194	207
	4.420,00 | 6.630,00												
	6.300,00 | 8.400,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.23. Continuação

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	1.500,00	4.600,00												
	4.600,00	7.700,00	233	219			102	80						
	7.700,00	10.800,00	55	69	239	230	184	206	115		238	228	1	
	10.800,00	13.900,00			49	58	2	2	167	279	50	60	209	200
	13.900,00	17.000,00							6	9			78	88
II	50,00	2.650,00												
	2.650,00	5.250,00	254	235			127	82						
	5.250,00	7.850,00	34	53	264	256	159	204	150	131	251	240		
	7.850,00	10.450,00			24	32	2	2	136	154	37	48	222	210
	10.450,00	13.050,00							2	3			66	78
III	-2.210,00	00,00												
	00,00	2.210,00	187	169	6	6	17	11			2	2		
	2.210,00	4.420,00	101	119	253	239	270	272	53	43	202	185	6	6
	4.420,00	6.630,00			29	43	1	5	233	239	84	101	192	179
	6.300,00	8.400,00							2	6			90	103

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.24. Agrupamento em classe de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 2, para uma densidade inicial de 1.111 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 6% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL	PREÇO DA MADEIRA											
		IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	2.100,00 | 5.120,00	288	288	209	176	254	231			32	12		
	5.120,00 | 8.140,00			79	112	34	57	285	200	256	276	136	116
	8.140,00 | 11.160,00							3	8			152	172
	11.160,00 | 14.180,00												
	14.180,00 | 17.200,00												
II	-3.300,00 | 00,00	1											
	00,00 | 3.300,00	287	288	277	267	283	277	92	83	141	105		
	3.300,00 | 6.600,00			11	21	5	11	196	205	147	183	275	271
	6.600,00 | 9.900,00											13	17
	9.900,00 | 13.200,00												
III	-2.150,00 | 00,00	288	286	183	150	146	100						
	00,00 | 2.150,00		2	105	138	142	188	273	268	284	280	80	45
	2.150,00 | 4.300,00							15	20	4	8	208	243
	4.300,00 | 6.450,00												
	6.450,00 | 8.600,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.24. Continuação.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL	PREÇO DA MADEIRA											
		ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	2.100,00 - 5.120,00												
	5.120,00 - 8.140,00	248	233			87	56						
	8.140,00 - 11.160,00	40	55	247	235	201	230	87	60	243	233		
	11.160,00 - 14.180,00			41	53		2	195	219	45	55	206	185
	14.180,00 - 17.200,00							6	9			82	103
II	-3.300,00 - 00,00												
	00,00 - 3.300,00												
	3.300,00 - 6.600,00	288	286	127	103	244	227			96	84		
	6.600,00 - 9.900,00		2	161	185	44	61	273	269	192	204	149	135
	9.900,00 - 13.200,00							15	19			139	153
III	-2.150,00 - 00,00												
	00,00 - 2.150,00	168	127										
	2.150,00 - 4.300,00	120	161	246	233	280	274	18	9	182	153		
	4.300,00 - 6.450,00			42	55	8	14	260	265	106	135	162	142
	6.450,00 - 8.600,00							10	14			126	146

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.25. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 2, para uma densidade inicial de 833 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 6% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL	PREÇO DA MADEIRA											
		IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	2.450,00 | 5.470,00	288	288	238	200	271	256			40	17		
	5.470,00 | 8.490,00			50	88	17	32	286	285	248	271	146	104
	8.490,00 | 11.510,00							2	3			142	184
	11.510,00 | 14.530,00												
	14.530,00 | 17.550,00												
II	500,00 | 3.100,00	288	288	256	230	264	250						
	3.100,00 | 5.700,00			32	58	24	38	287	286	288	288	174	147
	5.700,00 | 8.300,00							1	2			114	141
	8.300,00 | 10.900,00												
	10.900,00 | 13.500,00												
III	-2.250,00 | 00,00	286	277	81	51	41	15						
	00,00 | 2.250,00	2	11	207	237	247	273	272	264	284	275	19	12
	2.250,00 | 4.500,00							16	24	4	13	269	276
	4.500,00 | 6.750,00												
	6.750,00 | 9.000,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.25. Continuação.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	2.450,00	5.470,00	266	249			80	55						
	5.470,00	8.490,00	22	39	265	249	208	231	76	57	259	248		
	8.490,00	11.510,00			23	39		2	210	225	29	40	214	197
	11.510,00	14.530,00							2	6			74	91
II	14.530,00	17.550,00												
	500,00	3.100,00	264	253			354	7						
	3.100,00	5.700,00	24	35	272	264	253	279	71	35	263	252		
	5.700,00	8.300,00			16	24		2	215	249	25	36	236	220
	8.300,00	10.900,00							2	4			52	68
III	10.900,00	13.500,00												
	-2.250,00	00,00												
	00,00	2.250,00	81	52			4	4						
	2.250,00	4.500,00	207	236	211	193	277	271	10	10	123	84		
	4.500,00	6.750,00			77	95	7	13	271	267	165	204	123	93
6.750,00	9.000,00							7	11			165	195	

1 - Acidentada

2 - Plana

principalmente se esse aumento de custo estiver associado a execução de práticas de manejo que visem a qualidade do produto final, aumentando-se assim o seu valor no mercado.

Pode-se observar também que maiores rentabilidades são alcançadas em sítios mais produtivos, uma vez que nesses sítios ocorre uma maior resposta, em termos de crescimento em área basal, das árvores remanescentes após a realização de cada desbaste.

A densidade inicial de plantio influencia a produtividade e consequentemente a rentabilidade dos regimes de manejo simulados. O plantio de 833 árvores/ha, espaçamento 3x4 m, foi o que proporcionou a maior rentabilidade para as 3 classes de sítio consideradas. Este fato já era esperado para as classes de sítio I e II, já que, como foi mencionado anteriormente, as árvores em sítios mais produtivos aceleram o ritmo de crescimento em diâmetro após a realização de cada desbaste. No entanto, contrariamente ao esperado para a classe de sítio III, o espaçamento que mais se destacou também foi o 3x4 m. Este fato provavelmente ocorreu face aos custos de realizar 3 desbastes em um número maior de indivíduos terem sido proporcionalmente superiores ao volume gerado para fins mais nobres de uso da madeira.

- Definição dos regimes de manejo ótimos para terras arrendadas para taxa de desconto de 6% a.a.

Os regimes de manejo implantados em terras da própria empresa apresentam rendimentos superiores aos regimes de manejo implantados em terras arrendadas, evidenciando que, nessas condições, não é a melhor estratégia o arrendamento de terras. Para auxiliar em casos de empresas que já possuem terras arrendadas ou aquelas que não tem terras disponíveis mas influenciadas pelo bom negócio que esta atividade representa, irão arrendá-las, são

apresentados, na Tabela 2.26, os regimes de manejo em terras arrendadas, economicamente mais rentáveis para o Cenário 2.

Na Tabela 2.26 observa-se que predominam os regimes de manejo e economicamente ótimos em terras planas, o que é justificável pelos menores custos de produção e colheita. A prática da poda gera lucro mesmo que não haja variações no preço da madeira podada em relação a madeira não podada. Neste

TABELA 2.26. Regimes de manejo, em terras arrendadas, economicamente mais rentáveis, para o Cenário 2, para taxa de desconto de 6% a.a.

Acréscimo no valor da madeira podada	Densidade inicial de plantio (árvores/ha)	Área	Índice de sítio (m)	Idade do desb. pré comerc. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do 1º desb. comerc. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do 2º desb. comerc. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do corte final	VPL
0 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	21	4.602,18
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	21	2.476,58
	833	Plana	22,5	4	500	12	300	15	100	21	169,56
20 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	21	6.342,01
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	21	3.938,41
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	21	1.349,40
40 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	21	8.081,85
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	21	5.400,24
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	2.557,64
60 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	21	9.821,69
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	6.878,19
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	3.796,25
80 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	21	11.561,53
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	8.374,93
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	5.034,87
100 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	21	13.301,36
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	9.871,67
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	6.273,48

caso, em função da introdução de um novo custo, o valor de VPL, comparativamente ao regime com 2 desbastes sem poda, discutido no capítulo 1, na Tabela 1.20, é inferior em média para o sítio I em 6,0% independente do espaçamento considerado. No entanto, desde que o preço da madeira podada seja pelo menos 20% superior ao preço da madeira não podada, a lucratividade desta prática já será superior em 29,5%, 80,6% e 100% para os sítios I, II e III, independente do espaçamento inicial adotado. Especificamente para o sítio III esta prática é ainda mais importante já que este não apresentou rentabilidade para taxa de desconto de 6% a.a. quando o manejo foi sem poda em terras arrendadas e se tornou viável com a execução da poda. Se o preço da madeira podada for 60% superior ao da madeira não podada, então os acréscimos médios nos valores de VPL, chegam a 100,6% e 215,4% para os sítios I e II, mostrando claramente que esta é uma prática que pode tornar a atividade florestal atrativa.

- Definição dos regimes de manejo ótimo para terras da própria empresa para taxa de desconto de 6% a.a.

Na Tabela 2.27, observa-se que o acréscimo no valor de VPL quando o preço da madeira podada é o dobro do preço da madeira não podada é de 163,3% para o sítio I, de 224,8% para o sítio II e 590,1% para o sítio III.

Comparativamente aos regimes de manejo para áreas arrendadas, Tabela 2.26, os regimes conduzidos em áreas da própria empresa, Tabela 2.27, apresentaram em média valores de VPL superiores em 40,1%, 50,8% e 105,8% respectivamente para os sítios I, II e III, considerando o acréscimo de 20% da madeira podada em relação a não podada. Tendência similar foi notada para os outros percentuais de preço.

A prática da poda gera lucros, conforme pode-se verificar na Tabela 2.17 e se comparada ao regime de manejo com dois desbastes sem poda, discutido no capítulo 1 na Tabela 1.21, pode-se verificar que em todas as situações de estudo esta prática gera maiores valores de lucro. Esta é de tal intensidade que se o preço da madeira podada for 60% superior ao da madeira não podada, os acréscimos médios de VPL, para os sítios I, II e III são respectivamente, 79,2%, 141,4%, e 801,1%, independente do espaçamento inicial de plantio.

Este cenário 2, apresentado na Tabela 2.27 com 1 desbaste pré-comercial e 2 desbastes comerciais para taxa de desconto de 6% a.a. é superior em todas as situações de estudo, ao cenário 1 apresentado na Tabela 2.17 com 1 desbaste pré-comercial e outro comercial para a mesma taxa de desconto nos manejos realizados em terras da própria empresa. Esta superioridade é de tal intensidade que se o preço da madeira podada for 60% superior ao da madeira não podada, os acréscimos de VPL, para os sítios I, II e III são respectivamente, 24,6%, 20,5% e 7,2%. A tendência é de redução desta diferença quanto maior o diferencial de preço da madeira podada para a não podada e quanto menos produtivo for o sítio. Este mesmo comportamento pode ser observado quando o regime de manejo é executado em áreas arrendadas, conforme Tabelas 2.26 para o cenário 2 e 2.16 para o cenário 1.

Comparativamente, aos regimes de manejo em terras planas da própria empresa, Tabela 2.27, pode-se observar que os regimes de manejo ótimos para áreas acidentadas, Tabela 2.28, geram retornos 3,3%, 3,0%, 2,0%, 1,7%, 1,4% e 1,3% inferiores para o sítio I, considerando-se as 6 variações de preço. Este mesmo comportamento é verificado para os demais sítios mostrando que apesar dos maiores custos de produção e colheita para estas áreas, é perfeitamente

possível, dentro de um amplo espectro de opções de manejo, obter regimes altamente lucrativos.

TABELA 2.27. Regimes de manejo, em terras da própria empresa, economicamente mais rentáveis, para o Cenário 2, para taxa de desconto de 6% a.a.

Acréscimo no valor da madeira podada	Densidade inicial de plantio (árvores/ha)	Área	Índice de sítio (m)	Idade do desb. pré comerc. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do 1º desb. comerc. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do 2º desb. comerc. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do corte final	VPL
0 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	21	6.659,05
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	21	4.110,58
	833	Plana	22,5	4	500	12	300	15	100	21	1.294,08
20 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	21	8.883,85
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	5.937,87
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	2.777,08
40 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	21	11.008,65
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	21	7.765,16
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	4.285,28
60 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	21	13.183,44
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	9.608,48
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	5.883,55
80 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	21	15.358,24
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	11.479,40
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	7.381,81
100 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	21	17.533,04
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	13.350,33
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	8.930,08

Quando comparados a opções de manejo de dois desbastes sem poda, discutida no capítulo 1, e também quando comparadas aos manejos do cenário 1 deste capítulo, no qual ocorre 1 desbaste pré-comercial e outro comercial o comportamento é similar ao já discutido para os manejos em áreas planas da própria empresa.

Na Tabela 2.28 são apresentados os regimes de manejo economicamente mais rentáveis em áreas acidentadas.

TABELA 2.28. Regimes de manejo, em áreas acidentadas, economicamente mais rentáveis, para o Cenário 2, para taxa de desconto de 6% a.a.

Acréscimo no valor da madeira podada	Densidade inicial de plantio (árvores/ha)	Área	Índice de sítio (m)	Idade do desb. pré comerc. (anos)	Nº de árv. Reman	Idade do 1º desb. comerc. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do 2º desb. comerc. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do corte final	VPL
0 %	833	Acid.	28,5	4	500	12	400	14	100	21	6.438,20
	833	Acid.	25,5	4	500	12	400	14	100	21	3.927,29
	833	Acid.	22,5	4	500	12	300	15	100	21	1.155,68
20 %	833	Acid.	28,5	4	500	12	400	14	100	21	8.613,00
	833	Acid.	25,5	4	500	12	400	14	100	21	5.754,58
	833	Acid.	22,5	4	500	12	400	15	100	21	2.639,90
40 %	833	Acid.	28,5	4	500	12	400	14	100	21	10.787,80
	833	Acid.	25,5	4	500	12	400	14	100	21	7.581,88
	833	Acid.	22,5	4	500	12	400	15	100	20	4.148,58
60 %	833	Acid.	28,5	4	500	12	400	14	100	21	12.962,59
	833	Acid.	25,5	4	500	12	400	14	100	20	9.426,12
	833	Acid.	22,5	4	500	12	400	15	100	20	5.696,84
80 %	833	Acid.	28,5	4	500	12	400	14	100	21	15.137,39
	833	Acid.	25,5	4	500	12	400	14	100	20	11.297,05
	833	Acid.	22,5	4	500	12	400	15	100	20	7.245,11
100 %	833	Acid.	28,5	4	500	12	400	14	100	21	17.312,19
	833	Acid.	25,5	4	500	12	400	14	100	20	13.167,97
	833	Acid.	22,5	4	500	12	400	15	100	20	8.793,37

- Efeito das taxas de desconto na definição dos regimes de manejo economicamente ótimos

É destacada a sensibilidade dos lucros obtidos nos regimes de manejo testados em função das variações nas taxas de desconto, ou seja, aumentos na taxa de desconto aumentam o risco do empreendimento, diminuindo a

rentabilidade dos regimes de manejo simulados. Conforme pode ser observado nas Tabelas 2.29 e 2.30 para a taxa de desconto de 8% a.a. e nas Tabelas 2.31 e 2.32 para taxas de 10% a.a. Seja para os regimes de manejo executados em terras arrendadas, Tabela 2.29, ou em áreas da própria empresa, Tabela 2.30, para a taxa de desconto de 8% a.a. a atividade de desbaste com manejo e poda só será rentável para o sítio III, quando acréscimo de preço da madeira podada for igual ou superior a 40% do preço da madeira não podada. Para a taxa de desconto de 10% a.a. esta prática de manejo só será viável para o sítio III quando o preço da madeira podada for igual ou superior a 60% e 40% do preço da madeira não podada, conforme pode-se observar nas Tabelas 2.31 e 2.32, respectivamente para regimes de manejo em áreas arrendadas e em áreas da própria empresa. Já para o sítio II nas duas situações a relação de preço deve ser 20% maior.

Se consideradas as Tabelas 2.26 em comparação às 2.29 e 2.31 que contemplam os regimes economicamente ótimos para áreas arrendadas, respectivamente para a taxa de desconto 6%, 8% e 10% a.a. pode-se observar uma queda no valor de VPL para o sítio I de 45,1% e 69,7%, para o sítio II de 48,0% e 74,2% e para o sítio III de 57,7% e 88,8%, considerando um acréscimo de 60% no preço da madeira podada em relação a madeira não podada. Este comportamento foi observado nas outras situações de variação dos preços.

Se consideradas as Tabelas 2.27 em comparação às 2.30 e 2.32 que contemplam os regimes economicamente ótimos para áreas próprias, respectivamente para a taxa de desconto 6%, 8% e 10% a.a. pode-se observar uma queda no valor de VPL para o sítio I de 47,3% e 73,2%, para o sítio II de 49,4% e 75,4% e para o sítio III de 56,7% e 87,1%, considerando um acréscimo de 60% no preço da madeira podada em relação a não podada. Este comportamento foi observado também nas outras situações de variação dos preços.

Seja para os manejos realizados em áreas arrendadas ou em áreas da própria empresa, nota-se a total predominância da densidade inicial de plantio de 833 árvores/ha.

Para que todas essas tendências sejam melhor visualizadas, são apresentados no Apêndice 2.2, as Tabelas 2.40, 2.41, 2.42, 2.43, 2.44 e 2.45, com o agrupamento em classes de VPL de todos os regimes de manejo simulados para as taxas de desconto de 8% a.a. e 10% a.a.

Nas Tabelas 2.29 e 2.30 são apresentados, respectivamente, os regimes de manejo em terras arrendadas e da própria empresa mais rentáveis para o Cenário 2, para uma taxa de desconto de 8% a.a.

TABELA 2.29. Regimes de manejo, em terras arrendadas, economicamente mais rentáveis, para o Cenário 2, para uma taxa de desconto de 8% a.a.

Acréscimo no valor da madeira podada	Densidade inicial de plantio (árvores/ha)	Área	Índice de sítio (m)	Idade do desb. pré comerc. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do 1º desb. comerc. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do 2º desb. comerc. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do corte final	VPL
0 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	21	2.048,44
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	21	744,88
20 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	21	3.153,96
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	1.674,42
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	43,17
40 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	4.267,90
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	2.626,57
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	823,65
60 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	5.390,17
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	3.578,72
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	1.604,14
80 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	6.512,44
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	4.530,87
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	2.384,63

100 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	7.634,71
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	5.483,02
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	3.165,11

- Comparação entre regimes de manejo em áreas arrendadas e da própria empresa para taxa de 8 e 10%

Conforme pode-se observar ao comparar a Tabela 2.29 e 2.30 respectivamente para manejo em áreas arrendadas e da própria empresa, nota-se uma clara supremacia para a estratégia de efetuar manejo em áreas próprias, com acréscimos que variam 35,4% para o sítio I e 77,5% para o sítio II se o preço da madeira podada é igual a não podada, até 27,8% para o sítio I e 32,1% para o sítio II se o preço da madeira podada é o dobro da não podada.

TABELA 2.30. Regimes de manejo, em terras da própria empresa, economicamente mais rentáveis, para o Cenário 2, para taxa de desconto de 8% a.a.

Acréscimo no valor da madeira podada	Densidade inicial de plantio (árvores/ha)	Área	Índice de sítio (m)	Idade do desb. pré comerc. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do 1º desb. comerc. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do 2º desb. comerc. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do corte final	VPL
0 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	21	2.773,52
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	21	1.322,28
20 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	21	4.155,42
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	2.483,97
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	598,97
40 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	5.547,73
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	3.674,16
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	1.574,58
60 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	6.950,57
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	4.864,35
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	2.550,18
80 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	8.353,41
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	6.054,53

	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	3.525,79
100 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	9.756,25
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	7.244,72
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	4.501,40

Para a taxa de desconto de 10%, pode-se notar nas Tabelas 2.31 e 2.32, respectivamente para manejo em terras arrendadas e em terras da própria empresa, que esta supremacia permanece, com acréscimo que variam de 12,1% para o sítio I e 31,1% para o sítio II se o preço da madeira podada é 20% superior ao preço de venda da madeira não podada, até 34,2% para o sítio I e 47,5% para o sítio II se o preço da madeira podada é o dobro da madeira não podada.

Embora para 8% e 10% de taxa de desconto o sítio II tenha propiciado maiores acréscimos percentuais quando ocorre a poda é no sítio I que se verificam os maiores valores absolutos de VPL. Os grandes acréscimos percentuais ocorridos para o sítio II confirmam as afirmativas feitas anteriormente que principalmente no caso de falta de viabilidade econômica é a viabilização de novos produtos um dos mais importantes fatores para agregar valor ao produto tornando-o competitivo.

TABELA 2.31. Regimes de manejo, em terras arrendadas, economicamente mais rentáveis, para o Cenário 2, para uma taxa de desconto de 10% a.a.

Acréscimo no valor da madeira podada	Densidade inicial de plantio (árvores/ha)	Área	Índice de sítio (m)	Idade do 1º desb. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do 2º desb. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do 3º desb. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do corte final	VPL
0 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	692,97
20 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	1.454,19
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	483,30
40 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	2.215,40
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	1.127,94
60 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	2.976,62
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	1.772,57
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	425,16
80 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	3.737,83
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	2.417,20
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	948,18
100 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	4.050,74
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	2.615,30
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	1.471,21

TABELA 2.32. Regimes de manejo, em terras da própria empresa, economicamente mais rentáveis, para o Cenário 2, para taxa de desconto de 10% a.a.

Acréscimo no valor da madeira podada	Densidade inicial de plantio (árvores/ha)	Área	Índice de sítio (m)	Idade do desb. pré comerc. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do 1º desb. comerc. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do 2º desb. comerc. (anos)	Nº de árv. reman.	Idade do corte final	VPL
0 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	679,20
20 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	1.630,72
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	633,84
40 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	2.582,24
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	1.439,63
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	105,20
60 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	3.533,76
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	2.366,94
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	758,99
80 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	4.485,28
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	3.051,21
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	1.412,77
100 %	833	Plana	28,5	4	500	12	400	14	100	20	5.436,79
	833	Plana	25,5	4	500	12	400	14	100	20	3.857,01
	833	Plana	22,5	4	500	12	400	15	100	20	2.066,56

- Comparação entre regime de manejo com e sem poda para taxa de 8 e 10% a.a.

A prática da poda gera lucros mesmo nas situações em que não haja variações de preço da madeira podada em relação a não podada, conforme pode-se observar nas Tabelas 2.29 e 2.30 para a taxa de desconto de 8% a.a. e nas Tabelas 2.31 e 2.32 para taxas de desconto de 10% a.a. Neste caso, em função da introdução de um novo custo, o valor de VPL comparativamente ao regime de dois desbastes sem poda, discutido no capítulo 1 (Tabelas 1.23 e 1.24) seja para o manejo em terras arrendadas ou da própria empresa, é maior desde que o preço da madeira podada seja 20% superior ao da madeira não podada para o sítio I e II, quando a taxa de desconto é 8% a.a. ou 10% a.a. Outro fato relevante é que o sítio III foi inviável economicamente quando a opção foi efetuar dois desbastes sem poda para as taxas de desconto de 8% a 10% a.a. Já com a

ocorrência de poda este sítio apresenta viabilidade se o preço da madeira podada for 20% superior a madeira não podada para a taxa de desconto de 8% a.a., seja em terras arrendadas ou da própria empresa. Para a taxa de 10% é necessário um acréscimo de 60% no preço da madeira podada para terras arrendadas e 40% para terras da própria empresa.

- Comparação entre cenário 2 e cenário 1 para taxas de 8 e 10% a.a.

O cenário 2, apresentado na Tabela 2.30 para manejo executado em terras da própria empresa, com 1 desbaste pré-comercial e 2 desbastes comerciais para a taxa de desconto de 8% a.a., é superior em todas as situações ao cenário 1 apresentado na Tabela 2.20 com 1 desbaste pré-comercial e outro comercial. Esta superioridade é tal que se o preço da madeira podada for 60% superior ao da madeira não podada, os acréscimos de VPL, para os sítios I, II e III são respectivamente 32,1%, 33,5% e 18,7%. A tendência é de redução desta diferença quanto maior for o diferencial de preço da madeira podada para a não podada e quanto menos produtivo for o sítio. Este mesmo comportamento pode ser observado para regime de manejo executado em terras arrendadas e para a taxa de desconto de 10% a.a.

2.3.3 Produção volumétrica para os 2 cenários em estudo

Comparando-se as Tabelas 2.17 e 2.27 que representam os regimes de manejo economicamente mais rentáveis para os Cenários 1 e 2 respectivamente, pode-se constatar que, para os atuais custos de produção e preços de venda dos múltiplos produtos da madeira de *Pinus taeda*, o Cenário 2 foi a opção mais interessante do ponto de vista econômico. Os dois cenários apresentam volumes de madeira para processo, serraria e laminação muito próximos; e o Cenário 2, onde são realizados o desbaste pré-comercial, 2 desbastes comerciais e poda,

apresenta um volume de madeira especial, em média, 5,6% maior do que o Cenário 1, onde são realizados o desbaste pré-comercial, 1 desbaste comercial e poda, ou seja, comparativamente ao Cenário 1 compensa, do ponto de vista econômico, a realização de um desbaste a mais uma vez que o ganho em volume de madeira especial supera o custo do desbaste.

Na Tabela 2.33 são apresentados os volumes comerciais obtidos através dos regimes de manejo mais rentáveis para cada cenário. Portanto, os volumes comerciais apresentados para o Cenário 1 correspondem ao plantio de 833 árvores/ha, no índice de sítio 28,5m e com a realização do desbaste pré-comercial seguido de poda aos 4 anos, mantendo 500 árvores/ha, do desbaste comercial aos 12 anos, mantendo 200 árvores e do corte final aos 20 anos. Para o Cenário 2 os volumes comerciais apresentados correspondem ao plantio de 833 árvores/ha, no índice de sítio 28,5m e com a realização do desbaste pré-comercial seguido de poda aos 4 anos, mantendo 500 árvores/ha, sendo o 1º desbaste comercial aos 12 anos, mantendo 400 árvores, e o 2º desbaste comercial aos 14 anos, mantendo 100 árvores e o corte final aos 21 anos.

TABELA 2.33. Volumes dos produtos da madeira obtidos para cada cenário.

Cenários	Produtos	Volumes (m ³ /ha)
1	Processo	40
	Serraria	65
	Laminação	197
	Madeira Especial	547
	Volume Total	857
2	Processo	40
	Serraria	64
	Laminação	189
	Madeira Especial	578
	Volume Total	892

2.4 CONCLUSÕES

Preferencialmente a empresa deve investir em sítios de alta produtividade, no caso esse estudo indica os índices de sítio 28,5m e 25,5m na idade de referência de 20 anos, para *Pinus taeda*.

O arrendamento de terras gera lucro/ha, sendo que em sítios de alta produtividade ($S = 28,5$ m), dependendo do regime de manejo adotado e do preço de mercado alcançado pela madeira podada, variam de R\$ 1.400,00 a R\$ 10.592,76. Já para o sítio classe II ($S = 25,5$ m) esses lucros variam de R\$ 1,00 a R\$ 8.365,50 dependendo do regime de manejo adotado e do preço de mercado da madeira podada. Para o sítio III ($S = 22,5$ m) esses lucros variam de R\$ 1,00 a R\$ 5.948,31 dependendo do regime de manejo adotado e do preço de mercado da madeira podada.

O plantio em áreas acidentadas, apesar de não ser a situação ideal, também gera lucro/ha, dependendo do regime de manejo adotado e do preço de mercado alcançado pela madeira podada variam de R\$ 1.400,00 a R\$ 13.864,39 em sítios mais produtivos ($S = 28,5$ m). Para o sítio classe II ($S = 25,5$ m) esses lucros variam de R\$ 1,00 a R\$ 11.237,89 dependendo do regime de manejo adotado e do preço de mercado da madeira podada. Para o sítio classe III ($S = 22,5$ m) esses lucros variam de R\$ 1,00 a R\$ 8.348,12 dependendo do regime de manejo adotado e do preço de mercado da madeira podada.

A condução de regimes de manejo com a realização de um desbaste pré-comercial seguido de 2 desbastes comerciais e poda deve ser adotada, por ser esta a opção que gera maiores receitas líquidas para os sítios I e II. Sendo portanto recomendada, nesses sítios, a implantação de regimes de manejo com plantio de 833 árvores/ha e com corte final aos 21 anos, após a realização de 3 desbastes: sendo o primeiro um pré-comercial seguido de poda aos 4 anos,

mantendo 500 árvores/ha, o segundo um comercial aos 12 anos, mantendo de 400 árvores/ha e o terceiro um comercial aos 14 anos mantendo 100 árvores/ha. A segunda poda deve ser realizada em torno dos 7 a 8 anos. Já para o sítio III a melhor opção é a adoção de regimes de manejo com plantio de 1.111 árvores/ha e corte final aos 20 anos, após a realização de um desbaste pré-comercial seguido de poda aos 4 anos, mantendo 500 árvores/ha e de 1 desbaste comercial aos 12 anos, mantendo 200 árvores/ha. A segunda poda deve ser realizada em torno dos 8 anos.

A densidade inicial de plantio ideal quando 1 desbaste pré-comercial seguido de poda e de 1 desbaste comercial são adotados para os sítios I e II é de 833 árvores/ha, enquanto que para o sítio III, é de 1.111 árvores/ha.

A densidade inicial de plantio ideal quando 1 desbaste pré-comercial seguido de poda e de 2 desbastes comerciais são adotados para os sítios I, II e III é de 833 árvores/ha.

Para o índice de sítio 28,5m, o acréscimo de 20% no preço da madeira que sofreu poda já justifica com sobras o uso desta prática.

Para taxas de desconto de 10% a.a., considerando o preço da madeira podada igual ao preço da madeira não podada, somente os plantios no índice de sítio 28,5m dão lucro quando sujeitos ao manejo conjugado desbaste/poda. Considerando-se a mesma taxa de desconto e a mesma estratégia de manejo, somente quando o preço da madeira podada for igual ou 20% superior ao preço da madeira não podada é que os plantios no índice de sítio 25,5m dão lucro. Já para o índice de sítio 22,5m, considerando-se a mesma taxa de desconto e a mesma estratégia de manejo, somente quando o preço da madeira podada for igual ou 60% superior ao preço da madeira não podada é que os plantios dão lucro.

Para taxas de desconto de 8% a.a., considerando o preço da madeira podada igual ao preço da madeira não podada, os plantios nos índices de sítio 28,5m e 25,5m dão lucro quando sujeitos ao manejo conjugado desbaste/poda. Considerando-se a mesma taxa de desconto e a ocorrência de 1 desbaste pré-comercial seguido de poda e de 2 desbastes comerciais, somente quando o preço da madeira podada for igual ou 20% superior ao preço da madeira não podada é que os plantios no índice de sítio 22,5m dão lucro. Já para o índice de sítio 22,5m, considerando-se a mesma taxa de desconto mas a ocorrência de 1 desbaste pré-comercial seguido de poda e de 1 desbaste comercial, somente quando o preço da madeira podada for igual ou 40% superior ao preço da madeira não podada é que os plantios dão lucro.

Para taxas de desconto de 6% a.a., considerando o preço da madeira podada igual ao preço da madeira não podada, os plantios nos índices de sítio 28,5m, 25,5m e 22,5m dão lucro quando sujeitos ao manejo conjugado desbaste/poda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FISCHER, F. **Eficiência dos modelos polinomiais e das razões de volume na estimativa volumétrica dos sortimentos e do perfil do fuste de *Pinus taeda***. Lavras: UFLA, 1997. 167p. (Tese-Mestrado em Engenharia Florestal).

GOLFARI, L.; CASER, R.L.; MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para florestamento no Brasil**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do estado do Paraná**. Londrina, 1994. 49p. (Documentos, 18).

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 2.ed. Rio de Janeiro: J.Olympio/Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Paraná, 1981. 450p.

MACEDO, A.R.P.; MATTOS, R.L.G. **Produtos florestais madeira em tora, madeira serrada e painéis.** Panorama 1980/1992. s.l.: BNDES/FINAME/BNDESPAR, 1995. 41p.

OLIVEIRA, E.B. **Um sistema computadorizado de prognose do crescimento e produção de Pinus taeda L., com critérios quantitativos para a avaliação técnica e econômica de regimes de manejo.** Curitiba: UFPr, 1995. 134p. (Tese-Doutorado em Engenharia Florestal).

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. **Avaliação de projetos florestais.** Viçosa: UFV, 1993. 47p.

SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 438p.

SCOLFORO, J.R.S. **Mensuração florestal 3:** relações quantitativas em volume, peso e a relação hipsométrica. Lavras: ESAL/FAEPE, 1993. 292p.

SCOLFORO, J.R.S. **O sistema PISAPRO.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 99p.

SCOLFORO, J.R.S.; MAESTRI, R. O manejo de florestas plantadas. In: SCOLFORO, J.R.S. **Manejo Florestal.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. Cap. 8. p. 313-379.

APÊNDICE

APÊNDICE 2.1

TABELA 2.34. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 1, para uma densidade inicial de 1.333 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 8% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	-1.800,00	00,00	19											
	00,00	1.800,00	224	243	242	237	232	214	137	114	100	65	1	
	1.800,00	3.600,00			1	6	11	29	106	129	143	178	233	226
	3.600,00	5.400,00											9	17
	5.400,00	7.200,00												
II	-1.350,00	00,00	242	227	181	158	47	10						
	00,00	1.350,00	1	16	62	85	196	233	241	233	229	211	61	36
	1.350,00	2.700,00							2	10	14	32	182	207
	2.700,00	4.050,00												
	4.050,00	5.400,00												
III	-2.600,00	-1.300,00	177	147	111	88								
	-1.300,00	00,00	66	96	132	155	243	243	213	198	168	151	239	22
	00,00	1.300,00							30	45	75	92	204	221
	1.300,00	2.600,00												
	2.600,00	3.900,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.34. Continuação

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	-1.800,00	00,00												
	00,00	1.800,00												
	1.800,00	3.600,00	239	232	127	103	165	139	2		26	15		
	3.600,00	5.400,00	4	11	116	140	78	104	220	214	217	222	115	98
	5.400,00	7.200,00							21	29		6	128	145
II	-1.350,00	00,00												
	00,00	1.350,00	44	21										
	1.350,00	2.700,00	199	222	189	173	210	202	8	4	52	42		
	2.700,00	4.050,00			54	70	33	41	224	223	191	198	91	71
	4.050,00	5.400,00							11	16		3	152	172
III	-2.600,00	-1.300,00	13	6										
	-1.300,00	00,00	230	237	150	136	168	149	12	8	30	18		
	00,00	1.300,00			93	107	75	94	214	204	213	224	90	75
	1.300,00	2.600,00							17	31		1	153	168
	2.600,00	3.900,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.35. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 1, para uma densidade inicial de 1.111 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 8% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	00,00	- 1.500,00	243	243	213	188	151	125	24	12	4	1		
	1.500,00	- 3.000,00			30	55	92	118	218	228	239	237	144	120
	3.000,00	- 4.500,00							1	3		5	99	123
	4.500,00	- 6.000,00												
	6.000,00	- 7.500,00												
II	-1.400,00	- 00,00	233	218	161	128	33	10						
	00,00	- 1.400,00	10	25	82	115	210	233	238	230	225	207	65	37
	1.400,00	- 2.800,00							5	13	18	36	178	206
	2.800,00	- 4.200,00												
	4.200,00	- 5.600,00												
III	-2.600,00	- -1.300,00	153	111	60	29								
	-1.300,00	- 00,00	90	132	186	214	243	243	207	191	145	121	8	4
	00,00	- 1.300,00							36	52	98	122	235	239
	1.300,00	- 2.600,00												
	2.600,00	- 3.900,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.35. Continuação

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	00,00	1.500,00												
	1.500,00	3.000,00	151	123	7	3	13	7						
	3.000,00	4.500,00	92	120	209	196	224	224	78	62	145	124	4	2
	4.500,00	6.000,00			27	44	6	12	161	175	98	119	163	146
	6.000,00	7.500,00							4	6			76	95
II	-1.400,00	00,00												
	00,00	1.400,00	51	25										
	1.400,00	2.800,00	192	218	184	170	210	196	19	10	65	33		
	2.800,00	4.200,00			59	73	33	47	216	221	178	210	116	96
	4.200,00	5.600,00							8	12			127	147
III	-2.600,00	-1.300,00												
	-1.300,00	00,00	3	1										
	00,00	1.300,00	240	242	121	94	150	123	4	3	8	6		
	1.300,00	2.600,00			122	149	93	120	219	205	235	233	41	31
	2.600,00	3.900,00							20	35		4	202	212

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.36. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 1, para uma densidade inicial de 833 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 8% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	250,00	1.700,00	243	243	212	190	130	87	5	1				
	1.700,00	3.150,00			31	53	113	156	238	238	243	241	95	66
	3.150,00	4.600,00								4		2	148	177
	4.600,00	6.050,00												
II	6.050,00	7.500,00												
	-1.450,00	00,00	197	138	39	13								
	00,00	1.450,00	46	105	204	230	243	243	230	212	195	152	2	1
	1.450,00	2.900,00							13	31	48	91	241	242
III	2.900,00	4.350,00												
	4.350,00	5.800,00												
	-2.700,00	-1.350,00	59	16	3									
	-1.350,00	00,00	184	227	240	243	243	243	183	149	84	46		
III	00,00	1.350,00							60	94	159	197	243	243
	1.350,00	2.700,00												
	2.700,00	4.050,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.36. Continuação

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	250,00	1.700,00												
	1.700,00	3.150,00	105	68			2							
	3.150,00	4.600,00	138	175	198	175	233	224	30	15	86	63		
	4.600,00	6.050,00			45	68	8	19	211	215	157	180	101	84
	6.050,00	7.500,00							2	13			142	159
II	-1.450,00	00,00												
	00,00	1.450,00	2	1										
	1.450,00	2.900,00	241	242	127	89	178	144	2	1	10	7		
	2.900,00	4.350,00			116	154	65	99	224	217	233	236	50	35
	4.350,00	5.800,00							17	25			193	208
III	-2.700,00	-1.350,00												
	-1.350,00	00,00												
	00,00	1.350,00	243	243	83	50	111	75			1			
	1.350,00	2.700,00			160	193	132	168	224	213	242	240	28	18
	2.700,00	4.050,00							19	30		3	215	225

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.37. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 1, para uma densidade inicial de 1.333 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 10% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	-1.000,00	00,00	238	232	242	239	153	142	170	149				
	00,00	1.000,00	5	11	1	4	90	101	73	94	211	194	205	190
	1.000,00	2.000,00									32	49	38	53
	2.000,00	3.000,00												
II	3.000,00	4.000,00												
	-1.740,00	-870,00	165	152	199	180								
	-870,00	00,00	78	91	44	63	243	243	243	243	125	98	137	110
	00,00	870,00									118	145	106	133
III	870,00	1.740,00												
	1.740,00	2.610,00												
	-2.000,00	-1.300,00	243	243	243	243	186	171	208	193	34	19	31	14
	-1.000,00	00,00					57	72	35	50	209	224	212	229
	00,00	1.000,00												
	1.000,00	2.000,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.37. Continuação

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	-1.000,00	00,00												
	00,00	1.000,00	59	46	31	25								
	1.000,00	2.000,00	184	197	212	218	225	217	210	203				
	2.000,00	3.000,00					18	26	33	40	243	239	234	227
	3.000,00	4.000,00									4	9	16	
II	-1.740,00	-870,00												
	-870,00	00,00												
	00,00	870,00	235	232	223	234	34	27	13	7				
	870,00	1.740,00	8	11	20	29	209	216	226	230	222	209	105	92
	1.740,00	2.610,00							4	6	21	34	138	151
III	-2.000,00	-1.000,00												
	-1.000,00	00,00	219	205	184	169	66	57	30	6				
	00,00	1.000,00	24	38	59	74	177	186	213	237	241	234	170	154
	1.000,00	2.000,00									2	9	73	89

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.38. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 1, para uma densidade inicial de 1.111 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 10% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	-1.300,00	00,00	227	210	229	223	30	22	50	38				
	00,00	1.300,00	16	33	14	20	213	221	193	205	173	148	161	145
	1.300,00	2.600,00									70	95	82	98
	2.600,00	3.900,00												
II	-1.740,00	-870,00	134	120	175	156								
	-870,00	00,00	109	123	68	87	243	240	241	239	69	42	64	48
	00,00	870,00						3	2	4	174	201	179	195
	870,00	1.740,00												
III	1.740,00	2.610,00												
	-2.000,00	-1.000,00	243	243	243	243	182	160	192	174	13	5	9	3
	-1.000,00	00,00					61	83	51	69	230	238	234	240
	00,00	1.000,00												
	1.000,00	2.000,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.38. Continuação

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	-1.300,00	00,00												
	00,00	1.300,00	31	25	19	9								
	1.300,00	2.600,00	212	218	227	232	221	207	202	185	82	71	35	27
	2.600,00	3.900,00				2	22	36	41	58	161	172	208	216
II	-1.740,00	-870,00												
	-870,00	00,00												
	00,00	870,00	227	206	188	171	44	29	13	5				
	870,00	1.740,00	16	37	55	72	199	214	223	227	213	201	100	75
	1.740,00	2.610,00							7	11	30	42	143	168
III	-2.000,00	-1.000,00												
	-1.000,00	00,00	231	223	166	152	43	25	13	8				
	00,00	1.000,00	12	20	77	91	200	218	230	235	232	217	120	106
	1.000,00	2.000,00									11	26	123	137

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.39. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 1, para uma densidade inicial de 833 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 10% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	-1.000,00	00,00	196	162	228	213	8	1	42	27				
	00,00	1.000,00	47	81	15	30	235	242	201	216	177	144	162	131
	1.000,00	2.000,00									66	99	81	112
	2.000,00	3.000,00												
II	3.000,00	4.000,00												
	-1.800,00	-900,00	44	28	157	142								
	-900,00	00,00	199	215	86	101	243	238	240	237	52	26	50	32
	00,00	900,00						5	3	6	191	217	193	211
III	900,00	1.800,00												
	1.800,00	2.700,00												
	-2.000,00	-1.000,00	243	243	243	243	171	153	180	167	2		3	
	-1.000,00	00,00					72	90	63	76	241	243	240	243
	00,00	1.000,00												
	1.000,00	2.000,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.39. Continuação

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	-1.000,00	00,00												
	00,00	1.000,00	18	8	14	7								
	1.000,00	2.000,00	225	233	216	209	160	141	93	70	32	22	6	3
	2.000,00	3.000,00		2	13	27	83	102	150	171	209	216	165	150
II	2.000,00	3.000,00								2	2	5	72	90
	-1.800,00	-900,00												
	-900,00	00,00												
	00,00	900,00	234	220	184	157	60	39	15	7	4	1		
III	900,00	1.800,00	9	23	59	86	183	204	217	217	204	194	90	68
	1.800,00	2.700,00							11	19	35	48	153	175
	-2.000,00	-1.000,00												
III	-1.000,00	00,00	227	218	162	140	36	23	6	4				
	00,00	1.000,00	16	25	81	103	207	220	237	239	239	231	139	116
	1.000,00	2.000,00									4	12	104	127

1 - Acidentada

2 - Plana

APÊNDICE 2.2

TABELA 2.40. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 2, para uma densidade inicial de 1.333 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 8% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL	PREÇO DA MADEIRA											
		IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	00,00 - 1.900,00	288	288	254	238	205	175	80	66	49	22		
	1.900,00 - 3.800,00			34	50	83	113	208	220	237	262	209	185
	3.800,00 - 5.700,00								2	2	4	79	103
	5.700,00 - 7.600,00												
	7.600,00 - 9.500,00												
II	-1.750,00 - 00,00	253	225	187	174	35	2						
	00,00 - 1.750,00	35	63	101	114	253	286	278	274	267	259	166	143
	1.750,00 - 3.500,00							10	14	21	29	122	145
	3.500,00 - 5.250,00												
	5.250,00 - 7.000,00												
III	-2.800,00 - -1.400,00	216	179	127	95	6	4	2	1				
	-1.400,00 - 00,00	72	109	161	193	282	284	268	262	231	211	66	52
	00,00 - 1.400,00							18	25	57	77	222	236
	1.400,00 - 2.800,00												
	2.800,00 - 4.200,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.40. Continuação

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	00,00	- 1.900,00												
	1.900,00	- 3.800,00	223	205	57	45	86	66						
	3.800,00	- 5.700,00	65	83	208	211	197	215	163	150	229	219	43	31
	5.700,00	- 7.600,00			23	32	5	7	123	133	59	69	193	201
	7.600,00	- 9.500,00							2	5			52	56
II	-1.750,00	- 00,00												
	00,00	- 1.750,00	153	123										
	1.750,00	- 3.500,00	135	165	255	244	276	265	135	113	183	169		
	3.500,00	- 5.250,00			33	44	12	23	151	169	105	118	231	218
	5.250,00	- 7.000,00							2	6		1	57	70
III	-2.800,00	- 1.400,00												
	-1.400,00	- 00,00	30	19	2	2	2	2						
	00,00	- 1.400,00	258	269	223	208	245	225	32	25	61	48	3	2
	1.400,00	- 2.800,00			63	78	41	61	247	252	227	239	166	132
	2.800,00	- 4.200,00							9	11		1	119	154

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.41. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 2, para uma densidade inicial de 1.111 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 8% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	300,00	- 2.150,00	288	288	271	254	223	192	44	28	16	4		
	2.150,00	- 4.000,00			17	34	65	96	244	258	272	282	207	182
	4.000,00	- 5.850,00								2		2	81	106
	5.850,00	- 7.700,00												
	7.700,00	- 9.550,00												
II	-1.800,00	- 00,00	228	203	137	116	41	11						
	00,00	- 1.800,00	60	85	151	178	247	277	275	268	262	248	115	100
	1.800,00	- 3.600,00							13	20	26	40	173	188
	3.600,00	- 5.400,00												
	5.400,00	- 7.200,00												
III	-3.000,00	-1.500,00	149	97	41	14								
	-1.500,00	- 00,00	139	191	247	274	288	288	266	258	229	204	21	4
	00,00	- 1.500,00							22	30	59	84	267	284
	1.500,00	- 3.000,00												
	3.000,00	- 4.500,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.41. Continuação

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL	PREÇO DA MADEIRA											
		ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
		ARRENTA		NÃO ARRENTA		ARRENTA		NÃO ARRENTA		ARRENTA		NÃO ARRENTA	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	300,00 | 2.150,00												
	2.150,00 | 4.000,00	226	199	28	16	53	36						
	4.000,00 | 5.850,00	62	89	239	240	230	245	150	123	224	197	16	11
	5.850,00 | 7.700,00			21	32	5	7	135	160	64	91	214	210
	7.700,00 | 9.550,00							3	5			58	67
II	-1.800,00 | 00,00												
	00,00 | 1.800,00	107	89										
	1.800,00 | 3.600,00	181	199	258	242	276	264	104	88	164	143		
	3.600,00 | 5.400,00			30	46	12	24	182	197	124	145	231	216
	5.400,00 | 7.200,00							2	3			57	72
	-3.000,00 | -1.500,00												
	-1.500,00 | 00,00	1											
	00,00 | 1.500,00	287	288	242	228	259	247	14	3	61	33		
	1.500,00 | 3.000,00			46	60	29	41	264	276	227	254	216	199
	3.000,00 | 4.500,00							7	9		1	72	89

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.42. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 2, para uma densidade inicial de 833 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 8% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	550,00	2.400,00	288	288	282	272	244	214	53	29	22	6		
	2.400,00	4.250,00			6	16	44	74	235	259	266	280	220	199
	4.250,00	6.100,00										2	68	89
	6.100,00	7.950,00												
	7.950,00	9.800,00												
II	-1.850,00	00,00	198	145	25	10								
	00,00	1.850,00	90	143	263	278	288	288	271	263	260	242	26	8
	1.850,00	3.700,00							17	25	28	46	262	280
	3.700,00	5.550,00												
	5.550,00	7.400,00												
	-3.000,00	-1.500,00	27	10	6	3								
	-1.500,00	00,00	261	278	282	285	288	284	230	214	124	78	8	4
	00,00	1.500,00						4	58	74	164	210	280	281
	1.500,00	3.000,00												3
	3.000,00	4.500,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.32. Continuação

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	550,00	2.400,00												
	2.400,00	4.250,00	235	214	25	10	53	37						
	4.250,00	6.100,00	53	74	251	259	233	247	150	124	228	213	13	6
	6.100,00	7.950,00			12	19	2	4	136	162	60	75	225	216
	7.950,00	9.800,00							2	2			50	66
II	-1.850,00	00,00												
	00,00	1.850,00	14	3										
	1.850,00	3.700,00	274	285	256	242	272	265	36	15	129	93		
	3.700,00	5.550,00			32	46	16	23	250	268	159	195	235	219
	5.550,00	7.400,00							2	5			53	69
III	-3.000,00	-1.500,00												
	-1.500,00	00,00	4	1										
	00,00	1.500,00	283	284	178	137	214	171	8	6	10	8		
	1.500,00	3.000,00	1	3	110	151	74	117	267	267	277	278	118	93
	3.000,00	4.500,00							13	15	1	2	170	195

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.43. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 2, para uma densidade inicial de 1.333 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 10% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	-1.300,00	00,00	230	196	248	235	57	37	81	63				
	00,00	1.300,00	58	92	40	53	231	251	205	222	235	227	211	192
	1.300,00	2.600,00							2	3	53	61	77	96
	2.600,00	3.900,00												
II	-1.300,00	00,00	288	288	288	288	276	269	265	261	169	146	131	124
	00,00	1.300,00					12	19	23	27	119	142	157	164
	1.300,00	2.600,00												
	2.600,00	3.900,00												
III	-2.200,00	-1.100,00	288	288	288	288	280	275	269	267	41	35	11	
	-1.100,00	00,00					8	13	19	21	247	253	277	285
	00,00	1.100,00												3
	1.100,00	2.200,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.43. Continuação

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	-1.300,00	00,00												
	00,00	1.300,00	110	85	79	53								
	1.300,00	2.600,00	177	200	209	235	251	235	179	160	140	125	59	46
	2.600,00	3.900,00	1	3			37	53	109	123	148	158	179	188
	3.900,00	5.200,00							5		5	50	54	
II	-1.300,00	00,00												
	-00,00	1.300,00	288	285	262	249	229	214	156	136	37	32	6	3
	1.300,00	2.600,00		3	26	39	59	74	130	150	251	256	244	242
	2.600,00	3.900,00							2	2			38	43
III	-2.200,00	-1.100,00	5		1									
	-1.100,00	00,00	283	276	242	233	136	127	51	43	10	8	4	3
	00,00	1.100,00		12	45	55	152	161	237	241	276	273	234	230
	1.100,00	2.200,00								4	1	7	50	55

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.44. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 2, para uma densidade inicial de 1.111 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 10% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	-1.350,00	00,00	187	149	228	203	1		18	8				
	00,00	1.350,00	101	139	60	85	287	287	268	273	227	206	188	167
	1.350,00	2.700,00						1	2	7	61	82	100	121
	2.700,00	4.050,00												
II	4.050,00	5.400,00												
	-1.380,00	00,00	288	288	288	288	265	254	261	251	109	93	95	82
	00,00	1.380,00					23	34	27	37	179	195	193	206
	1.380,00	2.760,00												
III	2.760,00	4.140,00												
	-2.200,00	-1.100,00	288	288	288	288	278	274	262	257	39	33	7	
	-1.100,00	00,00					10	14	26	31	249	255	281	282
	00,00	1.100,00												6
	1.100,00	2.200,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.44. Continuação

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	-1.350,00	00,00												
	00,00	1.350,00												
	1.350,00	2.700,00	288	285	267	254	233	226	159	138	108	90	33	22
	2.700,00	4.050,00		3	21	34	55	62	126	146	180	193	206	208
	4.050,00	5.400,00							3	4		5	49	58
II	-1.380,00	00,00												
	00,00	1.380,00	286	277	233	225	223	206	134	108	44	30	4	1
	1.380,00	2.760,00	2	11	55	63	65	82	151	177	244	258	239	230
	2.760,00	4.140,00							3	3			45	57
III	-2.200,00	-1.100,00												
	-1.100,00	00,00	288	273	237	224	133	117	21	13				
	00,00	1.100,00		15	51	64	155	171	262	267	280	276	189	185
	1.100,00	2.200,00							5	8	8	12	99	103

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.45. Agrupamento em classes de VPL dos regimes de manejo simulados para o Cenário 2, para uma densidade inicial de 833 árvores/ha e para uma taxa de desconto de 10% a.a.

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			IGUAL SEM PODA				ACRÉSCIMO DE 20%				ACRÉSCIMO DE 40%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	-1.380,00	00,00	110	63	191	159			2					
	00,00	1.380,00	178	225	97	129	288	286	280	280	197	168	153	129
	1.380,00	2.760,00						2	6	8	91	120	135	159
	2.760,00	4.140,00												
II	4.140,00	5.520,00												
	- 1.350,00	00,00	288	288	288	288	256	234	244	228	12	1	8	2
	00,00	1.350,00					32	54	44	60	276	287	279	284
	1.350,00	2.700,00											1	2
III	2.700,00	4.050,00												
	-2.200,00	-1.100,00	288	288	288	288	115	100	147	132			2	1
	-1.100,00	00,00					173	188	141	156	288	288	253	253
	00,00	1.100,00											3	4
	1.100,00	2.200,00												

1 - Acidentada

2 - Plana

TABELA 2.45. Continuação

CLASSES DE SÍTIO	CLASSES DE VPL		PREÇO DA MADEIRA											
			ACRÉSCIMO DE 60%				ACRÉSCIMO DE 80%				ACRÉSCIMO DE 100%			
			ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA		ARRENDA		NÃO ARRENDA	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	-1.380,00	00,00												
	00,00	1.380,00	25	10	8	1					74	66		
	1.380,00	2.760,00	261	274	254	252	225	211	129	114	213	217	14	10
	2.760,00	4.140,00	2	4	26	35	63	77	157	170	1	5	224	212
	4.140,00	5.520,00							2	4			50	66
II	-1.350,00	00,00												
	00,00	1.350,00	279	276	246	235	175	136	48	33	86	78		
	1.350,00	2.700,00	9	12	42	53	113	152	238	251	202	210	245	233
	2.700,00	4.050,00								2	4		43	55
III	-2.200,00	-1.100,00												
	-1.100,00	00,00	257	244	171	134	26	16	6	3				
	00,00	1.100,00	31	44	117	154	262	272	274	274	276	271	167	138
	1.100,00	2.200,00							8	11	12	17	121	150

1 - Acidentada

2 - Plana

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENTLEY, W.; TEENGUARDEN, D. Financial maturity: a theory review. **Forest Science**, Washington, v. 11, n.3, p. 76-87, Mar. 1965.
- BERTOLOTI, G.; SIMÕES, J. W.; NICOLIELO, N.; GARNICA, J.B. Efeitos de diferentes métodos e intensidades de desbaste na produtividade de *Pinus caribaea* var *hondurensis* Barr. et Golf. **IPEF**, Piracicaba, n.24, p.47-53, ago.1983.
- CABRAL, F.C.P. **Desenvolvimento de um sistema computacional para simular e comparar economicamente alternativas de manejo de plantações florestais**. Viçosa: UFV, 1990. 108p. (Tese-Mestrado em Engenharia Florestal).
- CHICHORRO, J.F. **Avaliação econômica de experimentos de adubação de *Eucalyptus grandis*, no cerrado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1987. 111p. (Tese-Mestrado em Engenharia Florestal).
- CLUTTER, J.L.; FORTSON, J.C.; PIENNAR, L.V.; BRISTER, G.H.; BAILEY, R.L. **Timber Management: a quantitative approach**. New York: J. Wiley, 1983. 333p.
- DAVIS, L.S.; JOHNSON, K.N. **Forest Management**. New York: Mc Graw-Hill, 1987. 790 p.
- FISCHER, F. **Eficiência dos modelos polinomiais e das razões de volume na estimativa volumétrica dos sortimentos e do perfil do fuste de *Pinus taeda***. Lavras: UFLA, 1997. 167p. (Tese-Mestrado em Engenharia Florestal).
- GAFFNEY, M.M. **Concepts of financial maturity of timber and other assets**. Raleigh: North Carolina State University. 1957. 105p. Agric. Econ. Inf. Ser. 62.
- GOLFARI, L.; CASER, R.L.; MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para florestamento no Brasil**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66p.
- HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos**. São Paulo: Ed. Atlas, 1992.
- HOSOKAWA, R.T. **Contribuição para definir a sucessão de cortes dos povoamentos objetivando a persistência de rendas nas empresas florestais**. Curitiba: APEF, 1980. 70p. (Boletim Técnico nº 1).
- HOSOKAWA, R.T. Economicidade de poda e desbaste. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA FLORESTAL, 1, Curitiba, 1988. **Anais ...** Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988. p. 383-398.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do estado do Paraná**. Londrina, 1994. 49p. (Documentos, 18).
- JOHNSON, D.R.; GRAYSON, A.J.; BRADLEY, R.T. **Planejamento florestal**. Lisboa: Fundação Galouste Gulbenkian, 1977. 788p.

- KOTZE, H.; VONCK, D. A growth simulator and pruning scheduler for *Pinus patula* in Mpumalanga-North province, South Africa. In: WORKSHOP "MENSURATION, GROWTH AND YIELD", 4, Oeiras, 1997. **Anais** . . . Oeiras: IUFRO 1997. p. 1-19.
- LIMA JÚNIOR, V.B. **Determinação da taxa de desconto para uso na avaliação de projetos de investimentos florestais**. Viçosa: UFV, 1995. 90p. (Tese-Mestrado em Engenharia Florestal).
- LIMA, A.B.N.P.M. **Plano ótimo econômico de manejo de corte para florestas de eucaliptos**. Piracicaba: ESALQ, 1988. 88p. (Tese-Mestrado em Engenharia Florestal).
- MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 2.ed. Rio de Janeiro: J.Olympio/Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Paraná, 1981. 450p.
- MACEDO, A.R.P.; MATTOS, R.L.G. **Produtos florestais madeira em tora, madeira serrada e painéis**. Panorama 1980/1992. s.l.: BNDES/FINAME/BNDESPAR, 1995. 41p.
- MAINARDI, G.L.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. Produção de *Pinus taeda* na região de Cambará do Sul, RS. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p. 39-52, nov. 1996.
- MARCOLIN, M.; COUTO, H.T.Z. Modelos de produção e crescimento para povoamentos de *Pinus taeda* desbastado na região de Telêmaco Borba, PR. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7; CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1, Curitiba, 1993. **Anais**...Curitiba: SBS/SBEF 1993. p.528-530.
- MENEZES, L.F.; SCHNEIDER, P.R.; KLEIN, J.E. Planejamento da produção sustentada de matéria-prima florestal para empresas verticalizadas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais** ... Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p. 6-22.
- NEVES, A.R.; REZENDE, J.L.P. Comparação entre projetos pelo critério da taxa interna de retorno: problemas e soluções alternativas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n.2, p. 217-227, abr./jun. 1996.
- NEWMAN, D.H. The optimal forest rotation: a discussion and annotated bibliography. USDA. **Forest Service. SE General Technical Report**, Asheville, n.48, p. 1-47, 1988.
- OLIVEIRA, E.B. **Um sistema computadorizado de prognose do crescimento e produção de *Pinus taeda* L., com critérios quantitativos para a avaliação técnica e econômica de regimes de manejo**. Curitiba: UFPr, 1995. 134p. (Tese-Doutorado em Engenharia Florestal).
- PEARSE, P.H. The optimum forest rotation. **The Forestry Chronicle**, New York n.43, v.2, p. 178-195, June. 1967.
- RESENDE, R.R. **Emprego de um modelo de crescimento e produção para determinação da rotação em povoamentos de eucalipto**. Viçosa: UFV, 1991. 81 p. (Tese-Mestrado em Engenharia Florestal).

- REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. **Avaliação de projetos florestais**. Viçosa: UFV, 1993. 47p.
- REZENDE, J.L.P.; SILVA, M.L.; LIMA JUNIOR, V.B. Determinação do valor das terras de reflorestamentos nos trópicos - Uma crítica ao conceito de Faustmann. **Forest** **96**. P. 59-60. 1996.
- RIBEIRO, C.A.A.S.; GRAÇA, L.R. Manejo por tallhadas: estabelecimento das idades ótimas de corte. **Revista Árvore**, Viçosa, v.20, n.1, p.29-36, abr./jun. 1996.
- RODRIGUEZ, L.C.E.; BUENO, A.R.S.; RODRIGUES, F. Rotações de eucaliptos mais longas: análise volumétrica e econômica. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.51, p.15-28, jun.1997.
- SANQUETTA, C.R. Princípios de simulação aplicados ao planejamento da produção florestal. Curitiba: UFPR, 1995. 63p. (Nota de Aula-Curso de Manejo Florestal).
- SCHNEIDER, P.R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: UFSM, 1993. 348p.
- SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 438p.
- SCOLFORO, J.R.S. **Mensuração florestal 3**: relações quantitativas em volume, peso e a relação hipsométrica. Lavras: ESAL/FAEPE, 1993. 292p.
- SCOLFORO, J.R.S. **O sistema PISAPRO**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 99p.
- SCOLFORO, J.R.S. Simulação de desbastes seletivos através de modelo matemático. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7; CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1, Curitiba, 1993. **Anais...**Curitiba: SBS/SBEF 1993. p. 549-552.
- SCOLFORO, J.R.S. **Sistema integrado para predição e análise presente e futura do crescimento e produção, com otimização de remuneração de capitais, para *Pinus caribaea* var. *hondurensis***. Curitiba: UFPr, 1990. 290p. (Tese-Doutorado em Engenharia Florestal).
- SCOLFORO, J.R.S.; HOSOKAWA, R. T. Avaliação da rotação econômica para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sujeito a desbastes. **Revista Árvore**, Viçosa, v.16, n.1, 43-58, jan./abr. 1992.
- SCOLFORO, J.R.S.; MACHADO, S.A. Um sistema de crescimento e produção com simulador de desbaste. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.50, p.51-64, dez.1996.
- SCOLFORO, J.R.S.; MAESTRI, R. O manejo de florestas plantadas. In: SCOLFORO, J.R.S. **Manejo Florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. Cap. 8. p. 313-379.
- SCOLFORO, J.R.S.; MAESTRI, R.; MACHADO, S.A. Um modelo de crescimento e produção como suporte para manejo florestal. In: CURSO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL, Colombo, 1997. **Anais ...** Colombo: EMBRAPA 1997. p. 1-31.
- SEITZ, R.A. **Manual da poda de espécies arbóreas florestais**. Curitiba: FUPEF, 1995. 88p.

SILVA, R.P. **Simulação e avaliação econômica de um programa plurianual de reflorestamento para fins de planejamento da empresa florestal.** Viçosa: UFV, 1992. 56p. (Tese-Mestrado em Engenharia Florestal).

SIQUEIRA, J.D.P. Diagnóstico e avaliação do setor florestal brasileiro; relatório da região sul. s.l.: FUNATURA/ITTO/IBAMA, 1995. 71 p.

VOLPI, N.M.P. **O impacto de perturbações estocásticas em um modelo de planejamento florestal.** Curitiba: UFPr, 1997. 268p. (Tese-Doutorado em Engenharia Florestal).