

FERNANDO DOS SANTOS GOMES

**A SELEÇÃO DE REGIMES DE MANEJO MAIS RENTÁVEIS
EM *Pinus taeda* L. NA PRODUÇÃO DE MADEIRA
PARA PAPEL E CELULOSE**

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Ciências
Florestais, Curso de Pós-Graduação em Enge-
nharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias,
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Carlos R. Sanquetta

CURITIBA

Março - 1999




MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

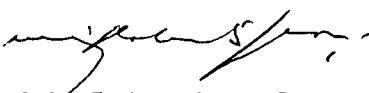
P A R E C E R

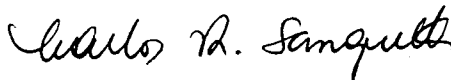
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **FERNANDO DOS SANTOS GOMES**, sob o título "A SELEÇÃO DE REGIMES DE MANEJO MAIS RENTÁVEIS EM *Pinus taeda* L. NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA PAPEL E CELULOSE", para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais, no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração **MANEJO FLORESTAL**.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o Candidato são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação, com média final: (10,0), correspondente ao conceito: (A).

Curitiba, 12 de março de 1999


Prof. Dr. José Roberto Soares Scolforo
Primeiro Examinador
UFLA


Prof. Dr. Luiz Roberto Graça
Segundo Examinador
UFPR


Prof. Dr. Carlos Roberto Sanquetta
Orientador e Presidente da Banca
UFPR



Aos meus pais e à Raquel

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Carlos Roberto Sanquetta, pelos ensinamentos acadêmicos e profissionais, pelo estímulo e, principalmente, pela confiança em mim demonstrada no decorrer de todo o Curso de Pós-Graduação.

Ao Engenheiro Romualdo Maestri, da PISA Florestal S.A., pelo exemplo profissional, pelo auxílio indispensável à realização deste trabalho e pelas inúmeras oportunidades em toda minha vida acadêmica.

Ao Professor José Roberto S. Scolforo, pela orientação e pelo exaustivo empenho no desenvolvimento dos programas de produção e de análise financeira utilizados neste trabalho.

Ao Professor Luiz Roberto Graça, pela indispensável orientação na análise econômica.

Ao Professor Sylvio Péllico Netto, pelas oportunidades e pelo constante estímulo desde o início do Curso de Graduação.

À PISA Florestal S.A., na pessoa do diretor Édson Antônio Balloni, por ter propiciado todas as condições para a realização deste trabalho.

Ao Professor José Luiz Pereira Rezende, pelos valiosos esclarecimentos referentes à análise econômica.

Ao Professor Sebastião do Amaral Machado, pelo exemplo e por todos os ensinamentos.

Ao Dr. Raul Speltz, pelas oportunidades de aprendizado na Klabin do Paraná.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, Julio E. Arce, Walquiria Pizzato e Jéferson Wendling, que de uma forma ou de outra contribuíram para que eu concluísse o Curso.

Aos colegas Gilberto Tiepolo, Ingrid R. Nielsen e Randy Speltz, pela amizade e pelo auxílio prestado nas outras áreas de concentração do Curso.

Aos amigos Fausto W. Acerbi Jr. e Tarsis Hermeto, pelo irrestrito apoio em todas as fases deste trabalho e, principalmente, durante o tempo de permanência na Universidade Federal de Lavras.

À Champion Papel e Celulose, nas pessoas do Dr. Manoel de Freitas e do Engenheiro Maurício Penteado, pela valiosa oportunidade de trabalho e pela possibilidade de concluir esta Dissertação.

BIOGRAFIA

Fernando dos Santos Gomes, filho de Cornélio de Souza Gomes e Eliane dos Santos Gomes, nasceu em Curitiba - PR, em 20 de setembro de 1973.

Realizou os estudos de primeiro e segundo graus no Colégio Sagrada Família, em Ponta Grossa - PR.

Em 1991, iniciou o Curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná.

Em 1996, iniciou o Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, na área de concentração Manejo Florestal, o qual é concluído com a defesa desta Dissertação.

Atualmente, trabalha no Departamento de Biometria e Planejamento Florestal da Champion Papel e Celulose, em Mogi-Guaçu - SP.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	4
2.1 OBJETIVO GERAL.....	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	5
3.1 PLANEJAMENTO FLORESTAL.....	5
3.1.1 <u>Considerações gerais</u>	5
3.1.2 <u>Níveis de planejamento</u>	6
3.1.2.1 Planejamento a nível de povoamento florestal.....	7
3.1.2.1.1 Modelos de produção no planejamento florestal.....	7
3.1.2.1.2 Análise de sensibilidade no planejamento florestal.....	8
3.1.2.2 Planejamento a nível da plantação florestal como um todo.....	8
3.1.2.2.1 Programação matemática no planejamento florestal.....	9
3.2 REGIMES DE MANEJO.....	10
3.2.1 <u>Densidade inicial</u>	10
3.2.2 <u>Desbastes</u>	11
3.2.3 <u>Rotação</u>	12
3.3 REGIMES DE MANEJO EM FUNÇÃO DO OBJETIVO DA PRODUÇÃO.....	14
3.3.1 <u>Produção de madeira com grandes dimensões e livre de nós</u>	15
3.3.2 <u>Produção de madeira para usos diversos</u>	15
3.3.3 <u>Produção de madeira para processamento de fibras</u>	16
3.4 FATORES QUE INFLUEM NA DEFINIÇÃO DE REGIMES DE MANEJO.....	19
3.4.1 <u>Sítio</u>	19
3.4.2 <u>Custo de transporte</u>	21
3.4.3 <u>Preço da madeira</u>	22
3.4.4 <u>Taxa de desconto</u>	23

3.4.5	<u>Custo da terra</u>	24
3.4.6	<u>Custo de colheita</u>	25
3.5	CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DO MELHOR REGIME DE MANEJO.....	26
3.5.1	<u>Modelos com taxa de juro zero</u>	26
3.5.2	<u>Modelos de Valor Presente Líquido</u>	27
3.5.3	<u>Modelos de Taxa Interna de Retorno</u>	29
4	MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1	ÁREA DE ESTUDO.....	31
4.2	SISTEMA PARA PROGNOSE DO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO.....	31
4.3	DESTINO DA PRODUÇÃO DE MADEIRA.....	33
4.4	CENÁRIOS DE PRODUÇÃO.....	36
4.4.1	<u>Densidade de plantio</u>	37
4.4.2	<u>Desbaste</u>	37
4.4.3	<u>Idade de rotação</u>	38
4.4.4	<u>Sítio</u>	38
4.5	CENÁRIOS DE CUSTOS E PREÇOS.....	39
4.5.1	<u>Custo da terra</u>	40
4.5.2	<u>Custos de implantação e manutenção</u>	41
4.5.3	<u>Taxa de desconto</u>	41
4.5.4	<u>Custo de colheita</u>	41
4.5.5	<u>Distância de transporte</u>	42
4.5.6	<u>Preço da madeira</u>	43
4.6	CRITÉRIOS DE ANÁLISE ECONÔMICA DOS REGIMES DE MANEJO.....	43
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1	EFEITOS DO REGIME DE MANEJO SOBRE A PRODUÇÃO.....	45
5.1.1	<u>Regimes sem desbaste</u>	45
5.1.2	<u>Regimes com um desbaste</u>	47
5.2	ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO EXCLUSIVA DE MADEIRA PARA CELULOSE EM REGIME SEM DESBASTE.....	51
5.2.1	<u>Efeitos de alterações nos custos sobre a rentabilidade</u>	51
5.2.2	<u>Fatores determinantes na escolha do melhor regime</u>	54
5.2.2.1	Sítio.....	56
5.2.2.2	Taxa de desconto.....	57
5.2.2.3	Custo de colheita.....	57

5.2.2.4	Distância de transporte da madeira para celulose.....	58
5.3	ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE E LAMINAÇÃO EM REGIME SEM DESBASTE.....	58
5.3.1	<u>Efeitos de alterações nos custos e preços sobre a rentabilidade.....</u>	59
5.3.2	<u>Efeito simultâneo das distâncias de transporte até a fábrica (celulose) e até o entreposto (laminação) sobre a rentabilidade.....</u>	62
5.3.3	<u>Fatores determinantes na escolha do melhor regime.....</u>	63
5.3.3.1	Sítio.....	67
5.3.3.2	Taxa de desconto.....	67
5.3.3.3	Custo de colheita.....	68
5.3.3.4	Distância de transporte da madeira para celulose.....	68
5.3.3.5	Distância de transporte da madeira para laminação.....	68
5.3.3.6	Preço da madeira para laminação.....	69
5.4	COMPARAÇÃO DA “ALTERNATIVA A” (CELULOSE) COM A “ALTERNATIVA B” (CELULOSE E LAMINAÇÃO), EM REGIME SEM DESBASTE.....	70
5.5	ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO EXCLUSIVA DE MADEIRA PARA CELULOSE EM REGIME COM UM DESBASTE.....	73
5.5.1	<u>Efeitos de alterações nos custos sobre a rentabilidade.....</u>	73
5.5.2	<u>Fatores determinantes na escolha do melhor regime.....</u>	75
5.5.2.1	Sítio.....	77
5.5.2.2	Taxa de desconto.....	78
5.5.2.3	Custo de colheita.....	79
5.5.2.4	Distância de transporte da madeira para celulose.....	79
5.6	ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE E LAMINAÇÃO EM REGIME COM UM DESBASTE.....	80
5.6.1	<u>Efeitos de alterações nos custos e preços sobre a rentabilidade.....</u>	80
5.6.2	<u>Efeito simultâneo das distâncias de transporte até a fábrica (celulose) e até o entreposto (laminação) sobre a rentabilidade.....</u>	83
5.6.3	<u>Fatores determinantes na escolha do melhor regime.....</u>	84
5.6.3.1	Sítio.....	88
5.6.3.2	Taxa de desconto.....	90
5.6.3.3	Custo de colheita.....	91
5.6.3.4	Distância de transporte da madeira para celulose.....	91
5.6.3.5	Distância de transporte da madeira para laminação	93

5.6.3.6 Preço da madeira para laminação.....	94
5.7 COMPARAÇÃO DA “ALTERNATIVA A” (CELULOSE) COM A “ALTERNATIVA B” (CELULOSE E LAMINAÇÃO), EM REGIME COM UM DESBASTE.....	95
5.8 A INCLUSÃO DO CUSTO DA TERRA NA ANÁLISE ECONÔMICA DOS REGIMES DE MANEJO.....	97
5.9 COMPARAÇÃO DE REGIMES SEM DESBASTE E REGIMES COM UM DESBASTE.....	98
5.10 EFEITOS DA TAXA DE DESCONTO SOBRE A RENTABILIDADE.....	100
5.11 EFEITOS DA DENSIDADE DE PLANTIO EM REGIME SEM DESBASTE....	102
5.11.1 <u>Produção exclusiva de madeira para celulose</u>	103
5.11.2 <u>Produção de madeira para celulose e laminação</u>	104
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	106
6.1 CONCLUSÕES.....	106
6.2 RECOMENDAÇÕES.....	108
ANEXOS	110
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Representação dos regimes de manejo em função da distância do povoamento até a indústria de papel e celulose.....	35
FIGURA 2 - Cenários de produção simulados em regime sem desbaste.....	36
FIGURA 3 - Cenários de produção simulados em regime com um desbaste.....	36
FIGURA 4 - Cenários de custos simulados na produção exclusiva de madeira para celulose (Alternativa A).....	39
FIGURA 5 - Cenários de custos e preços simulados na produção de madeira para celulose e laminação (Alternativa B).....	39
FIGURA 6 - Efeitos dos custos sobre o máximo Valor Esperado da Terra (VET) de regimes sem desbaste, na produção exclusiva de madeira para celulose.....	52
FIGURA 7 - Efeitos dos custos e preços sobre o máximo Valor Esperado da Terra (VET) de regimes sem desbaste, na produção de madeira para celulose e laminação.....	59
FIGURA 8 - Efeito simultâneo das distâncias de transporte até a fábrica (celulose) e até o entreposto (laminação), sobre o máximo “VET” de regimes sem desbaste.....	62
FIGURA 9 - O máximo “VET” na “Alternativa A” (celulose) e na “Alternativa B” (celulose e laminação), em regime sem desbaste.....	71
FIGURA 10 - Efeitos dos custos sobre o máximo Valor Esperado da Terra (VET) de regimes com um desbaste, na produção exclusiva de madeira para celulose.....	74
FIGURA 11 - Efeitos dos custos e preços sobre o máximo Valor Esperado da Terra (VET) de regimes com um desbaste, na produção de madeira para celulose e laminação.....	81
FIGURA 12 - Efeito simultâneo das distâncias de transporte até a fábrica (celulose) e até o entreposto (laminação), sobre o máximo “VET” de regimes com um desbaste.....	84
FIGURA 13 - O máximo “VET” na “Alternativa A” (celulose) e na “Alternativa B” (celulose e laminação), em regime com um desbaste.....	96
FIGURA 14 - O máximo “VET” em regime sem desbaste e em regime com um desbaste.....	99
FIGURA 15 - O máximo “VET” na produção exclusiva de madeira para celulose, nas densidades de plantio extremas, em regime sem desbaste.....	103
FIGURA 16 - O máximo “VET” na produção de madeira para celulose e laminação, nas densidades de plantio extremas, em regime sem desbaste.....	105

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Sortimentos gerados nos regimes “ <i>utility</i> ” e “ <i>pulpwood</i> ”.....	34
TABELA 2 - Densidades de plantio incluídas nos regimes simulados.....	37
TABELA 3 - Classes de sítio utilizadas nas simulações.....	38
TABELA 4 - Custo da terra em função da classe de sítio.....	40
TABELA 5 - Custos de implantação e manutenção.....	41
TABELA 6 - Custos de colheita (corte + arraste + carregamento)	42
TABELA 7 - Custos de colheita (corte + arraste) da madeira para laminação, quando o respectivo volume é inferior a 10% do volume total por hectare.....	42
TABELA 8 - Distâncias de transporte e respectivos custos.....	42
TABELA 9 - Preços da madeira colocada na indústria.....	43
TABELA 10A - O máximo “IMA” em volume total, em função do sítio e da densidade inicial, em regime sem desbaste.....	45
TABELA 10B - A rotação (anos) que propicia o máximo “IMA” em volume total, em função do sítio e da densidade inicial, em regime sem desbaste.....	45
TABELA 11A - O máximo “IMA” em volume de madeira grossa ($d \geq 25$ cm), em função do sítio e da densidade inicial, em regime sem desbaste.....	46
TABELA 11B - A rotação (anos) que propicia o máximo “IMA” em volume de madeira grossa ($d \geq 25$ cm), em função do sítio e da densidade inicial, em regime sem desbaste.....	46
TABELA 12A - O máximo “IMA” em volume total, em função do sítio e da densidade inicial, em regime com um desbaste.....	47
TABELA 12B - O regime com um desbaste que propicia o máximo “IMA” em volume total, em função do sítio e da densidade inicial.....	48
TABELA 13A - O máximo “IMA” em volume de madeira grossa ($d \geq 25$ cm), em função do sítio e da densidade inicial, em regime com um desbaste.....	49
TABELA 13B - O regime com um desbaste que propicia o máximo “IMA” em volume de madeira grossa ($d \geq 25$ cm), em função do sítio e da densidade inicial.....	50
TABELA 14 - Distância máxima de transporte (km) que produz “VET” positivo na “Alternativa A” (celulose), em regime sem desbaste.....	53
TABELA 15 - O melhor regime sem desbaste em cada cenário, na produção exclusiva de madeira para celulose.....	55
TABELA 16 - Comportamento do melhor regime sem desbaste em função do sítio e dos custos, na produção exclusiva de madeira para celulose.....	56

TABELA 17 - Distância máxima de transporte da madeira para celulose (km) que produz “VET” positivo na “Alternativa B” (celulose e laminação), em regime sem desbaste.....	61
TABELA 18 - A melhor rotação (anos) em regime sem desbaste em cada cenário, na produção de madeira para celulose (vendida na fábrica) e laminação (vendida a 15 km)...	64
TABELA 19 - A melhor rotação (anos) em regime sem desbaste em cada cenário, na produção de madeira para celulose (vendida na fábrica) e laminação (vendida a 50 km)...	65
TABELA 20 - A melhor rotação (anos) em regime sem desbaste em cada cenário, na produção de madeira para celulose (vendida na fábrica) e laminação (vendida a 85 km)...	66
TABELA 21 - Comportamento do melhor regime sem desbaste em função do sítio e dos custos e preços, na produção de madeira para celulose e laminação.....	67
TABELA 22 - O melhor regime sem desbaste na “Alternativa A” (celulose) e na “Alternativa B” (celulose e laminação).....	72
TABELA 23 - Distância máxima de transporte (km) que produz “VET” positivo na “Alternativa A” (celulose), em regime com um desbaste.....	75
TABELA 24 - A melhor rotação (anos) e o melhor regime com um desbaste em cada cenário, na produção exclusiva de madeira para celulose.....	76
TABELA 25 - Comportamento do melhor regime com um desbaste em função do sítio e dos custos, na produção exclusiva de madeira para celulose.....	77
TABELA 26 - Distância máxima de transporte da madeira para celulose (km) que produz “VET” positivo na “Alternativa B” (celulose e laminação), em regime com um desbaste.....	83
TABELA 27 - O melhor regime com um desbaste em cada cenário, na produção de madeira para celulose (vendida na fábrica) e laminação (vendida a 15 km).....	85
TABELA 28 - O melhor regime com um desbaste em cada cenário, na produção de madeira para celulose (vendida na fábrica) e laminação (vendida a 50 km).....	86
TABELA 29 - O melhor regime com um desbaste em cada cenário, na produção de madeira para celulose (vendida na fábrica) e laminação (vendida a 85 km).....	87
TABELA 30 - Comportamento do melhor regime com um desbaste em função do sítio e dos custos e preços, na produção de madeira para celulose e laminação.....	88
TABELA 31 - O melhor regime com um desbaste na “Alternativa A” (celulose) e na “Alternativa B” (celulose e laminação).....	97
TABELA 32 - O melhor regime sem desbaste e o melhor regime com um desbaste.....	99
TABELA 33 - Fluxo de caixa representando efeitos distintos da taxa de desconto sobre o Valor Esperado da Terra.....	102
TABELA 34 - Rotações (anos) selecionadas em regime sem desbaste, em função de densidades iniciais extremas, na produção exclusiva de madeira para celulose.....	104
TABELA 35 - Rotações (anos) selecionadas em regime sem desbaste, em função de densidades iniciais extremas, na produção de madeira para celulose e laminação.....	105

RESUMO

Foram simulados regimes de manejo sem desbaste e regimes com um desbaste, com o principal objetivo de produzir madeira para a indústria de papel e celulose. Duas situações foram avaliadas com relação ao aproveitamento da madeira: (a) produção exclusiva de madeira para celulose; e, (b) produção de madeira para celulose e laminação. Para tanto, foi utilizado um simulador de crescimento e produção denominado PISAPRO, implementado a partir de dados de parcelas permanentes de toda a área da Empresa PISA Florestal S.A.. Os cenários de produção simulados em regimes sem desbaste foram: (a) densidades de plantio: 3333, 2500, 2000, 1667, 1333 e 1111 plantas por hectare; e, (b) idades de rotação: 9 a 20 anos. Em regimes com um desbaste, foram simulados os seguintes cenários: (a) densidades de plantio: 3333, 2500, 2000, 1667, 1333 e 1111 plantas por hectare; (b) idades do desbaste: 6, 9 e 12 anos; (c) densidades após o desbaste: 400, 700 e 1000 árvores por hectare; e, (d) idades de rotação: 15, 18 e 21 anos. Cada regime foi simulado em cinco classes de sítio. Os cenários de análise econômica, simulados com o uso do *Software* INVEST, foram: (a) custo da terra: incluído e excluído; (b) taxas de desconto: 6%, 8% e 10%; (c) custos de colheita: em terreno normal e em terreno acidentado; (d) distâncias de transporte da madeira para celulose: 15 km, 50 km e 85 km; (e) distâncias de transporte da madeira para laminação: 15 km, 50 km e 85 km; e, (f) preços da madeira para laminação: decréscimo de 20%, preços sem alteração e acréscimo de 20%. O melhor regime de manejo foi selecionado por classe de sítio e para cada cenário de análise econômica. Em regimes sem desbaste, na produção exclusiva de madeira para celulose, a densidade de plantio que maximizou o Valor Esperado da Terra foi de 1111 plantas por hectare (maior espaçamento) nos sítios menos produtivos. Na produção de madeira para celulose e laminação, também foi selecionada a menor densidade. A idade de

rotação aumentou em relação à verificada na produção exclusiva de madeira para celulose. Em regimes com desbaste, na produção exclusiva de madeira para celulose, foi selecionada a densidade de plantio de 3333 plantas por hectare (menor espaçamento). Na produção de madeira para celulose e laminação, a densidade inicial diminuiu, o desbaste foi antecipado, a densidade após o desbaste foi reduzida e a rotação foi prolongada. A classe de produtividade e os parâmetros de custos e preços adotados provocaram influência significativa sobre o regime de manejo que produz o máximo Valor Esperado da Terra (VET). O uso do critério Valor Presente Geral (VPG), pela inclusão do custo da terra na análise econômica, não alterou o melhor regime. O aumento da taxa de desconto gerou maior VET quando provocou maior redução no Valor Presente dos Custos do que no Valor Presente das Receitas. Nos cenários com rentabilidade relativamente baixa, os efeitos de alterações em outros parâmetros de custos e preços foram mais significativos sobre o VET em relação ao efeito da mudança na taxa de desconto. A distância de transporte da madeira para celulose exerceu efeito maior sobre a rentabilidade, em relação à distância de transporte da madeira para laminação. A utilização de um custo da terra diferenciado em função do sítio permitiu identificar que é preferível a aquisição de terras mais produtivas a um preço maior, do que a aquisição de terras com qualidade de sítio inferior a um preço reduzido. Em várias situações, a compra de terras mais produtivas localizadas a uma maior distância da fábrica mostrou-se preferível em relação à aquisição de terras com qualidade de sítio inferior localizadas nas proximidades. Em regimes sem desbaste, na produção exclusiva de madeira para celulose, alterações no espaçamento geraram efeito pouco acentuado sobre a rentabilidade. Este efeito se acentuou na produção de madeira para celulose e laminação. O aumento da densidade de plantio, em regimes sem desbaste, provocou a antecipação da rotação de máximo Incremento Médio Anual (IMA) em volume total e, por outro lado, o prolongamento da rotação econômica.

ABSTRACT

This study presented an economic analysis of management systems in unthinned and onecethinned *Pinus taeda* L. stands, where the main objective was pulpwood yield. Management regimes were simulated in two conditions of wood yield: (a) pulpwood; and, (b) pulpwood and veneer. Simulation results were obtained by a growth and yield simulator called "PISAPRO", developed from data collected from continuous inventories at the PISA Florestal company. Simulations in unthinned stands considered: (a) initial densities: 3333, 2500, 2000, 1667, 1333 e 1111 stems per hectare; and, (b) rotation ages: from 9 until 20 years. The regimes simulated with one thinning considered: (a) initial densities: 3333, 2500, 2000, 1667, 1333 e 1111 stems per hectare; (b) thinning ages: 6, 9 and 12 years; (c) densities after thinning: 400, 700 and 1000 stems per hectare; and, (d) rotation ages: 15, 18 and 21 years. The management systems were simulated for five conditions of site. The sensitivity analysis of profitability, carried out with a program called "INVEST", considered: (a) land cost: included and not included; (b) discount rates: 6%, 8% and 10%; (c) harvesting costs: in stands with good harvest conditions (flat) and stands with steep terrain; (d) pulpwood transportation distances: 15 km, 50 km and 85 km; (e) veneer transportation distances: 15 km, 50 km and 85 km; and, (f) veneer log prices: decrease of 20%, medium prices and increase of 20%. The regimes with best profitability were obtained for each site index and each situation of economic analysis. In pulpwood unthinned regime, the best initial density, obtained by the Land Expectation Value, was 1111 stems per hectare (lowest density) in the lowest quality sites. In pulpwood and veneer production, this density was the best in all site conditions. In this case, the rotation age increased. In pulpwood regimes with one thinning, the best profitability was attained under initial density of 3333 stems per hectare. In pulpwood and

veneer production, the initial density decreased, the thinning was anticipated, the density after thinning was reduced and the rotation was postponed. Site index and prices and costs parameters produced remarkable effect on the best management system. This system, however, did not change when the land cost was included in the analysis. The increase of the discount rate produced higher land expectation value when the cost present value was reduced markedly than the revenue present value. When the rentability was lower, the effect of changing other costs and prices parameters in the Land Expectation Value was more conspicuous than the effect of changing the discount rate. Pulpwood transportation cost had highly expressive effect on the profitability than Veneer transportation cost. A different land cost for each site index allowed identifying that the best management option is to buy more productive lands at a higher price than to buy less productive lands at a lower price. Stands in better sites, located far from industry produce more profitability than stands with lower quality site located near from industry. In unthinned pulpwood systems, the use of different initial densities did not produce significative effect on the Land Expectation Value. However, in the pulpwood and veneer production, this effect was remarkable in terms of profitability, and higher spacings were better. The increase of the initial density, in unthinned regime, determined that the best profitability was attained under postponed rotations.

1 INTRODUÇÃO

A adoção de práticas de manejo adequadas ao objetivo da produção de madeira, em florestas de *Pinus* spp. no Brasil, assume importância cada vez maior em empresas de médio e grande porte. Os vários aspectos inerentes ao desenvolvimento do setor florestal brasileiro nas últimas décadas contribuíram para a implementação e aperfeiçoamento de critérios técnicos na definição de regimes de manejo.

A existência de extensas áreas de florestas de *Pinus* spp. no Brasil deve-se principalmente à política de incentivos fiscais em vigência no período entre 1966 e 1987. O fornecimento de madeira para o setor de papel e celulose era o objetivo inicial da produção, alterado posteriormente em virtude do gradativo aumento na demanda de madeira de espécies de *Pinus* spp. para finalidades mais nobres como serraria e laminação (OLIVEIRA, 1995). Em consequência, a preocupação pela implementação de técnicas de manejo adequadas aos variados objetivos dessas florestas é bastante recente.

BALLONI, citado por ARCE (1997), destaca que a trajetória do setor florestal brasileiro nos últimos trinta anos pode ser resumida nas seguintes fases:

- Fase 1: Geração de lucros com o ato de reflorestar, correspondente à época de incentivos fiscais para reflorestamentos a partir de meados da década de '60;
- Fase 2: Incremento da produtividade florestal a qualquer custo, sem levar em consideração a sustentabilidade do negócio, na década de '80; e,
- Fase 3: Gestão de negócio auto-sustentável, em plena vigência atualmente. Nesta fase, verifica-se a necessidade de incrementar a eficiência de todo o processo produtivo florestal, desde o plantio até o transporte florestal principal.

Este contexto atual assume significativa importância em empresas florestais de grande porte, como por exemplo, indústrias de papel e celulose, indústrias de chapas de partículas de madeira aglomerada, serrarias e laminadoras.

Nos grandes empreendimentos florestais existentes no país, onde a produção é destinada aos mais variados mercados, inúmeros são os fatores que evidenciam a necessidade de estudos detalhados de alternativas de manejo, dentre os quais se destacam: (a) a crescente demanda de matéria prima para os mais variados fins industriais; (b) a possibilidade de se agregar valor à madeira proveniente de povoamentos manejados; e, (c) a necessidade de suprimento de madeira para a indústria de papel e celulose. Quando os objetivos da produção são diferenciados, a delimitação dos povoamentos a serem manejados para cada finalidade industrial torna-se fundamental no planejamento.

O retorno econômico de um regime de manejo, para determinado objetivo da produção de madeira, é influenciado por uma série de fatores, tais como condição de produtividade do local, distância do povoamento florestal em relação ao mercado consumidor, preço da madeira, custo da terra, taxa de juros desejada para remunerar o capital investido na floresta, custos de implantação e manutenção do povoamento e custos de colheita, além de outros aspectos de ordem operacional ou econômica. Um planejamento adequado das técnicas de manejo florestal, visando maximizar a eficiência de todo o processo produtivo, deve considerar todos esses aspectos de forma integrada.

A produção exclusiva de madeira para processamento de fibras é prática comum em empreendimentos florestais no Brasil. Dependendo dos objetivos da empresa, este procedimento pode ser adotado em todos os talhões da floresta ou em determinados talhões, selecionados em função da distância dos mesmos em relação à indústria. O regime de manejo mais adequado para esta finalidade considera, basicamente, a utilização de densidades de

plantio mais elevadas em relação às utilizadas na produção de madeira de maior valor agregado, e idades de corte raso variando em torno de 15 anos, sem desbaste (AHRENS, 1985; SCOLFORO, 1997a; GOMES *et alii*, 1997; GOMES *et alii*, 1998).

Verifica-se, no entanto, a necessidade de estudos mais detalhados com respeito a essa questão, considerando a relação do sítio com o manejo e os efeitos de parâmetros de análise econômica sobre a definição da densidade de plantio e idade de rotação. A possibilidade de comercialização de toras de maiores dimensões não tem sido considerada em análises referentes a esse tipo de manejo. O efeito da realização de um desbaste sobre a rentabilidade desses regimes, bem como a influência da condição de localização do povoamento florestal em relação aos centros de consumo, são outros aspectos ainda desconhecidos.

Na análise de regimes de manejo em povoamentos de *Pinus* spp. no Brasil, com o uso de técnicas de simulação para um grande número de cenários, o único trabalho existente é o de ACERBI JR. (1998). O autor selecionou regimes de maior rentabilidade na produção de madeira para usos múltiplos e na produção de toras livres de nós, considerando a venda da madeira sobre caminhão.

A obtenção de resultados econômicos, através de um processo de simulação, torna-se importante no sentido de se verificar todas as opções de manejo possíveis em um povoamento florestal, permitindo quantificar flutuações na rentabilidade decorrentes de alterações no regime de manejo, no sítio e nos parâmetros do fluxo de caixa.

Desta forma, é imprescindível a utilização de um sistema de prognose do crescimento e da produção, agregado a critérios de análise de investimento, com o objetivo de configurar cenários para a tomada de decisão com respeito ao melhor sistema de manejo a ser adotado em cada caso, em função do sítio e das diversas alternativas de preços e de custos envolvidos na implantação, condução e colheita da floresta.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi determinar, através de um processo de simulação, os regimes de manejo mais rentáveis em povoamentos de *Pinus taeda*, com a finalidade principal de fornecer madeira para a indústria de papel e celulose.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos podem ser enumerados como segue:

- a) identificar a viabilidade da implementação de regimes de manejo sem desbaste, na produção exclusiva de madeira para a indústria de papel e celulose;
- b) determinar a rentabilidade de regimes sem desbaste, visando o suprimento de madeira para a indústria de papel e celulose e o aproveitamento de toras com maiores dimensões para outras finalidades industriais;
- c) avaliar o efeito da realização de um desbaste sobre o retorno econômico dos regimes de manejo para essas situações;
- d) analisar o efeito de alterações em variáveis tais como classe de sítio, custo da terra, condição de colheita, distância de transporte, preço da madeira e taxa de desconto sobre a rentabilidade e sobre a escolha do melhor regime de manejo; e,
- e) avaliar o efeito de alterações na densidade de plantio sobre a rentabilidade e sobre a melhor idade de rotação em regimes sem desbaste.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PLANEJAMENTO FLORESTAL

3.1.1 Considerações gerais

O planejamento do uso do recurso de uma empresa florestal, de modo a atender os objetivos do empresário, satisfazendo restrições biológicas, legais, sociais, éticas e de mercado, é um aspecto problemático a ser resolvido pelos administradores da produção (ARCE, 1997). O objetivo da empresa irá influenciar em todas as considerações econômicas e nas medidas técnicas, tais como a seleção das espécies florestais, a rotação e os métodos de desbaste. Este objetivo não é absoluto ou resultado de pura lógica. É uma decisão subordinada às tendências humanas, ao sentimento de obrigação ética e também às considerações políticas. Não existe um único objetivo; mas muitos objetivos combinando os vários elementos de decisão (SPEIDEL, 1966).

SANQUETTA (1996) define planejamento da produção florestal como 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 da coletividade.

De acordo com HOSOKAWA & MENDES (1984), o planejamento florestal pode ser realizado nos seguintes níveis: (1) Planejamento da Produção Florestal, (2) Planejamento da Empresa Florestal, (3) Planejamento Florestal Regional, (4) Planejamento Florestal Integrado e (5) Planejamento do Setor Florestal. Segundo OLIVEIRA (1995), os dois primeiros níveis pertencem estritamente ao âmbito florestal e neles são analisados, a nível de produção contínua de matéria-prima, os aspectos de classificação de produtividade, de previsão, controle e sustentabilidade da produção. A nível de empresa como um todo, realiza-

se a definição de critérios de investimentos, o planejamento do uso de fatores de produção e de finanças, o planejamento de informações e fluxo de dados, o prognóstico da potencialidade de crescimento econômico e a previsão do retorno de investimentos. Nos demais níveis, o planejamento florestal se aprofunda, envolvendo aspectos político-econômicos a nível regional, nacional e internacional.

A tomada de decisão em empresas florestais tem conseqüências mais relevantes que em outras formas de empreendimento, devido à característica de longo prazo inerente ao planejamento florestal (WILLIAMS, 1981). Este autor identifica diferentes situações na tomada de decisão em manejo florestal, tais como: (a) definição a respeito de compra e venda de terras; (b) escolha das espécies a plantar; (c) decisão acerca da viabilidade de gastos adicionais na manutenção dos povoamentos; (d) escolha entre implementação de regime de desbastes para produzir madeira de alto valor agregado ou uso de rotações curtas sem desbaste visando produzir madeira para processamento de fibras; (e) decisão a respeito da viabilidade de maiores custos para produção de madeira livre de nós; e, (f) escolha da melhor idade de rotação para determinada espécie em função do sítio e do objetivo da produção.

3.1.2 Níveis de planejamento

De acordo com CLUTTER *et alii* (1983) , todas as situações de planejamento florestal podem ser divididas em duas categorias distintas: (a) situações em que o planejamento é realizado de forma independente para cada povoamento; e, (b) situações nas quais o planejamento considera todos os talhões de forma integrada.

No planejamento da produção florestal em empresas de grande porte, esses dois níveis podem ser considerados como complementares. Alguns dos instrumentos fundamentais ao planejamento em cada nível são descritos na seqüência.

3.1.2.1 Planejamento a nível de povoamento florestal

Nesta situação, o planejamento é feito com o objetivo de otimizar individualmente cada povoamento. Segundo HILDEBRAND *et alii* (1991), o uso de critérios técnicos e econômicos, visando promover a maximização da rentabilidade dos projetos, pode vir a garantir a eficiência econômica da empresa. O uso de um processo de simulação é imprescindível na escolha do melhor regime de manejo a nível de povoamento florestal.

3.1.2.1.1 Modelos de produção no planejamento florestal

A avaliação econômica de alternativas de manejo, através de um processo de simulação, pode ser feita agregando-se critérios econômicos aos resultados volumétricos fornecidos por um modelo de crescimento e produção. Conforme CLUTTER *et alii* (1983), a existência de instrumentos para a predição presente e futura da produção por sítio, idade e densidade é componente principal para a escolha do melhor regime de manejo.

SCOLFORO (1990) argumenta que, em análises econômicas de alternativas de manejo, é imprescindível o uso de um sistema para análise presente e futura do crescimento e da produção que contemple o efeito dos desbastes e a compatibilidade entre o modelo a nível de povoamento e o modelo por classe diamétrica. O autor estabeleceu um sistema de predição do crescimento e produção em volume e área basal a nível de povoamento e derivou dos atributos do povoamento as distribuições diamétricas, possibilitando, desta forma, a compatibilidade com o modelo todo.

A partir de dados de povoamentos de *Pinus taeda* implantados na Região Sul do Brasil, OLIVEIRA (1995) desenvolveu um sistema computadorizado, integrando métodos de engenharia econômica (*Softwares* PLANIN e REPLAN) a um simulador de crescimento e produção, denominado SISPINUS.

SCOLFORO (1997b) desenvolveu um simulador de crescimento e produção, denominado PISAPRO, para povoamentos de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* de toda a área pertencente à Empresa PISA Florestal S.A.. A este simulador, foram associados critérios de análise de investimento de alternativas de manejo, através do *software* denominado INVEST.

3.1.2.1.2 Análise de sensibilidade no planejamento florestal

Conforme LAPPONI (1996), na medida em que o horizonte de planejamento aumenta, o risco das estimativas futuras também aumenta. Desta forma, torna-se interessante determinar de que maneira as variações dos valores das estimativas do projeto de investimento podem afetar a decisão, provocando até uma “reversão da decisão”.

Segundo OLIVEIRA (1995), a análise de sensibilidade tem por finalidade estudar os efeitos que as variações nos parâmetros que compõem um fluxo de caixa provocam nos valores representativos deste fluxo. Permite que o decisor tenha uma idéia clara dos riscos incorridos com alterações no regime de manejo, taxa de juros, custos e preços diversos.

A técnica conhecida como simulação sistemática permite uma visão comportamental do risco, através da análise de sensibilidade do projeto, que consiste em se considerar inúmeras situações possíveis da realidade (VOLPI, 1997). Para o mesmo autor, esta abordagem fornece aos gerentes uma ampla visão das piores e melhores possibilidades de retorno, permitindo a percepção da variabilidade dos resultados.

3.1.2.2 Planejamento a nível da plantação florestal como um todo

Este nível de planejamento é freqüentemente aplicado nos empreendimentos florestais onde a colheita de madeira deve ser relativamente estável a cada ano. Técnicas de programação matemática, bem como aqueles instrumentos utilizados a nível de povoamento

(modelos de produção, critérios de análise de investimento e procedimentos de simulação), são fundamentais para atender aos objetivos da empresa como um todo.

3.1.2.2.1 Programação matemática no planejamento florestal

Os elementos característicos de um problema para o qual se procura uma solução programada são um objetivo, como por exemplo a minimização de um custo ou a maximização de um lucro, sujeito a certas restrições que limitam o processo produtivo ou as atividades consideradas no trabalho (JOHNSTON *et alii*, 1977).

Esses mesmos autores comentam a respeito das técnicas de Programação Matemática comumente utilizadas no meio florestal: (a) Programação Linear: os problemas de transporte constituem-se em exemplos correntes a serem tratados por este método. (b) Programação Paramétrica: considerando o exemplo de transporte e utilizando-se esta técnica descobrir-se-á uma família completa de soluções quando se fizer variar um dos parâmetros, por exemplo, as solicitações da fábrica. (c) Programação Dinâmica: diz respeito aos processos que implicam numa seqüência de decisões ao longo de um período de duração definida ou indefinida.

Segundo RITTERS & BRODIE (1981), técnicas de programação matemática são constantemente aplicadas a resultados de simuladores de crescimento e produção, para obtenção do regime de manejo ótimo para determinados objetivos específicos da produção de madeira. Alguns exemplos de desenvolvimento e aplicação desses sistemas em florestas de *Pinus* spp. no Brasil, podem ser encontrados em SCOLFORO (1990), AHRENS (1992), BRANCO (1997) e VOLPI (1997).

3.2 REGIMES DE MANEJO

Um dos problemas de maior importância no planejamento da produção em empresas florestais de médio e grande porte é a elaboração de práticas de manejo adequadas ao objetivo da produção.

As seguintes características envolvem a implementação de um regime de manejo em um povoamento de *Pinus* spp.: (a) densidade inicial; (b) regime de desbastes; (c) regime de podas; e (d) idade de rotação. O objetivo da produção de madeira é fator determinante na definição dessas alternativas. Se houver interesse na produção exclusiva de madeira para processamento de fibras, a prescrição de um regime poderá considerar apenas as combinações possíveis de densidade inicial e idade de corte raso. Se o objetivo do manejo for a produção de madeira de maior valor agregado, um regime de desbastes deverá ser concebido. Um regime de podas será necessário se houver interesse na produção de madeira livre de nós.

3.2.1 Densidade inicial

O uso de um espaçamento pequeno (densidade de plantio elevada) implicará numa menor superfície fotossintética por hectare para interceptar a luz nos primeiros anos (EVANS, 1992). Neste caso, a intensa competição por água, luz e nutrientes, devido à falta de desenvolvimento do sistema radicular e à baixa produção fotossintética, faz com que práticas de desbaste sejam necessárias para evitar a estagnação prematura do crescimento (SOUZA, 1995).

Espaçamentos maiores, por outro lado, favorecem a produção individual, fazendo com que as árvores desenvolvam e mantenham copas grandes e que seus sistemas radiciais ocupem um volume maior de solo antes de começar a competição, o que contribui para um crescimento mais acentuado. A excessiva ramificação e a presença de muitos nós decorrentes

do uso de espaçamentos muito amplos, no entanto, são fatores limitantes à produção de madeira de maior valor agregado (SOUZA, 1995).

MUSALEM (1989) comenta sobre alguns espaçamentos utilizados em plantações florestais na Costa Rica, em função do objetivo da produção. O autor sugere que, dependendo da espécie utilizada, espaçamentos de 1 x 1 m; 2 x 2 m e 2 x 1 m são mais adequados para a produção de grandes volumes de biomassa, em curto espaço de tempo (menores rotações), onde não existe um diâmetro limite mínimo para o produto, como no caso de lenha. Espaçamentos variando de 2 x 2 m a 3 x 3 m são recomendados pelo autor na produção de madeira para polpa em rotações de 5 a 15 anos. Espaçamentos de 2,5 x 2,5 m a 4,5 x 4,5 m são sugeridos na produção de madeira para serraria, com espécies de alto valor comercial.

SMITH & STRUB (1991) discorrem sobre o objetivo da produção de madeira na definição da densidade de plantio em povoamentos de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* no Sul dos Estados Unidos. Se o objetivo é produzir madeira para processamento de fibras (*pulpwood*) em rotações curtas, espaçamentos menores são preferíveis por produzirem maior volume por hectare. Esta prática resulta em árvores de menores dimensões e maior custo de colheita. Se o objetivo é produzir madeira para serraria em rotações relativamente curtas, sem a realização de desbaste, espaçamentos mais amplos devem ser utilizados, resultando em árvores com maiores dimensões e reduzindo os custos de colheita. Para o caso da produção conjunta de madeira para processamento de fibras (proveniente de desbastes) e madeira para serraria, espaçamentos menores podem ser vantajosos, com a ressalva de que a viabilidade deste regime depende da existência de mercado para a madeira retirada nos desbastes.

3.2.2 Desbastes

A realização de desbastes tem o propósito de concentrar o potencial de produção de madeira do povoamento em um número limitado de árvores selecionadas (SMITH, 1962).

Conforme o mesmo autor, um regime de desbastes consiste essencialmente em reduções na densidade do povoamento ao longo do tempo, visando maximizar o valor presente de produções obtidas durante a rotação. Desta forma, os desbastes podem possibilitar: (a) aproveitamento de volume comercial de madeira obtido antecipadamente; e, (b) aumento em valor das árvores remanescentes pelo favorecimento do crescimento em diâmetro.

Segundo CLUTTER *et alii* (1983), em um povoamento florestal não desbastado, a produção bruta por unidade de área, a longo prazo, é similar à produção total que seria obtida pelo valor acumulado das produções provenientes dos desbastes e do corte final, se um regime de desbastes fosse adotado.

MENDES, citado por NICOLIELO (1991), efetuou medições em plantações de *Pinus* spp. com diferentes idades, em áreas com e sem desbastes, em diferentes espaçamentos e procedências de sementes diversas. Os resultados demonstraram que a produção volumétrica em áreas não desbastadas é, no mínimo, igual à produção acumulada das áreas desbastadas. O maior valor do ICA foi observado na faixa de 13 a 15 anos de idade. O maior IMA ocorreu entre 16 e 19 anos. Verificou-se ainda que os desbastes não alteram a altura das árvores, mas afetam positivamente o diâmetro e, conseqüentemente, o volume individual.

3.2.3 Rotação

HILEY (1967) e EVANS (1992) conceituam rotação como o número de anos decorridos entre a formação de uma floresta e seu corte final.

CHAPMANN & MEYER (1947) identificam dois objetivos conflitantes na decisão do comprimento da rotação: o de máxima produção de madeira em suas formas mais valorizadas e o de assegurar o mais eficiente e lucrativo emprego do capital em se obter tal resultado.

EVANS (1992) caracterizou os seguintes tipos de rotação:

a) Rotação Física: é determinada pelas condições de sítio ou por outros fatores ambientais que podem impedir que um talhão atinja a sua maturidade. A ocorrência de incêndios ou o ataque de pragas são exemplos de situações que podem limitar a rotação de um povoamento florestal.

b) Rotação Técnica: é o tempo necessário para que as árvores atinjam as dimensões requeridas de acordo com o objetivo da produção (madeira para processo na produção de papel e celulose, madeira para serraria e/ou laminação, etc.).

c) Rotação da Máxima Produção Física Anual: é a rotação que propicia o máximo Incremento Médio Anual (IMA) em volume de madeira por unidade de área. De acordo com FENTON (1967), esta rotação é atrativa porque permite o aproveitamento do potencial máximo do sítio, porém raramente coincide com a rotação econômica, o que ocorreria somente no caso de uma improvável combinação de alto preço da madeira, baixos custos de produção e baixa taxa de juros.

d) Rotação Econômica: é a rotação que fornece o maior retorno econômico, para um conjunto específico de circunstâncias. A análise econômica pode ser realizada através de diferentes métodos, tais como Valor Presente Líquido (VPL), Valor Esperado da Terra (VET) e Taxa Interna de Retorno (TIR).

Segundo RODRIGUEZ *et alii* (1997), é incorreto generalizar a idéia de que rotações economicamente ótimas são sempre mais curtas que rotações volumetricamente ótimas. Os autores demonstram que a rotação econômica, em povoamentos de *Eucalyptus* spp., pode ser superior sempre que forem utilizadas taxas de juros inferiores ao inverso da idade de máximo IMA em volume total.

HILEY (1967) indica que, para uma única espécie, a rotação pode variar dentro de limites muito amplos e é afetada por um grande número de fatores, destacando-se os seguintes:

- Qualidade do sítio: em sítios onde condições de solo e clima são propícios a um rápido crescimento, as árvores alcançarão um tamanho comercial mais rapidamente que em sítios menos favorecidos.
- Sistema de desbaste: as árvores remanescentes de desbastes pesados crescem em diâmetro mais rapidamente que em desbastes leves, alcançando um tamanho comercial em idade menor. No entanto, dependendo da situação e do regime de desbastes implementado, a execução de desbastes pesados pode ter efeito contrário, aumentando a idade de rotação.
- Dimensões da madeira a ser produzida: se o objetivo do manejo é a produção de madeira com maiores dimensões, a rotação deve ser prolongada.

3.3 REGIMES DE MANEJO EM FUNÇÃO DO OBJETIVO DA PRODUÇÃO

Regimes de manejo podem ser concebidos de forma diferenciada para uma série de situações. O objetivo da produção de madeira é o fator principal a ser considerado na definição de técnicas apropriadas. Neste sentido, o planejamento deve levar em conta as condições de mercado existentes para os diversos produtos que podem ser obtidos em função do regime adotado.

Três situações gerais podem ser implementadas em povoamentos de *Pinus* spp. de acordo com os objetivos da empresa: (a) produção de madeira com grandes dimensões e livre de nós; (b) produção de madeira para usos diversos; e, (c) produção de madeira para processamento de fibras. Em grandes empreendimentos florestais que visam o uso múltiplo da floresta, essas situações podem ocorrer ao mesmo tempo, por inúmeras razões de ordem operacional e econômica.

3.3.1 Produção de madeira com grandes dimensões e livre de nós

Segundo MAESTRI (1994), no regime de manejo cujo objetivo é a produção de madeira de maiores dimensões e livres de nós (*Clearwood*), as técnicas mais adequadas envolvem a adoção de espaçamentos mais amplos (900 a 1300 plantas por hectare) e a realização de desbastes pré-comerciais (aos 3 ou 4 anos de idade, para 500 a 800 árvores remanescentes por hectare).

Conforme SCOLFORO (1997a), devido à alta resposta das plantações de *Pinus* spp. ao manejo e aos valores de mercado pagos pela madeira livre de nós, este regime tem sido amplamente utilizado em povoamentos de *Pinus radiata* na Nova Zelândia e Chile. Com ele foi possível a criação de novos produtos florestais no mercado, para uma utilização final mais nobre e de maior valor agregado.

Simulando diversos regimes de manejo em *Pinus taeda*, na produção de madeira de grandes dimensões e livres de nós, ACERBI JR. (1998) selecionou a alternativa que fornece a maior rentabilidade em sítios de alta produtividade: densidade inicial de 833 plantas por hectare; desbaste pré-comercial seguido de poda, na idade de 4 anos, onde a densidade é reduzida para 500 árvores por hectare; desbaste comercial aos 12 anos, onde são mantidas 400 árvores por hectare; e, desbaste comercial aos 14 anos, para 100 árvores remanescentes por hectare. Neste regime, a segunda poda é realizada entre as idades de 7 e 8 anos.

3.3.2 Produção de madeira para usos diversos

O regime denominado “*Utility*” possibilita a obtenção de toras nas mais variadas bitolas, o que permite o atendimento de mercados variados (SCOLFORO, 1997a). Segundo o mesmo autor, este regime é o mais comum nas empresas florestais brasileiras, caracterizando-se pela realização de 2 a 3 desbastes periódicos.

Conforme SCOLFORO (1997a), quando as condições de mercado justificam desbastes precoces e freqüentes, espaçamentos menores podem ser adotados, ou seja, se o material de menor diâmetro pode ser vendido com lucro ou, pelo menos, pelo preço do custo inicial de plantio e remoção, os espaçamentos pequenos podem apresentar vantagens. Onde não existem condições de mercado para o material dos desbastes iniciais ou onde o custo de colheita é muito alto, os espaçamentos maiores devem ser preferidos.

Através de simulações, ACERBI JR. (1998) identificou que, nos melhores sítios, o regime de manejo mais lucrativo na produção de madeira para usos múltiplos em povoamentos de *Pinus taeda*, tem as seguintes características: densidade inicial de 1667 árvores por hectare; primeiro desbaste aos 12 anos, onde a densidade é reduzida para 800 árvores por hectare; segundo desbaste aos 14 anos, mantendo-se 400 a 600 árvores por hectare; e, corte final aos 21 ou 22 anos. O autor considerou que toda a madeira produzida, independente do sortimento, é vendida sobre o caminhão (sem o custo de transporte).

3.3.3 Produção de madeira para processamento de fibras

Conforme SCOLFORO (1997a), a prioridade do regime “*Pulpwood*” é a produção de madeira de menores dimensões para uso principalmente em indústrias de papel e/ou celulose. Tal tipo de regime, em povoamentos de *Pinus* spp. no Brasil, não considera a adoção de desbaste, o corte raso ocorre em torno dos 15 anos de idade e a densidade de plantio geralmente é maior que nos outros regimes (GOMES, 1995; SCOLFORO, 1997a).

Simulando regimes de manejo sem desbaste em povoamentos de *Pinus taeda*, para as condições do Sul do Brasil, GOMES *et alii* (1998) constataram que as opções mais rentáveis na produção exclusiva de madeira para celulose (considerando a venda da madeira em pé), envolvem o uso de densidades de plantio elevadas (2000 a 3333 árvores por hectare) e idades de corte raso variando de 14 a 17 anos.

Nos Estados Unidos, vários trabalhos discorrem sobre regimes de manejo sem a realização de desbastes. BENNET (1971) e FEDUCCIA (1983) constataram que, na produção de madeira para celulose em plantações de *Pinus* spp., regimes sem desbaste são implementados com frequência. GOEBEL *et alii* (1974) verificaram que desbastes não são economicamente vantajosos na produção de madeira para celulose em povoamentos de *Pinus taeda*. Para este objetivo de produção, ZOEBEL & KELLISON (1972) observaram que, em talhões de *Pinus* spp., rotações curtas sem desbastes são preferíveis. Da mesma forma, MANN & ENGGHARDT (1972) indicaram vantagens da não realização de desbastes em povoamentos de *Pinus elliottii*.

HAGNER, citado por AHRENS (1986) argumenta que, na Suécia, existem poucas justificativas para a realização de desbastes em povoamentos destinados à produção de madeira para celulose, uma vez que a madeira produzida sempre será mais cara que aquela obtida por meio de cortes rasos precoces.

BREDENKAMP (1980) verifica que a produção volumétrica de madeira para celulose, em povoamentos de *Pinus patula* na Índia, é maximizada com o uso de uma densidade inicial de 2430 árvores por hectare e corte raso aos 16 anos de idade.

KAUL & SHARMA (1982), avaliando diferentes densidades de plantio em povoamentos de *Pinus caribaea* na Índia, concluíram que a maximização da produção em volume para celulose, aos 9 anos de idade, é alcançada com o uso do menor espaçamento (2m x 2m). Para o corte raso nas idades subseqüentes, no entanto, os autores sugerem um espaçamento inicial entre 2m x 2m e 2,5m x 2,5m, uma vez que espaçamentos mais amplos tendem a reduzir o efeito da mortalidade.

EVANS (1992) identificou que, no Sudeste da África, o regime que visa a produção de madeira para polpa, em povoamentos de *Pinus* spp., é caracterizado por rotações

relativamente curtas (14 a 17 anos), sem desbaste, com espaçamentos de plantio variando de 2m x 2m a 3m x 3m.

Nos Estados Unidos, CONRAD *et alii* (1992) verificaram que rotações de 20 anos, sem desbaste, maximizam a rentabilidade em povoamentos de *Pinus taeda* onde a produção se destina ao processo na indústria de celulose. Para o mesmo povoamento deste estudo, STRAKA & CONRAD (1991) sugerem o espaçamento de 2,74 m x 3,05 m.

BRODERICK *et alii* (1982), simulando diferentes regimes de manejo em povoamentos de *Pinus taeda* nos Estados Unidos, identificaram que, na produção exclusiva de madeira para celulose, o regime economicamente ótimo inclui um espaçamento inicial de, no mínimo, 1,8m x 1,8m, e idade de corte raso de 20 anos, sem desbaste.

BIBLIS *et alii* (1998), comparando regimes para usos diversos (*Utility*) com aqueles destinados à produção de madeira para celulose (*Pulpwood*), em *Pinus taeda* nos Estados Unidos, concluíram que, na medida em que se aumenta a taxa de desconto, o Valor Esperado da Terra proveniente do regime “*Pulpwood*” se aproxima daquele obtido em regime “*Utility*” (regime cuja rentabilidade é maior).

AHRENS (1985) identifica que, quando o propósito da produção for o suprimento de matéria-prima para processamento de fibras (processamento químico ou mecânico de cavacos / fibras para a produção de celulose e papel, chapas de partículas de madeira aglomerada, etc.), as rotações devem ser curtas (15 anos em regime sem desbaste ou 20 anos quando um ou dois desbastes, no máximo, forem necessários). Além disso, a rotação ficará condicionada às características da madeira a ser produzida. Indústrias de produção de chapas de partículas de madeira aglomerada, por exemplo, têm preferência pela madeira com densidade básica baixa. Por outro lado, na indústria de celulose, é preferível processar madeira com densidade básica mais elevada, pois esta característica afeta positivamente o rendimento industrial.

3.4 FATORES QUE INFLUEM NA DEFINIÇÃO DE REGIMES DE MANEJO

A análise conjunta de todos os componentes que devem ser considerados na prescrição de regimes de manejo é essencial ao planejamento florestal. Variações nas condições de sítio, taxas de juros, custos de produção e preços da madeira podem ser determinantes na viabilidade econômica do empreendimento. Considerações a respeito dos principais fatores que influem na rentabilidade e na escolha do melhor regime, para determinado objetivo da produção de madeira, são apresentadas na sequência.

3.4.1 Sítio

A qualidade do sítio florestal refere-se à combinação de todos os fatores biológicos e ambientais que afetam o crescimento das árvores (GOMES *et alii*, 1997). No manejo, define-se geralmente a qualidade do sítio pela sua capacidade produtiva, sendo a mesma tanto melhor quanto maior a produção volumétrica de madeira (BURGER, 1980).

SOUZA (1989) observou que, em locais mais produtivos, o máximo Incremento Médio Anual em volume por hectare, em povoamentos de *Eucalyptus grandis*, é alcançado em idades mais jovens em relação a locais menos produtivos.

BERGER *et alii* (1982) aplicaram o conceito de renda do solo para obter o preço máximo de terras para a implantação de *Eucalyptus* spp.. Os autores concluíram que o preço máximo está relacionado à produtividade esperada da floresta. Observaram ainda que para uma mesma combinação de preço da madeira e taxa de desconto, o aumento verificado no valor da renda do solo é mais do que proporcional ao acréscimo da produtividade. Segundo os autores, esta conclusão induz que em terras mais produtivas a idade de corte será menor.

FENTON & DICK (1972), avaliando o efeito da alteração do sítio sobre o Valor Esperado da Terra em povoamentos de *Pinus radiata* na Nova Zelândia, verificaram que, para

o regime adotado (espaçamento de 3m x 2m e desbaste pré-comercial em idade intermediária), a idade de rotação diminui em sítios melhores: 29 anos para índice de sítio 24,5 m (idade de referência de 20 anos); 23 anos para índice de sítio 29,0 m; e, 20 anos para índice de sítio 33,5 m.

Avaliando a produção em volume total e sortimento (celulose, serraria e laminação) em povoamentos de *Pinus taeda* aos 15 anos de idade, sem desbaste, GOMES *et alii* (1997) verificaram que o efeito do sítio é mais significativo no volume disponível para laminação (diâmetro mínimo de 25 cm).

GOMES *et alii* (1998) analisaram opções de manejo sem desbaste (considerando a venda da madeira em pé), em povoamentos de *Pinus taeda* destinados exclusivamente à produção de madeira para celulose. Os autores concluíram que nas áreas de maior produtividade, a densidade de 2000 plantas por hectare é preferível, uma vez que, nesses sítios, as condições são mais propícias à produção individual. Nos locais de média e baixa produtividade, a densidade inicial que maximiza a rentabilidade é de 3333 plantas por hectare.

No caso da produção de madeira de maior valor agregado, é de se esperar que em locais de melhor qualidade de sítio, maiores densidades de plantio sejam preferíveis, uma vez que, nesses sítios, ocorre uma maior variabilidade de diâmetros em relação aos sítios menos produtivos, permitindo a melhor seleção das árvores que serão favorecidas pelos desbastes.

Simulando regimes para usos múltiplos, com 2 desbastes e corte final em torno de 21 anos, ACERBI JR. (1998) identificou que, em sítios menos produtivos, ao contrário do esperado, se destacaram espaçamentos mais amplos (3m x 2,5m e 3m x 2m). Isto ocorreu, conforme o autor, porque o custo da realização de 2 desbastes em um maior número de indivíduos (espaçamentos menores) foi proporcionalmente superior ao volume gerado para fins mais nobres.

3.4.2 Custo de transporte

Conforme COZZO (1976), o custo de transporte do produto é fator decisivo na integração da indústria com a floresta. O autor constatou que, apesar de boas condições de trafegabilidade, este valor chega a 30% em indústrias de celulose na Argentina, aumentando quando as distâncias são superiores a 150 km.

O custo de transporte principal (transporte da madeira colocada na margem das estradas até os locais de aproveitamento comercial) atinge até 44% do custo total de abastecimento das principais indústrias florestais no Chile (WEINTRAUB *et alii*, citado por ARCE, 1997).

No Brasil, MARTINI & LEITE (1988) destacam que o transporte representa de 40% a 50% do custo de madeira posto-fábrica e o aumento do raio de transporte aumenta significativamente esta participação. Avaliando o caso de algumas empresas florestais brasileiras, SEIXAS & WIDMER (1993) concluem que o custo de transporte varia de 38% a 66% do custo da madeira posto-fábrica, com respectivas distâncias variando de 45 a 240 km.

Com base nessas informações, torna-se bastante clara a necessidade de se considerar o custo de transporte no planejamento florestal. As técnicas de manejo certamente irão variar em função da localização dos povoamentos.

FENTON & TUSTIN (1972), avaliando a influência da localização de talhões de *Pinus radiata* na Nova Zelândia, observaram que o efeito da distância de transporte é altamente significativo sobre a rentabilidade do investimento, principalmente quando se utiliza taxas de desconto menores. FENTON & DICK (1972) verificaram que, se uma floresta de índice de sítio de 29 m (idade índice de 20 anos) está situada a 48 km do local de entrega da madeira, sua rentabilidade, avaliada através do Valor Esperado da Terra a taxas de juros de 8 a 10%, será igual à de uma floresta de índice de sítio de 33,5 m situada a 144 km.

Conforme AHRENS (1992), dentro de uma mesma propriedade florestal, a produção de madeira para processamento mecânico (serraria e laminação), devido aos preços mais altos pagos pelas toras de grandes dimensões, pode ser praticada em talhões localizados a maiores distâncias que aqueles destinados à produção de madeira para processamento de fibras.

3.4.3 Preço da madeira

De acordo com HILEY (1967), os seguintes fatores regionais apresentam influência sobre o preço da madeira: (a) distância da indústria; (b) quantidade de madeira disponível; (c) quantidade de madeira comercializada em um período de tempo; e (d) condições de acesso.

REZENDE *et alii* (1994) determinaram o efeito de variações no preço da madeira sobre as idades ótimas de corte de povoamentos de *Eucalyptus* spp.. Os autores verificaram que, quando as taxas de crescimento volumétrico do povoamento superam a taxa de desconto, elevações no preço da madeira resultam no adiamento da idade ótima de corte. Se, por outro lado, a taxa de crescimento é inferior à taxa de desconto, elevações no preço da madeira resultam na antecipação da rotação, uma vez que o custo de oportunidade do capital investido no povoamento supera o incremento no valor do povoamento, e, deste modo, o investidor tende a obter a receita num menor espaço de tempo.

HAIGHT & SMITH (1991) utilizaram Programação Dinâmica para determinar a melhor estratégia envolvendo um desbaste e corte raso em *Pinus taeda*, considerando variações nos preços de madeira em pé, para polpa e para serraria. Os autores concluíram que a época e a intensidade do desbaste não são afetados pela alteração nesses preços. No entanto, o aumento do preço de madeira para serraria provoca a diminuição da idade do corte final.

Efeito semelhante sobre a rotação foi identificado por FORBOHSE *et alii* (1996). Os autores verificaram que a inclusão do preço de madeira para celulose em regime sem desbaste, num talhão de *Pinus resinosa*, em comparação à produção exclusiva de madeira

para serraria, resulta em considerável aumento no Valor Esperado da Terra acompanhado por significativa redução na idade ótima de rotação.

VOLPI (1997), analisando o efeito de perturbações estocásticas em um modelo de Programação Linear, verificou que os preços dos produtos são os fatores que apresentam maior impacto sobre a rentabilidade de um regime de manejo em povoamentos de *Pinus* spp., seguido pelos coeficientes de produção, pelos custos do manejo (plantio, desbaste, colheita, transporte) e finalmente pelas demandas.

OLIVEIRA (1995) verificou que um acréscimo de 30% no preço de toras para laminação especial (diâmetro mínimo maior que 35 cm) provoca um aumento de dois anos na idade ótima de rotação, em povoamentos de *Pinus taeda*, em regime para usos múltiplos.

Efeito contrário sobre a idade de rotação é observado na produção exclusiva de toras para celulose, conforme GOMES *et alii* (1998). Os autores verificaram que o aumento do preço da madeira em pé (provocado por diminuição nos custos de transporte, ou seja, em povoamentos localizados próximos à indústria) ocasiona a redução da idade ótima de corte.

3.4.4 Taxa de desconto

A taxa de desconto é a taxa por meio da qual se descontam valores futuros para torná-los comparáveis a valores presentes, ou se capitalizam valores presentes para torná-los comparáveis a valores futuros. Assim, o valor da taxa de desconto depende dos demais empregos que o investidor pode dar ao seu capital, ou seja, das oportunidades que se renunciam quando se aplica o capital disponível para determinado fim (REZENDE & OLIVEIRA, 1995).

Com mercados de capital disponíveis, uma empresa que visa a maximização do valor presente líquido pode, por meio de contratação de empréstimos, investir em todos os talhões florestais que apresentam uma taxa de retorno maior que a taxa de empréstimo (BENTLEY &

TEENGUARDEN, 1965). Conforme LEUSCHNER (1984), a taxa de retorno adquirida quando se aplica o capital em um empreendimento florestal deve ser maior ou igual à taxa que seria obtida em outra oportunidade de investimento. Quando isto não ocorre, tem-se o chamado custo de oportunidade.

Avaliando a literatura, CABRAL (1990) identificou que a taxa de 8% ao ano é a mais utilizada para descontar investimentos florestais no Brasil.

O efeito da taxa de desconto a ser utilizada na análise de rentabilidade de regimes de manejo é altamente significativo na escolha da idade ótima de corte. BERGER (1985), aplicando vários critérios de maturidade financeira a povoamentos de *Eucalyptus saligna*, demonstrou que à medida que a taxa aumenta, a idade ótima de corte diminui.

BRODIE *et alii* (1978), avaliando regimes de manejo que incluem um desbaste pesado em povoamentos de “*Douglas-fir*”, verificaram que o aumento da taxa de desconto, além de provocar a diminuição da idade de rotação, reduz a idade de realização do desbaste.

OLIVEIRA (1995) identificou que os critérios cujas variações percentuais mais alteram a rentabilidade de um regime de manejo para usos múltiplos, em povoamentos de *Pinus taeda*, são “taxas de juros” e “preços da madeira”. Custos de implantação, manutenção e colheita não apresentaram grande influência sobre a rentabilidade.

3.4.5 Custo da terra

De acordo com LEUSCHNER (1984) a consideração do custo da terra pressupõe que o proprietário florestal tem a possibilidade de vender a terra para reinvestir o capital em outras alternativas. A inclusão do custo da terra nos métodos de valor presente líquido ou taxa interna de retorno avalia, deste modo, este custo de oportunidade. O mesmo autor indica ainda que a inclusão do custo da terra em critérios de análise econômica de alternativas de manejo diminui a idade ótima de rotação.

BERGER (1985) verificou que a inclusão do valor da terra no modelo de máximo Valor Presente Líquido produz a redução da idade ótima de corte em povoamentos de *Eucalyptus saligna*.

REZENDE *et alii* (1994), avaliando a literatura referente à importância do custo da terra sobre a idade ótima de corte, observaram que a consideração desse fator foi duramente questionada por alguns autores, em razão do pequeno efeito sobre a idade ótima. Outros autores, no entanto, identificaram o custo da terra como fator crucial na determinação da idade ótima de corte de povoamentos florestais.

3.4.6 Custo de colheita

SILVA *et alii* (1995) verificaram que o custo de corte, em povoamentos de *Eucalyptus* spp., decresce com o aumento do diâmetro médio, do volume por hectare e da idade, sendo o diâmetro médio a principal variável a influenciar esse custo.

Analizando o efeito de variações no custo de colheita sobre as idades ótimas de corte de povoamentos de *Eucalyptus* spp., REZENDE *et alii* (1994) constataram que, se a taxa de crescimento volumétrico do povoamento supera a taxa de desconto, o aumento do custo de colheita provoca a antecipação do corte. Quando a taxa de crescimento é inferior à taxa de desconto, elevações no custo de colheita resultam no adiamento da rotação.

OLIVEIRA (1995) e VOLPI (1997) verificaram que alterações nos custos de colheita não produzem mudanças significativas na rentabilidade de regimes de manejo para usos múltiplos em povoamentos de *Pinus taeda*.

Avaliando regimes de manejo para usos múltiplos em *Pinus taeda*, ACERBI JR. (1998) constatou que, mesmo em terrenos acidentados, onde os custos de colheita são maiores, a implementação de técnicas de manejo adequadas fornece alta rentabilidade.

3.5 CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DO MELHOR REGIME DE MANEJO

Os critérios de avaliação de regimes de manejo podem ser distinguidos de acordo com o objetivo desejado pelo proprietário florestal, em função de pressuposições implícitas ou explícitas acerca da acessibilidade aos mercados de fatores e grau de flexibilidade no uso dos mesmos (BENTLEY & TEENGUARDEN, 1965). Esses autores classificaram os modelos de maturidade financeira em três tipos: (1) modelos com taxa de juro zero; (2) modelos de valor presente líquido; e, (3) modelos de taxa interna de retorno. A descrição desses modelos, como critérios de análise para comparação entre regimes de manejo, é apresentada na seqüência.

3.5.1 Modelos com taxa de juro zero

Os modelos de GAFFNEY (1960) não consideram a taxa de juros sobre o capital investido. Tal critério somente seria justificável se a empresa florestal não tivesse alternativa de uso de seus recursos em outros investimentos. Esses modelos são descritos a seguir, conforme BENTLEY & TEENGUARDEN (1965).

(a) Máxima receita total

Este modelo define maturidade financeira como a idade onde a receita bruta é maximizada. Nesta idade, a receita bruta adicional ou marginal obtida pela prorrogação do corte por um ano será igual a zero.

(b) Máxima receita bruta média anual

De acordo com este critério, a maturidade financeira é atingida na idade onde o valor total da produção bruta dividido pela idade do talhão é maximizado. Esta é também a idade em que receita marginal e receita média são iguais. Se os preços dos produtos são constantes,

desconsiderando as dimensões das árvores ou a idade do talhão, este modelo fornece a mesma rotação definida pelo critério físico de culminação de incremento médio anual.

(c) Máxima receita líquida média anual

Este critério, que na literatura florestal é chamado “*Forest Rent*”, utiliza a mesma lógica do modelo de máxima receita bruta anual média, porém também considera os custos, sem incluir, no entanto, a taxa de juros. A maturidade financeira é atingida, neste caso, pela maximização da divisão entre a receita total menos os custos pela idade do talhão.

3.5.2 Modelos de Valor Presente Líquido

Nestes modelos, a rotação ideal da floresta estará em função não somente dos custos, da taxa de crescimento volumétrico da floresta e dos preços da madeira, mas também da taxa de juros desejada pelo proprietário para remunerar seu capital (BERGER, 1985).

(a) Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido é definido como a soma do valor presente das receitas menos a soma do valor presente dos custos (DAVIS & JOHNSON, 1987). Para uma única rotação, conforme OLIVEIRA (1995), tal critério pode ser obtido pela seguinte expressão:

$$VPL = \sum_{n=0}^t \left[\frac{FCLn}{(1+i)^n} \right]$$

onde:

- t = idade de rotação;
- n = número de períodos de capitalização envolvidos em cada elemento da série de Receitas ou Despesas do Fluxo de Caixa, $n = 0, 1, \dots, t$.

- FCL_n = Fluxo de caixa líquido (Receitas - Custos) no período n do horizonte de planejamento;
- i = taxa de juros comparativa ou taxa mínima de atratividade.

Se o Valor Presente Líquido for positivo, o retorno do investimento será suficiente para repor o capital investido. Se, por outro lado, este valor for negativo, a taxa de retorno do capital investido será menor que a taxa mínima de atratividade.

Segundo NEWMAN (1988), uma característica do VPL é que o custo de oportunidade não é associado com a terra. Desta forma, todas as rendas advêm do manejo e nenhuma do fator fixo, a terra.

(b) Valor Presente Líquido Geral (VPG)

Neste modelo, a terra é considerada variável, ou seja, ela pode ser mantida para o presente povoamento, convertida em outro povoamento ou vendida para outros usos. O Valor Presente Geral pode ser expresso da seguinte forma:

$$VPG = \frac{\sum_{n=0}^t (R_n - C_n) \cdot (1+i)^{t-n} - [L \cdot (1+i)^t - L]}{(1+i)^t - 1}$$

onde:

- L = custo da terra.
- t = idade de rotação;
- R_n = receitas no ano n ;
- C_n = custos no ano n ; e,
- i = taxa de juros comparativa ou taxa mínima de atratividade.

Calculada a renda líquida em cada ano e compondo estas no final da rotação, sua soma resulta no fluxo de caixa líquido no momento do corte e a divisão por $[(1+i)^t - 1]$

fornece o fluxo de caixa líquido para o valor presente, considerando uma série infinita de pagamentos periódicos (CLUTTER *et alii*, 1983).

BENTLEY & TEENGUARDEN (1965) destacam que o VPG concede para a terra somente seu preço de mercado presente e que algum excedente é tratado como uma renda capturada pelo proprietário acima do que ele desejaria para remunerar seu salário e capital.

(c) Renda do Solo ou Valor Esperado da Terra (VET)

A pressuposição peculiar do modelo proposto por Faustmann, em 1889, é que não existe acesso aos mercados de terra; isto é, a terra é um fator de produção fixo, e conseqüentemente todos os excedentes econômicos resultam para a terra. Além disto, o objetivo do modelo é maximizar a renda da terra (BENTLEY & TEENGUARDEN, 1965). Estabelecendo-se o valor presente líquido geral (VPG) igual a zero, a fórmula de Faustmann pode ser obtida como segue:

$$VET = \frac{\sum_{n=0}^t (R_n - C_n) \cdot (1+i)^{t-n}}{(1+i)^t - 1}$$

Segundo DAVIS & JOHNSON (1987), o VET é um termo florestal utilizado 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.

Conforme RIBEIRO & GRAÇA (1996), se o custo da terra for superior ao VET, o investimento renderá menos que a taxa alternativa de retorno e, conseqüentemente, deixará de ser uma alternativa para o investidor.

3.5.3 Modelos de Taxa Interna de Retorno

Esses modelos, segundo BERGER (1985), geram um conjunto de taxas e, pela análise comparativa entre elas e as do proprietário florestal, determina-se a rotação ideal.

(a) Taxa Interna de Retorno (TIR)

Conforme CLUTTER *et alii* (1983), a taxa interna de retorno é a taxa de juros que torna nulo o valor presente líquido do empreendimento. Então, a TIR é o valor de i^* em que:

$$\sum_{n=0}^t \left[FCL_n / (1 + i^*)^n \right] = 0$$

Geralmente, a *TIR* é encontrada por procedimentos iterativos. O investimento é considerado financeiramente aceitável se a diferença entre a TIR (i^*) e a taxa mínima de atratividade (i) for maior ou igual a zero ($i^* - i \geq 0$) ou ($i^* \geq i$), ou seja, quando o Valor Presente Líquido for positivo (CLUTTER *et alii*, 1983; OLIVEIRA, 1995).

Na comparação de projetos cujos custos de investimento são diferentes entre si, nem sempre o projeto que apresenta maior TIR deverá ser o selecionado, uma vez que este método não leva implicitamente em consideração a diferença entre os custos de investimento dos projetos avaliados, como faz o VPL (REZENDE & OLIVEIRA, 1995).

(b) Taxa Interna de Retorno Geral (TIG)

Conforme BENTLEY & TEENGUARDEN (1965), Taxa Interna de Retorno Geral (TIG) é a taxa de juros que torna nulo o Valor Presente Líquido Geral do empreendimento florestal, diferenciando-se da TIR pela consideração do custo da terra.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A presente avaliação foi desenvolvida com base em dados de produção, preços e custos fornecidos pela Empresa PISA Florestal S.A.. A área de estudo (região de Jaguariaíva - PR) localiza-se entre os paralelos 24°30' e 50° de longitude oeste de Greenwich, com altitude variando entre 700 e 1.100 m (Instituto Agrônômico do Paraná, 1994).

O clima da região, de acordo com a classificação de Koeppen, é do tipo Cfb (subtropical quente-temperado). A temperatura média é inferior a 22°C no mês mais quente do ano. O mês mais chuvoso é janeiro, quando a precipitação média é de 225,4 mm. Não há estação seca definida. A temperatura média 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 (MAACK, 1981). A vegetação original é denominada campo cerrado (estepe arbustiva de gramínea baixa). A região é reflorestada com *Pinus* spp. e *Araucaria angustifolia*. O solo predominante é arenoso, com afloramentos de rocha e relevo variando de ondulado a fortemente ondulado (Instituto Agrônômico do Paraná, 1994).

4.2 SISTEMA PARA PROGNOSE DO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO

Para a prognose do crescimento e produção em povoamentos de *Pinus taeda* L., foi utilizado um sistema desenvolvido por SCOLFORO (1997b), com dados provenientes de parcelas permanentes de toda a área da empresa PISA Florestal S.A..

O sistema, denominado PISAPRO, permite a obtenção dos seguintes resultados, conforme SCOLFORO (1997b):

- 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 por classe diamétrica, sítio, idade, espécie e região; e,
- c) simulações de desbaste pré-comercial; sistemático na 6ª linha combinado com seletivo; sistemático na 10ª linha combinado com seletivo; seletivo, para diferentes idades, intensidade de remoção e número de desbaste, até no máximo 4 mais o corte final.

O sistema apresenta os seguintes componentes gerais, conforme ACERBI JR. (1998):

- função de sítio com ajuste polimórfico;
- função de sobrevivência;
- funções dos atributos do povoamento, tais como: área basal, média aritmética dos diâmetros, variância amostral dos diâmetros, diâmetro médio quadrático, diâmetro máximo e diâmetro mínimo. As equações dos atributos do povoamento são ajustadas para quatro situações: (a) antes de ocorrer desbaste; (b) ocorrência de um desbaste; (c) ocorrência de dois desbastes; e, (d) ocorrência de três desbastes.
- função de razão de volume e função de forma compatíveis;
- algoritmo de desbaste advindo de 6.000 parcelas representando diferentes idades, intensidades e tipos 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);

Com exceção da função de sítio e dos atributos do povoamento, as demais equações são ajustadas por região.

A descrição detalhada de todas as equações que compõem o PISAPRO é apresentada por SCOLFORO (1997b).

A eficiência do simulador foi comprovada após a realização de inúmeros testes, comparando-se os resultados de prognose com dados obtidos do inventário florestal.

4.3 DESTINO DA PRODUÇÃO DE MADEIRA

Foram simulados regimes de manejo com o objetivo principal de produzir madeira para celulose (*Pulpwood*). Duas situações foram consideradas com relação ao aproveitamento ou não de toras com maiores dimensões:

- “Alternativa A” (produção exclusiva de madeira para celulose): neste caso, todo o volume comercial é destinado à indústria de papel e celulose.
- “Alternativa B” (produção de madeira para celulose e laminação): nesta situação, o volume de madeira com maiores dimensões (diâmetro mínimo igual ou superior a 25 cm) é destinado ao mercado local. Tal procedimento foi adotado nas simulações somente quando este valor ultrapassou 10% do volume total por unidade de área, uma vez que, se o volume de madeira grossa é relativamente baixo, torna-se econômica e operacionalmente injustificável sua utilização.

A TABELA 1 ilustra os sortimentos obtidos em duas situações de manejo: (1) regime para usos múltiplos (*Utility*), onde o objetivo é a produção de madeira de maior valor

agregado, com aproveitamento de toras de menores dimensões para processo na indústria de celulose; e, (2) regime considerado no presente estudo (*Pulpwood*).

TABELA 1 - SORTIMENTOS GERADOS NOS REGIMES “UTILITY” E “PULPWOOD”.

d (cm)	Regime “Utility”	Regime “Pulpwood”	
		Alternativa A	Alternativa B
8 a 17,9	Celulose	Celulose	Celulose
18 a 24,9	Serraria	Celulose	Celulose
25 a 34,9	Laminação I	Celulose	Laminação I
≥ 35	Laminação II	Celulose	Laminação II

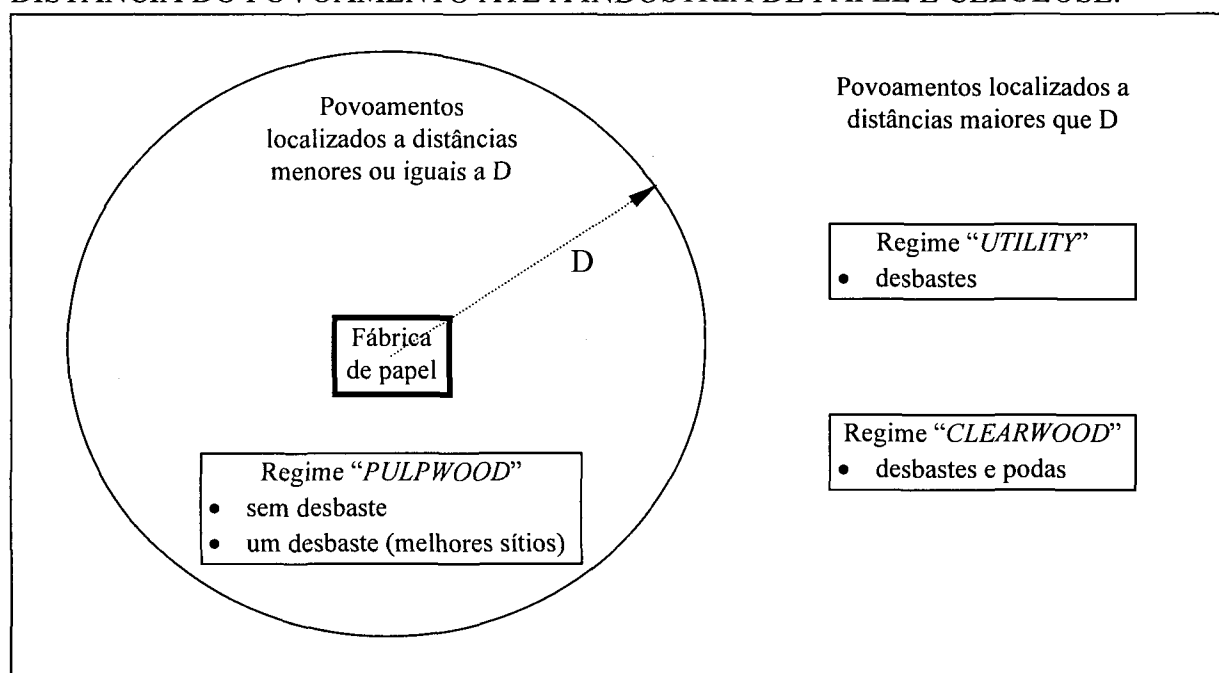
onde: d = diâmetro mínimo exigido por produto.

OBS: Comprimento das toras = 2,2 m.

Para as características dos grandes empreendimentos florestais no Brasil, onde existe a necessidade de produzir madeira para processo na indústria de papel e celulose, determinados povoamentos podem ser manejados para esta finalidade particular. Por outro lado, a produção de madeira de maior valor agregado, em regimes para usos múltiplos, é necessária para viabilizar a atividade florestal. Neste caso, práticas de desbastes e/ou podas devem ser adotadas visando agregar valor à matéria-prima. A existência de extensas áreas florestais evidencia a necessidade de identificar os povoamentos a serem conduzidos sob regime de desbaste e/ou poda e aqueles em que não serão adotadas estas práticas por questões de indisponibilidade de recursos e inexistência de mercado.

Com base nestas justificativas, pode ser preferível deixar de realizar desbastes e podas naqueles talhões localizados nas proximidades da indústria de papel e celulose, destinando recursos econômicos e operacionais para essas atividades em locais mais afastados.

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO DOS REGIMES DE MANEJO EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DO POVOAMENTO ATÉ A INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE.



onde:

- Regime "PULPWOOD" = manejo que visa a produção exclusiva de madeira para celulose (Alternativa A); ou, manejo que visa a produção de madeira para celulose e aproveitamento de toras com maiores dimensões para usos diferenciados (Alternativa B);
- Regime "UTILITY" = manejo que visa a produção de madeira para múltiplos usos;
- Regime "CLEARWOOD" = manejo que prioriza a produção de madeira com grandes dimensões e livres de nós; e,
- D = distância de transporte que viabiliza o regime "PULPWOOD".

A FIGURA 1 ilustra as técnicas de manejo a serem adotadas de acordo com a localização dos povoamentos florestais. A presente análise se concentra na definição de regimes para os talhões localizados relativamente próximos à indústria, a uma distância inferior ou igual a " D " (distância de transporte que produz o mínimo valor presente líquido admissível na produção de madeira em regime "Pulpwood").

A determinação da distância " D " estará em função do regime de manejo adotado, da classe de Sítio e dos parâmetros de custos e preços utilizados na análise econômica.

4.4 CENÁRIOS DE PRODUÇÃO

Diversos regimes de manejo (*Pulpwood*) foram simulados através do sistema PISAPRO, em cinco classes de sítio, conforme apresentado nas FIGURAS 2 e 3.

FIGURA 2 - CENÁRIOS DE PRODUÇÃO SIMULADOS EM REGIME SEM DESBASTE.

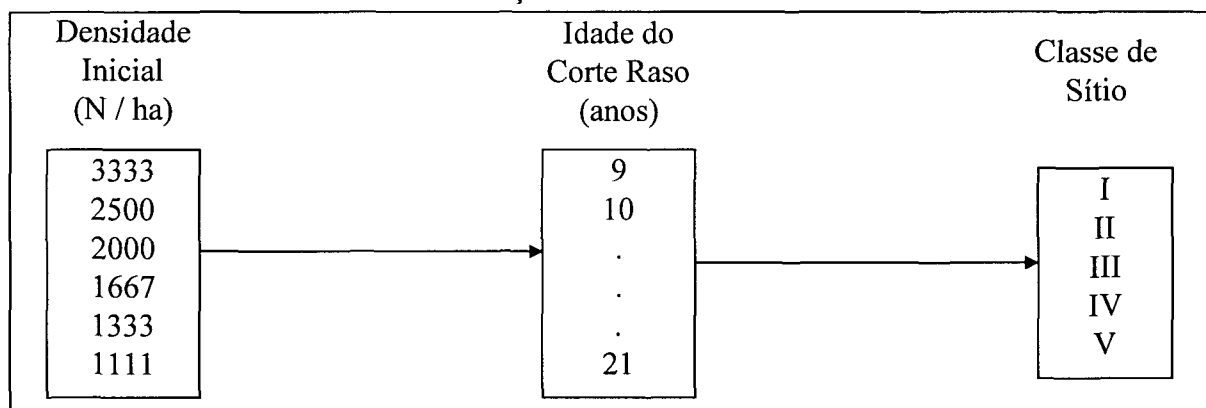
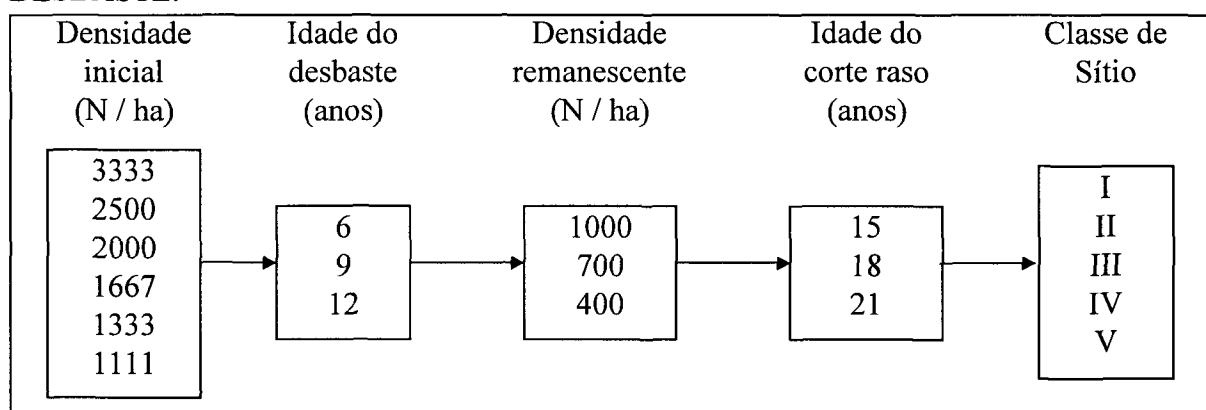


FIGURA 3 - CENÁRIOS DE PRODUÇÃO SIMULADOS EM REGIME COM UM DESBASTE.



OBS: Desbaste sistemático na 6ª. linha, seguido de desbaste seletivo.

Conforme identificado na FIGURA 2, foram simulados 390 cenários de produção em regimes sem desbaste. Nas opções referentes a um desbaste, de acordo com a FIGURA 3, foram simulados 810 cenários de produção.

4.4.1 Densidade de plantio

As diferentes opções de densidade de plantio consideradas nas simulações, com os espaçamentos correspondentes, são apresentados na TABELA 2.

TABELA 2 - DENSIDADES DE PLANTIO INCLUÍDAS NOS REGIMES SIMULADOS.

Densidade inicial (N / ha)	Espaçamento (m)
3333	2,5 x 1,2
2500	2,5 x 1,6
2000	2,5 x 2,0
1667	3,0 x 2,0
1333	3,0 x 2,5
1111	3,0 x 3,0

4.4.2 Desbaste

Nas opções de manejo ilustradas na FIGURA 2, não estão incluídas alternativas de desbaste. Este é o caso mais comum na condução de povoamentos destinados à produção de madeira para o processamento de fibras, devido aos elevados custos desse tipo de operação e à possibilidade de obtenção de madeira para esta finalidade em desbastes realizados naqueles povoamentos submetidos ao regime “*Utility*” (produção de madeira para usos diversos).

Não existem, no entanto, conclusões adequadas a respeito de alternativas de desbaste em povoamentos manejados em regime “*Pulpwood*”. Deste modo, visando incluir todas as possibilidades, considerou-se a realização de um desbaste (sistemático na sexta linha combinado com seletivo), variando-se a época e o peso do mesmo, conforme identificado na FIGURA 3.

É importante ressaltar que, conforme o objetivo da empresa, a realização do desbaste pode tornar-se necessária no atendimento das necessidades de suprimento de matéria-prima. Os baixos custos de transporte em povoamentos localizados próximos à fábrica de papel

poderão viabilizar a realização de desbaste. Além disto, a possibilidade de aproveitamento de madeira para “laminação I” e “laminação II”, conforme observado na TABELA 1, pode justificar tal prática, visando aumentar a produção de toras de maior valor agregado. O objetivo desta análise, deste modo, é verificar a viabilidade dessa alternativa e suas consequências do ponto de vista econômico.

4.4.3 Idade de rotação

As idades simuladas para o corte raso variaram de 9 a 21 anos nas opções sem desbaste. A consideração de um desbaste ocasionou significativo aumento no número de simulações, exigindo a fixação de determinadas idades de rotação (15, 18 e 21 anos).

4.4.4 Sítio

Alternativas de manejo foram simuladas nas mais variadas condições de produtividade, a fim de se verificar o efeito da alteração do sítio na escolha do melhor regime.

A TABELA 3 apresenta as cinco classes de sítio consideradas na análise.

TABELA 3 - CLASSES DE SÍTIO UTILIZADAS NAS SIMULAÇÕES.

Classe de produtividade	Índice de Sítio (m)
I	28,5
II	25,5
III	22,5
IV	19,5
V	16,5

onde: Índice de Sítio = altura dominante na idade índice de 21 anos.

4.5 CENÁRIOS DE CUSTOS E PREÇOS

Os resultados de produção estimados foram utilizados na avaliação da rentabilidade de cada regime em cada classe de sítio. Para verificar o impacto de alterações nos parâmetros da análise econômica sobre a escolha do melhor regime de manejo, diversos cenários de custos e preços foram simulados, conforme ilustrado nas FIGURAS 4 e 5.

FIGURA 4 - CENÁRIOS DE CUSTOS SIMULADOS NA PRODUÇÃO EXCLUSIVA DE MADEIRA PARA CELULOSE (ALTERNATIVA A).

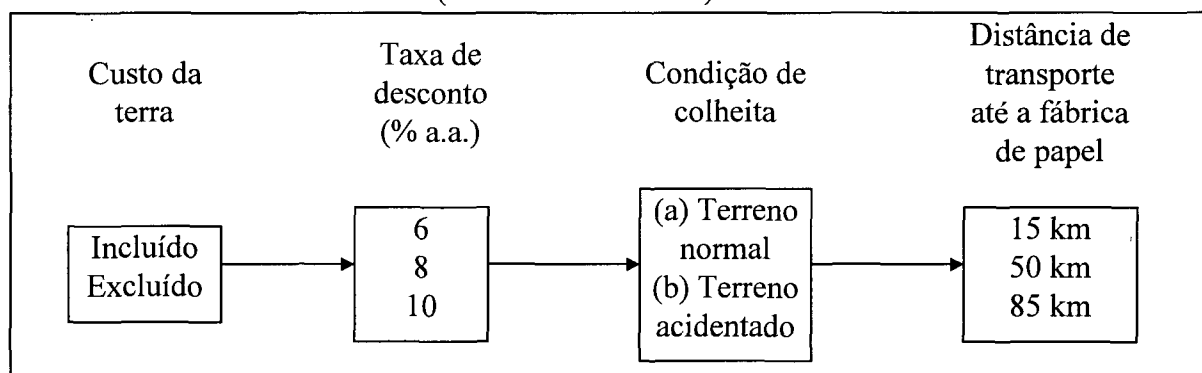
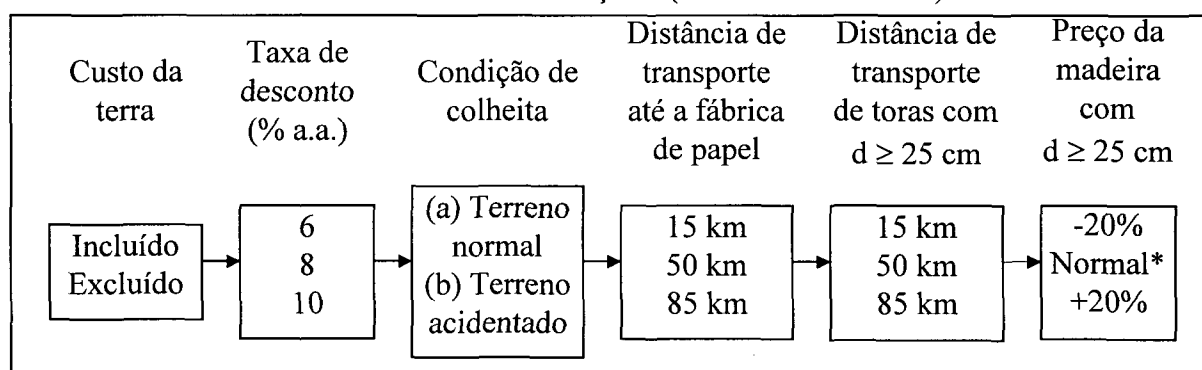


FIGURA 5 - CENÁRIOS DE CUSTOS E PREÇOS SIMULADOS NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE E LAMINAÇÃO (ALTERNATIVA B).



onde: d = diâmetro mínimo das toras.

* Preços apresentados na TABELA 9.

A FIGURA 4 indica que 54 cenários de custos foram simulados na produção exclusiva de madeira para celulose (Alternativa A). Nesta situação, o número total de cenários simulados em regime sem desbaste é de 21.060 (54 x 390). Para um desbaste, foram avaliados 43.740 cenários (54 x 810).

A FIGURA 5 indica que foram simulados 324 cenários de custos e preços na produção de madeira para celulose e laminação (Alternativa B). Neste caso, o número total de cenários simulados em regime sem desbaste é de 126.360 (324 x 390). Para um desbaste, foram avaliados 262.440 cenários (324 x 810).

Deste modo, o número total de cenários simulados neste trabalho é de 388.800.

A melhor opção de manejo foi escolhida em função do tipo de regime considerado (sem desbaste e um desbaste), por sítio, e para cada parâmetro de custos e preços adotado.

Os resultados de rentabilidade (Valor Presente Líquido para uma série infinita de rotações) foram fornecidos pelo *software* INVEST, para cada um dos cenários simulados.

4.5.1 Custo da Terra

As simulações consideraram a inclusão e a não inclusão do custo da terra para a análise da rentabilidade dos regimes de manejo.

Na presente avaliação, considerou-se custos diferenciados em função da classe de sítio, conforme apresentado na TABELA 4.

TABELA 4 - CUSTO DA TERRA EM FUNÇÃO DA CLASSE DE SÍTIO.

Classe de Sítio	Custo da terra (R\$ / ha)
I	1500
II	1200
III	900
IV	600
V	300

4.5.2 Custos de implantação e manutenção

Os custos de implantação e manutenção, apresentados na TABELA 5, foram mantidos fixos na presente avaliação.

TABELA 5 - CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO.

Atividades	Custos (R\$/ha/ano)
1. Infra-estrutura (estradas, aceiros, etc.)	42,00
2. Preparo do terreno	201,82
3. Implantação de povoamentos florestais	218,04
Total até o plantio	461,86
4. Tratos culturais no 1º ano	119,42
5. Tratos culturais no 2º ano	95,15
6. Tratos culturais no 3º ano	38,54
7. Proteção florestal no 1º ano	28,24
8. Proteção florestal no 2º ano	28,24
9. Proteção florestal no 3º ano	28,24
10. Administração	80,08
11. <i>Overhead</i>	25,00

OBS: Tratos culturais e proteção florestal = custos terceirizados.

Administração: ocorre até o 3º ano.

Overhead (custo de administração direta): ocorre até a idade de corte raso.

4.5.3 Taxa de desconto

Para verificar a influência de variações do custo de oportunidade do capital sobre a análise econômica, foram consideradas taxas de desconto de 6% a.a., 8% a.a. e 10% a.a..

4.5.4 Custo de colheita

Os custos de colheita variam com o volume da árvore média no momento do corte, conforme apresentado na TABELA 6. Foram analisados os efeitos de duas situações de colheita (terreno normal e terreno acidentado) sobre a determinação do regime de manejo mais rentável.

Na produção de madeira na “Alternativa B” (celulose e laminação), se o volume disponível para laminação for inferior a 10% do volume total por hectare, esta madeira não

será comercializada. Neste caso, considera-se o custo de carregamento referente apenas à madeira aproveitada (diâmetro mínimo de 8 a 25 cm). Os custos de colheita da madeira com maiores dimensões, para esta situação, são apresentados na TABELA 7.

TABELA 6 - CUSTOS DE COLHEITA (CORTE + ARRASTE + CARREGAMENTO).

Volume / árvore (m ³ c.c.)	Custo de colheita (R\$ / m ³)	
	Terreno normal	Terreno acidentado
0,10 - 0,19	9,52	10,71
0,20 - 0,32	7,66	8,63
0,33 - 0,45	6,71	7,83
0,46 - 0,58	6,34	7,40
≥ 0,59	6,00	6,98

TABELA 7 - CUSTOS DE COLHEITA (CORTE + ARRASTE) DA MADEIRA PARA LAMINAÇÃO, QUANDO O RESPECTIVO VOLUME É INFERIOR A 10% DO VOLUME TOTAL POR HECTARE.

Volume / árvore (m ³ c.c.)	Custo de colheita (R\$ / m ³)	
	Terreno normal	Terreno acidentado
0,10 - 0,19	8,40	9,58
0,20 - 0,32	6,54	7,51
0,33 - 0,45	5,58	6,71
0,46 - 0,58	5,21	6,27
≥ 0,59	4,87	5,86

OBS: Neste caso, a madeira com maiores dimensões não é aproveitada.

4.5.5 Distância de transporte

A distância de transporte até o centro de consumo influi de maneira significativa na rentabilidade de um regime de manejo. Para avaliar esta influência, foram consideradas as distâncias apresentadas na TABELA 8, com os respectivos custos.

TABELA 8 - DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE E RESPECTIVOS CUSTOS.

Distância (km)	Custo (R\$/ m ³)
15	2,51
50	5,60
85	9,14

4.5.6 Preço da madeira

Os preços da madeira colocada na indústria, utilizados na presente análise, são apresentados na TABELA 9.

Com o objetivo de avaliar a influência de alterações no preço da madeira sobre a definição do melhor regime, foram consideradas variações de -20% e +20% sobre os preços de madeira para “laminação I” e “laminação II”, uma vez que esses produtos são colocados no mercado e estão sujeitos a alterações.

TABELA 9 - PREÇOS DA MADEIRA COLOCADA NA INDÚSTRIA.

Diâmetro mínimo (cm)	Finalidade industrial	Preço (R\$ / m ³)
8 a 24,9	celulose	21,5
25 a 34,9	laminação I	37,6*
≥ 35	laminação II	42,3*

* foram simuladas variações de -20% e + 20% sobre o preço da madeira para laminação.

Como o preço da madeira para celulose é pago pela própria fábrica de papel, o mesmo não está sujeito a alterações em função do mercado, razão pela qual foi mantido fixo na presente análise. Além disto, é importante considerar que a configuração de cenários tais como o aumento da distância de transporte e/ ou aumento do custo de colheita implicam em redução no valor da madeira em pé.

4.6 CRITÉRIOS DE ANÁLISE ECONÔMICA DOS REGIMES DE MANEJO

De acordo com OLIVEIRA (1995), a interpretação dos critérios de avaliação da rentabilidade de dois regimes de manejo que não têm as mesmas durações é a mesma

interpretação para durações iguais; entretanto, só tem sentido a comparação de alternativas com horizontes iguais. Assim, deve ser admitida a repetibilidade dos ciclos e adotada como duração comum o Mínimo Múltiplo Comum das duas durações originais. Dentre os métodos sugeridos pelo autor, para dispensar a determinação do Mínimo Múltiplo Comum e a realização de cálculos mais trabalhosos, estão o Valor Esperado da Terra e a Taxa Interna de Retorno.

Na presente análise, foram utilizados dois critérios, em função da inclusão ou não do custo da terra na análise de rentabilidade: (a) Valor Esperado da Terra, que considera que a terra será usada infinitamente para a atividade florestal, ou seja, o custo de oportunidade pelo uso do fator é nulo; e, (b) Valor Presente Líquido Geral, que considera o custo da terra em sua formulação. Tal critério é considerado na literatura florestal como uma extensão do Valor Esperado da Terra.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EFEITOS DO REGIME DE MANEJO SOBRE A PRODUÇÃO

5.1.1 Regimes sem desbaste

Os resultados de produção fornecidos pelo programa PISAPRO, para cada regime de manejo (densidade inicial e idade de corte raso) simulado por sítio, são apresentados nos ANEXOS 1A a 1E.

A TABELA 10A mostra o maior Incremento Médio Anual (IMA) em volume total por hectare, obtido em função do sítio e da densidade de plantio, em regimes sem desbaste. A TABELA 10B indica as idades de rotação que forneceram o máximo IMA.

TABELA 10A - O MÁXIMO “IMA” EM VOLUME TOTAL, EM FUNÇÃO DO SÍTIO E DA DENSIDADE INICIAL, EM REGIME SEM DESBASTE.

Classe de Sítio	Densidade de plantio (N / ha)					
	1111	1333	1667	2000	2500	3333
I	47,2	48,9	49,9	51,7	53,8	57,3
II	41,3	42,3	43,8	45,2	47,1	50,1
III	34,7	35,4	36,5	37,6	39,1	41,7
IV	27,5	28,1	28,9	29,8	31,1	33,1
V	20,7	21,1	21,8	22,4	23,4	25,1

onde: IMA = Incremento Médio Anual ($m^3 / ha / ano$).

TABELA 10B - A ROTAÇÃO (ANOS) QUE PROPICIA O MÁXIMO “IMA” EM VOLUME TOTAL, EM FUNÇÃO DO SÍTIO E DA DENSIDADE INICIAL, EM REGIME SEM DESBASTE.

Classe de Sítio	Densidade de plantio (N / ha)					
	1111	1333	1667	2000	2500	3333
I	15	15	15	15	13	12
II	17	16	16	15	15	14
III	19	18	18	18	17	16
IV	20	20	20	20	20	19
V	21	21	21	21	20	20

Para uma mesma classe de sítio, o uso de maiores densidades de plantio provocou o acréscimo da produção acompanhado pela redução da rotação de máximo IMA, conforme observado nas TABELAS 10A e 10B.

A idade que propiciou o máximo IMA em volume por hectare foi reduzida em sítios mais produtivos. Esta redução foi mais acentuada nas densidades mais elevadas (3333 e 2500 plantas por hectare), onde a produção em volume total é favorecida.

A TABELA 11A mostra o maior IMA em volume de madeira grossa (diâmetro mínimo maior ou igual a 25 cm) obtido em função do sítio e da densidade de plantio, em regimes sem desbaste. Na TABELA 11B estão as correspondentes idades de rotação.

TABELA 11A - O MÁXIMO “IMA” EM VOLUME DE MADEIRA GROSSA ($d \geq 25$ cm), EM FUNÇÃO DO SÍTIO E DA DENSIDADE INICIAL, EM REGIME SEM DESBASTE.

Classe de Sítio	Densidade de plantio (N / ha)					
	1111	1333	1667	2000	2500	3333
I	24,9	20,1	15,0	12,7	10,5	9,0
II	21,0	15,5	12,8	11,0	9,2	7,6
III	15,2	12,0	9,0	7,2	7,3	6,4
IV	11,1	7,9	5,3	5,1	4,3	4,3
V	6,3	3,9	3,6	2,5	2,7	---

onde: IMA = Incremento Médio Anual ($m^3 / ha / ano$).

TABELA 11B - A ROTAÇÃO (ANOS) QUE PROPICIA O MÁXIMO “IMA” EM VOLUME DE MADEIRA GROSSA ($d \geq 25$ cm), EM FUNÇÃO DO SÍTIO E DA DENSIDADE INICIAL, EM REGIME SEM DESBASTE.

Classe de Sítio	Densidade de plantio (N / ha)					
	1111	1333	1667	2000	2500	3333
I	21	21	21	19	16	14
II	21	21	21	21	18	16
III	21	21	21	21	21	19
IV	21	21	21	21	21	21
V	21	21	21	21	21	---

O máximo IMA em volume de madeira grossa aumentou na medida em que se reduziu a densidade de plantio, conforme indicado na TABELA 11A.

Na maioria dos casos, a idade que produz o máximo IMA em volume de madeira grossa é, provavelmente, superior a 21 anos. Como pode ser visto na TABELA 11B, essa idade foi reduzida nos sítios mais produtivos e nas maiores densidades de plantio.

A análise dos dados de produção indicou que, quando o objetivo do manejo é a maximização do volume total por unidade de área, sem preocupação quanto às dimensões das toras, densidades iniciais maiores são mais adequadas.

Se o objetivo é maximizar a produção de madeira com maiores dimensões, em regime sem desbaste, espaçamentos de plantio mais amplos (menores densidades) são preferíveis, uma vez que favorecem a produção individual.

Quando se alterou a densidade inicial, a variação percentual verificada sobre a produção de madeira com grandes dimensões (TABELA 11A) foi maior que aquela observada sobre a produção total (TABELA 10A).

5.1.2 Regimes com um desbaste

Os resultados de produção fornecidos pelo programa PISAPRO, para cada regime de manejo com um desbaste simulado por sítio, são apresentados nos ANEXOS 2A a 2E.

A TABELA 12A indica o maior IMA em volume total por hectare obtido em função do sítio e da densidade de plantio, quando um desbaste é realizado. Na TABELA 12B estão os correspondentes regimes de manejo.

TABELA 12A - O MÁXIMO “IMA” EM VOLUME TOTAL, EM FUNÇÃO DO SÍTIO E DA DENSIDADE INICIAL, EM REGIME COM UM DESBASTE.

Classe de Sítio	Densidade de plantio (N / ha)					
	1111	1333	1667	2000	2500	3333
I	47,0	48,4	49,2	50,1	51,4	53,9
II	39,1	41,1	42,1	43,3	44,8	47,0
III	32,2	33,7	34,5	35,3	36,5	38,4
IV	25,3	25,7	26,3	27,0	28,0	29,5
V	17,9	18,3	18,7	19,2	20,0	21,2

onde: IMA = Incremento Médio Anual ($m^3 / ha / ano$).

TABELA 12B - O REGIME COM UM DESBASTE QUE PROPICIA O MÁXIMO “IMA” EM VOLUME TOTAL, EM FUNÇÃO DO SÍTIO E DA DENSIDADE INICIAL.

Classe de Sítio	Densidade de plantio (N / ha)																	
	1111			1333			1667			2000			2500			3333		
	D	DR	CF	D	DR	CF	D	DR	CF	D	DR	CF	D	DR	CF	D	DR	CF
I	6	400	21	9	400	21	9	400	21	12	400	21	12	700	15	12	700	15
II	6	400	21	12	700	15	12	700	15	12	700	15	12	700	15	12	700	15
III	9	700	18	12	700	15	12	700	15	12	700	15	12	700	15	12	700	15
IV	12	700	18	12	700	18	12	700	15	12	700	15	12	700	15	12	700	15
V	12	700	18	12	700	18	12	700	18	12	700	15	12	700	15	12	700	15

onde: D = idade do desbaste (anos);

DR = densidade remanescente do desbaste (N / ha); e,

CF = idade corte final (anos).

Em condições iguais de sítio e densidade inicial, o máximo IMA identificado em regimes com um desbaste (TABELA 12A) foi levemente inferior àquele observado em regimes sem desbaste (TABELA 10A).

Mesmo em regimes com um desbaste, a produção em volume total foi maximizada nas maiores densidades de plantio.

A TABELA 12B indica que, nas menores densidades iniciais, a maximização do IMA em volume total, em regime com um desbaste, se deu quando este foi realizado mais cedo, para um menor número de árvores remanescentes. Em consequência, a idade do corte raso aumentou. Isto ocorreu porque, nas menores densidades de plantio, o maior volume individual faz com que as árvores atinjam dimensões adequadas ao desbaste mais cedo. Neste caso, um menor número de árvores remanescentes é desejável para acentuar o efeito do desbaste sobre o volume individual. A rotação é prolongada, de modo a permitir o aumento na produção total do povoamento remanescente. Exemplo desta situação pode ser verificada no Sítio I, para as duas densidades de plantio extremas: na densidade de 3333 plantas por hectare, o regime que propiciou o máximo IMA em volume total se caracterizou pelo desbaste aos 12 anos, para 700 árvores remanescentes por hectare, e corte raso aos 15 anos. Na densidade de 1111 plantas por hectare, o regime que produziu o máximo IMA em volume total foi aquele com desbaste aos 6 anos, para 400 árvores remanescentes por hectare e corte raso aos 21 anos.

Nos sítios mais produtivos, a maximização do IMA em volume total se deu mediante à antecipação do desbaste, à maior intensidade do mesmo e à maior idade de rotação, em relação aos sítios menos produtivos. Isto ocorreu porque, nos melhores sítios, o efeito do desbaste sobre o volume individual é mais acentuado. Conseqüentemente, a rotação é prolongada, de modo a permitir o aumento na produção total das árvores remanescentes. Nas densidades iniciais de 1333 e 1667 plantas por hectare, por exemplo, o regime que maximizou o IMA em volume total, no Sítio I, se caracterizou pelo desbaste aos 9 anos, para 400 árvores remanescentes por hectare e corte raso aos 21 anos. No Sítio II, nas mesmas densidades de plantio, o máximo IMA foi alcançado com desbaste aos 12 anos, para 700 árvores por hectare e corte raso aos 15 anos. No Sítio V, em função do baixo crescimento, a idade de rotação voltou a aumentar (18 anos), uma vez que a densidade após o desbaste permaneceu a mesma.

A TABELA 13A mostra o maior IMA em volume de madeira para laminação (diâmetro mínimo maior ou igual a 25 cm) obtido em função do sítio e da densidade de plantio, em regime com um desbaste. A TABELA 13B indica os regimes que propiciaram o máximo IMA.

TABELA 13A - O MÁXIMO “IMA” EM VOLUME DE MADEIRA GROSSA ($d \geq 25$ cm), EM FUNÇÃO DO SÍTIO E DA DENSIDADE INICIAL, EM REGIME COM UM DESBASTE.

Classe de Sítio	Densidade de plantio (N / ha)					
	1111	1333	1667	2000	2500	3333
I	39,9	39,5	39,2	39,1	39,1	38,6
II	31,9	31,7	31,6	31,5	31,0	31,1
III	23,1	22,6	22,9	22,7	22,3	22,5
IV	13,9	14,2	13,4	13,6	14,1	13,2
V	8,7	8,1	7,5	8,2	7,9	7,5

onde: IMA = Incremento Médio Anual (m^3 / ha).

TABELA 13B - O REGIME COM UM DESBASTE QUE PROPICIA O MÁXIMO “IMA” EM VOLUME DE MADEIRA GROSSA ($d \geq 25$ cm), EM FUNÇÃO DO SÍTIO E DA DENSIDADE INICIAL.

Classe de Sítio	Densidade de plantio (N / ha)																	
	1111			1333			1667			2000			2500			3333		
	D	DR	CF	D	DR	CF	D	DR	CF	D	DR	CF	D	DR	CF	D	DR	CF
I	6	400	21	6	400	21	6	400	21	6	400	21	6	400	21	6	400	21
II	6	400	21	6	400	21	6	400	21	6	400	21	6	400	21	6	400	21
III	6	400	21	6	400	21	6	400	21	6	400	21	6	400	21	6	400	21
IV	6	400	21	6	400	21	6	400	21	6	400	21	6	400	21	6	400	21
V	6	700	21	6	700	21	6	700	21	6	700	21	6	700	21	6	700	21

onde: D = idade do desbaste (anos);

DR = densidade remanescente do desbaste (N / ha); e,

CF = idade corte final (anos).

Conforme identificado na TABELA 13A, o máximo IMA em volume de madeira para laminação, obtido com a realização de um desbaste, foi bastante superior ao identificado em regime sem desbaste (TABELA 11A), principalmente nos melhores sítios.

A produção em volume de madeira com maiores dimensões foi maximizada mediante o uso de menores densidades de plantio (espaçamentos mais amplos). No entanto, a alteração na densidade inicial provocou variação relativamente baixa no máximo IMA em volume de madeira para laminação, como pode ser visto na TABELA 13A. Este fato indica que, em regime com um desbaste, uma densidade de plantio mais elevada pode ser preferível, por fornecer maior volume de madeira para celulose, sem provocar grande redução na produção de madeira grossa ao longo da rotação.

Nos Sítios I, II, III e IV, em qualquer densidade inicial, o regime que proporcionou o máximo IMA em volume de madeira para laminação (TABELA 13B) se caracterizou pela menor idade de desbaste simulada (6 anos), pelo menor número de árvores por hectare após o desbaste (400) e pela maior rotação (21 anos). Isto evidencia o acentuado efeito do desbaste sobre a produção de madeira com maiores dimensões. Somente no Sítio V, a densidade remanescente do desbaste foi maior (700 árvores por hectare).

5.2 ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO EXCLUSIVA DE MADEIRA PARA CELULOSE EM REGIME SEM DESBASTE

Na produção exclusiva de madeira para celulose (Alternativa A), os dados de produção utilizados no cálculo da rentabilidade, para cada regime de manejo sem desbaste simulado por sítio (ANEXOS 1A a 1E), referem-se à soma dos volumes por sortimento (celulose, laminação I e laminação II).

O ANEXO 3 mostra o maior Valor Esperado da Terra (VET) obtido em cada cenário simulado. Foram identificados poucos cenários com rentabilidade positiva, indicando que a produção exclusiva de madeira para processo na indústria de papel e celulose é inviável do ponto de vista do projeto florestal. Deve-se levar em conta, no entanto, a necessidade de produção de madeira para esta finalidade em empresas verticalizadas, onde a viabilidade do empreendimento é determinada no processo como um todo, da floresta até a indústria.

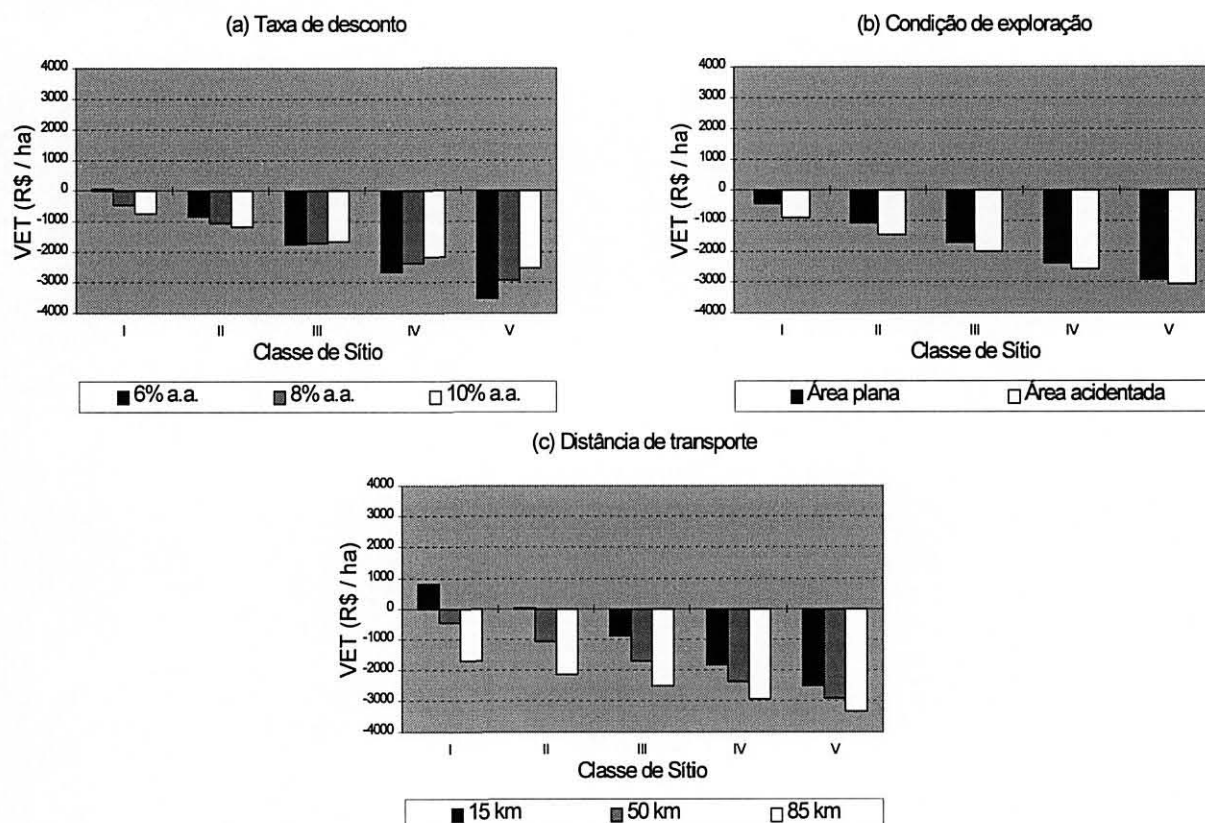
5.2.1 Efeitos de alterações nos custos sobre a rentabilidade

Exemplos do efeito de cada parâmetro utilizado na análise econômica sobre o Valor Esperado da Terra dos regimes de manejo escolhidos em função do sítio, podem ser observados na FIGURA 6. Os exemplos apresentados nos gráficos referem-se a alterações em cenários configurados a partir de uma situação intermediária, ou seja: taxa de desconto de 8%; distância de transporte de 50 km até a fábrica; e, colheita em terreno plano. É importante observar que mudanças na rentabilidade, ocorridas em função de alterações nos cenários, estão normalmente associadas a mudanças no melhor regime de manejo (densidade inicial e idade de corte raso).

Na FIGURA 6(a), observa-se que a alteração na taxa de desconto apresentou efeitos distintos sobre o Valor Esperado da Terra. Nos sítios menos produtivos, o aumento da taxa

gerou maior rentabilidade. Nessas situações, o acréscimo na taxa de desconto provocou maior redução no valor presente dos custos do que no valor presente da receita.

FIGURA 6 - EFEITOS DOS CUSTOS SOBRE O MÁXIMO VALOR ESPERADO DA TERRA (VET) DE REGIMES SEM DESBASTE, NA PRODUÇÃO EXCLUSIVA DE MADEIRA PARA CELULOSE.



OBS: Cenário comparativo: taxa de desconto = 8% a.a.; 50 km da fábrica; e, colheita em terreno plano.

Como os parâmetros de custos considerados na análise de sensibilidade dos regimes de manejo não sofreram alterações percentualmente iguais, torna-se impossível compará-los com respeito à influência exercida sobre a rentabilidade.

No entanto, optou-se por determinar as variáveis que mais afetaram o Valor Esperado da Terra, levando-se em conta as diferentes grandezas dos custos adotados, a fim de se identificar mudanças na ordem de importância dos mesmos na medida em que a rentabilidade se torna mais baixa.

Em todos os cenários simulados, o acréscimo na distância de transporte até a fábrica (de 15 para 50 km ou de 50 para 85 km) provocou as mudanças mais significativas na rentabilidade, em comparação às alterações realizadas nos outros parâmetros de custos, conforme identificado no ANEXO 3. No Sítio I e na situação intermediária de custos (50 km da fábrica, colheita em terreno plano e taxa de desconto de 8%), por exemplo, o VET foi de R\$ -456,00 / ha. O aumento na taxa de desconto, para 10%, reduziu o VET para R\$ -741,00 / ha. O acréscimo no custo de colheita, pela consideração de área acidentada, diminuiu o VET para R\$ -894,00 / ha. Já o aumento na distância de transporte, para 85 km, produziu a maior redução no VET, para R\$ -1706,00 / ha.

Na TABELA 14, observa-se que a distância máxima de transporte que viabiliza a produção de madeira para celulose, em regime sem desbaste, está em função das demais variáveis utilizadas na análise de sensibilidade (sítio, taxa de desconto e condição de exploração).

TABELA 14 - DISTÂNCIA MÁXIMA DE TRANSPORTE (km) QUE PRODUZ “VET” POSITIVO NA “ALTERNATIVA A” (CELULOSE), EM REGIME SEM DESBASTE.

Condição de colheita	Classe de Sítio	Taxa de Desconto (% a.a.)		
		6	8	10
Terreno normal	I	50	15	15
	II	15	15	---
	III	---	---	---
	IV	---	---	---
	V	---	---	---
Terreno acidentado	I	15	15	---
	II	15	---	---
	III	---	---	---
	IV	---	---	---
	V	---	---	---

A alteração na taxa de desconto (de 6% para 8% ou de 8% para 10%) apresentou influência mais significativa sobre a rentabilidade, em comparação à alteração no custo de colheita (terreno normal para terreno acidentado), somente nos Sítios I e II, para a distância de transporte de 15 km. No Sítio II, a 15 km da fábrica, o VET foi de R\$ 811,00 / ha na taxa de

desconto de 6%, considerando custo de colheita em terreno plano. O aumento deste custo reduziu o VET para R\$ 244,00 / ha, enquanto que o acréscimo da taxa, para 8%, forneceu um VET de R\$ 47,00 / ha.

Nas situações restantes (onde a rentabilidade é menor), o efeito do custo de colheita foi superior ao da taxa de desconto.

Em tais situações, o efeito menos acentuado da taxa de desconto ocorre porque, na medida em que a rentabilidade é reduzida, aumenta o efeito da taxa sobre o valor presente dos custos.

5.2.2 Fatores determinantes na escolha do melhor regime

Os regimes de manejo que permitiram a maximização da rentabilidade incluem densidades de plantio de 2500 a 1111 plantas por hectare e idades de corte raso de 10 a 19 anos. A TABELA 15 indica as densidades de plantio e as correspondentes idades de rotação selecionadas em função do sítio e dos parâmetros de custos simulados.

Em todos os cenários, verificou-se que a rotação econômica (TABELA 15) é menor que a rotação de máximo IMA em volume por hectare (TABELA 10B).

O comportamento do melhor regime sem desbaste em função de alterações no sítio e nos parâmetros de custos, na produção exclusiva de madeira para celulose, é apresentado de forma esquemática na TABELA 16 e discutido na seqüência.

TABELA 15 - O MELHOR REGIME SEM DESBASTE EM CADA CENÁRIO, NA PRODUÇÃO EXCLUSIVA DE MADEIRA PARA CELULOSE.

		15 km da fábrica						50 km da fábrica						85 km da fábrica					
Condição de colheita	Classe de Sítio	Taxa de desconto (% a.a.)																	
		6		8		10		6		8		10		6		8		10	
		DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF
Terreno normal	I	2500	10	2500	10	2500	10	1667	11	1667	11	1667	11	1667	11	1667	11	1667	11
	II	2500	11	2500	11	2500	11	2500	11	2500	11	2500	11	1111	14	1333	11	1333	11
	III	2500	13	2500	13	2500	12	1111	13	1111	13	1111	12	1111	14	1111	13	1111	12
	IV	1111	15	1111	15	1111	13	1111	15	1111	15	1111	13	1111	15	1111	15	1111	15
	V	1111	16	1111	16	1111	15	1111	19	1111	16	1111	16	1111	19	1111	16	1111	16
Terreno acidentado	I	2500	10	2500	10	2500	10	1667	11	1667	11	1667	11	1111	12	1111	11	1111	11
	II	2500	11	2500	11	2500	11	2500	11	2500	11	2500	11	1111	14	1333	11	1333	11
	III	2500	13	2500	13	2500	12	1111	13	1111	13	1111	12	1111	14	1111	13	1111	12
	IV	1111	15	1111	15	1111	14	1111	15	1111	15	1111	15	1111	15	1111	15	1111	15
	V	1111	16	1111	16	1111	16	1111	19	1111	16	1111	16	1111	19	1111	19	1111	16

onde: DI = densidade inicial (N / ha); e, CF = idade do corte final (anos).

TABELA 16 – COMPORTAMENTO DO MELHOR REGIME SEM DESBASTE EM FUNÇÃO DO SÍTIO E DOS CUSTOS, NA PRODUÇÃO EXCLUSIVA DE MADEIRA PARA CELULOSE.

	Melhor sítio	> Taxa de desconto	> Custo de colheita	> Distância de transporte (celulose)
Densidade de plantio (N / ha)	↑	↑	↓	↓
Idade de rotação (anos)	↓	↓	↑	↑

onde: ↑ = aumento da densidade ou prorrogação do corte; e,
↓ = redução da densidade ou antecipação do corte.

5.2.2.1 Sítio

Foram selecionadas densidades iniciais menores nos sítios III, IV e V, como pode ser visto na TABELA 15. Isto se deve a duas situações identificadas nos sítios menos produtivos: (1) o custo de colheita é mais alto, em consequência de um baixo volume individual, fazendo com que o aumento desse custo, decorrente do uso de uma densidade maior, não seja compensado pela baixa receita adicional gerada; e, (2) a idade de rotação é prolongada, permitindo que, em uma menor densidade de plantio, a receita líquida por hectare obtida no momento do corte seja superior àquela proveniente de uma densidade mais elevada. No maior espaçamento (menor densidade), a mortalidade é menos acentuada e a produção total, numa idade mais avançada, tende a se igualar àquela gerada pela maior densidade.

O efeito do sítio sobre a densidade inicial foi contrário àquele identificado por GOMES *et alii* (1998). Os autores consideraram a venda da madeira em pé na definição do melhor regime, não levando em conta o efeito dos custos de colheita.

A rotação foi prolongada nos piores sítios. Na situação intermediária de custos adotada nas simulações (50 km da fábrica, colheita em terreno plano e taxa de desconto de 8%), a melhor rotação foi de 11 anos nos Sítios I e II, 13 anos no Sítio III, 15 anos no Sítio IV e 16 anos no Sítio V. Esta tendência ocorreu em razão do comportamento do IMA em volume por hectare em função da classe de produtividade, conforme observado na TABELA 10B.

5.2.2.2 Taxa de desconto

O efeito da taxa de desconto sobre a melhor densidade de plantio ocorreu no Sítio II, para a distância de transporte de 85 km, como pode ser visto na TABELA 15. Neste caso, a melhor densidade foi de 1111 plantas por hectare para a taxa de 6%, e 1333 plantas por hectare para a taxa de 8%. O aumento da densidade está associado à redução significativa na rotação, que passou de 14 anos na taxa de 6% para 11 anos na taxa de 8%. Tal fato é explicado pelo comportamento da idade de máximo IMA em função da densidade de plantio adotada, conforme observado na TABELA 10B.

5.2.2.3 Custo de colheita

Em alguns casos, a condição de exploração definiu a melhor densidade de plantio, conforme identificado na TABELA 15. A 85 km fábrica, no Sítio I, a densidade diminuiu de 1667 plantas por hectare em áreas sem declividade para 1111 plantas por hectare em terrenos acidentados. Nessas situações, um maior volume por árvore explorada (obtido pela redução da densidade) é desejável para reduzir o efeito do elevado custo de colheita da madeira.

Nos sítios menos produtivos, a densidade escolhida foi de 1111 plantas por hectare, mesmo em terrenos sem declividade. Nesses sítios, quando se aumenta a densidade inicial, o custo adicional de colheita (decorrente do menor volume individual) se sobrepõe à baixa receita adicional gerada.

O aumento do custo de colheita, pela consideração de áreas acidentadas, provocou o prolongamento da melhor idade de corte. No Sítio IV, a 50 km da fábrica e na taxa de desconto de 10%, por exemplo, a idade de rotação aumentou de 13 anos em terreno plano para 15 anos em área acidentada. O adiamento do corte ocorre de modo a aumentar o volume por árvore explorada, e, conseqüentemente, amenizar o efeito do alto custo de colheita.

5.2.2.4 Distância de transporte da madeira para celulose

O acréscimo na distância de transporte provocou a redução da densidade de plantio, indicando que, a maiores distâncias da indústria, a receita adicional gerada por uma densidade maior torna-se inferior ao correspondente custo adicional de transporte. Um exemplo desta situação, identificado na TABELA 15, ocorreu no Sítio III, onde o aumento na distância da fábrica (de 15 para 50 km) alterou a densidade, de 2500 para 1111 plantas por hectare.

O aumento da distância de transporte provocou o prolongamento da rotação. No Sítio V e na taxa de desconto de 6%, por exemplo, quando a distância aumentou de 15 para 50 km, a rotação foi prolongada, de 16 para 19 anos. Na medida em que se reduz a rentabilidade, mediante o aumento na distância de transporte até a fábrica, aumenta a influência da taxa de desconto sobre o Valor Presente dos Custos. Neste caso, os custos de se manter a floresta em pé por mais algum tempo são inferiores à receita adicional gerada pelo aumento da produção no mesmo período, fazendo com que a melhor idade de corte seja alcançada mais tardiamente.

O prolongamento da rotação, decorrente do aumento no custo de transporte em regime “*pulpwood*” também foi identificado por GOMES *et alii* (1998).

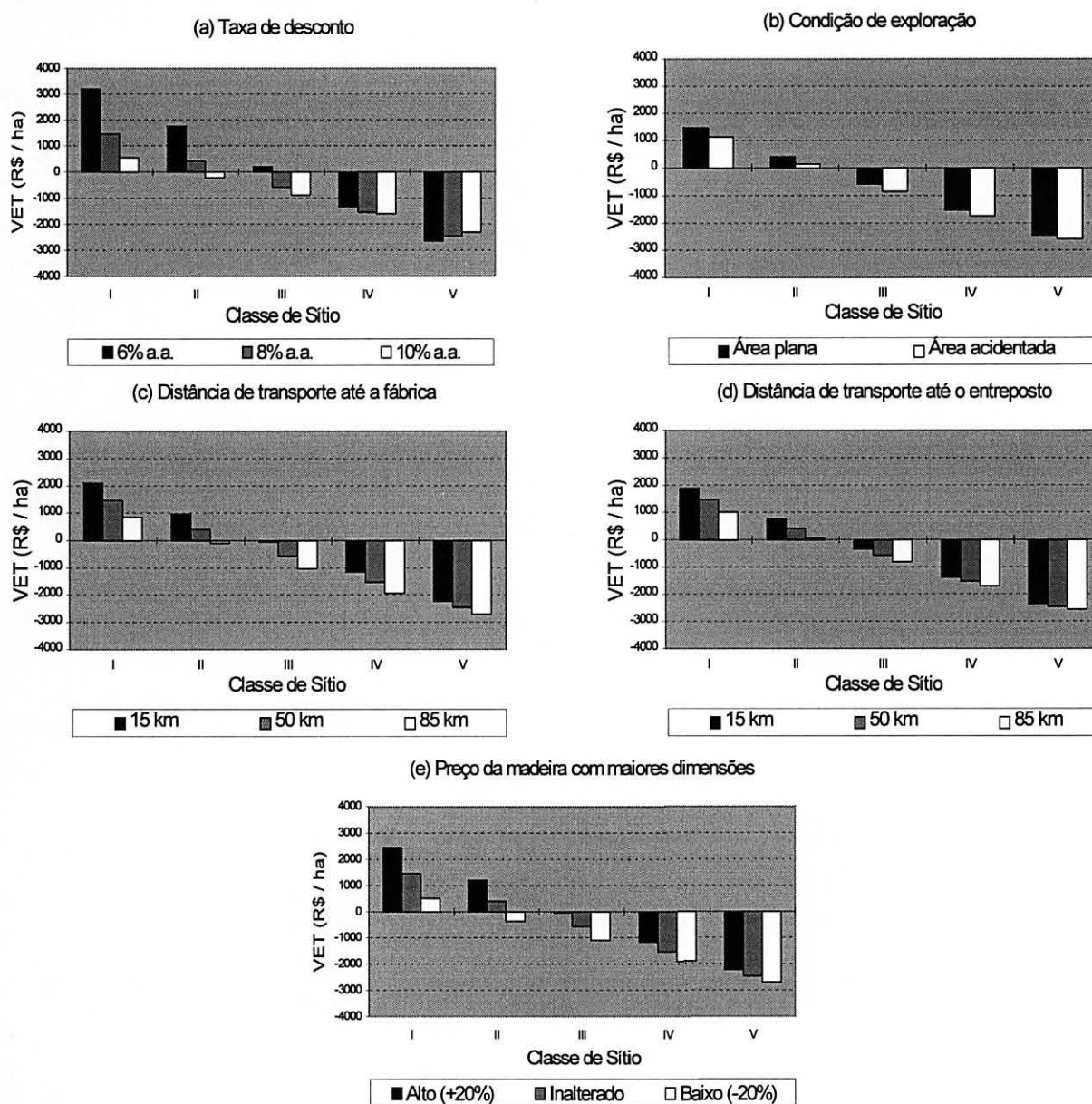
5.3 ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE E LAMINAÇÃO EM REGIME SEM DESBASTE

Na produção de madeira para celulose, laminação I e laminação II (Alternativa B), em regime sem desbaste, a rentabilidade foi obtida a partir do volume por sortimento estimado pelo “PISAPRO” (ANEXOS 1A a 1E). O máximo Valor Esperado da Terra obtido em cada sítio e em cada cenário de custos e preços é apresentado nos ANEXOS 4, 5 e 6.

5.3.1 Efeitos de alterações nos custos e preços sobre a rentabilidade

A FIGURA 7 apresenta exemplos do efeito de cada parâmetro de custos e preços sobre a rentabilidade dos regimes escolhidos em função do sítio.

FIGURA 7 - EFEITOS DOS CUSTOS E PREÇOS SOBRE O MÁXIMO VALOR ESPERADO DA TERRA (VET) DE REGIMES SEM DESBASTE, NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE E LAMINAÇÃO.



OBS: Cenário comparativo: taxa de desconto = 8% a.a.; 50 km da fábrica; 50 km do entreposto; preço inalterado; e, colheita em terreno plano.

Como pode ser visto na FIGURA 7(a), a alteração na taxa de desconto acarretou efeitos distintos sobre o VET. No sítio V, o aumento na taxa gerou maior rentabilidade. Nessa situação, o acréscimo na taxa de desconto provocou maior redução no valor presente dos custos do que no valor presente da receita.

Nos cenários onde os resultados de rentabilidade foram relativamente altos, o acréscimo na taxa de desconto (de 6% para 8% ou de 8% para 10%) provocou as mudanças mais significativas no VET, em comparação às alterações realizadas nos outros parâmetros, conforme identificado nos ANEXOS 4 a 6. Após a taxa de desconto, as alterações que mais afetaram a rentabilidade foram aquelas realizadas no preço da madeira de maiores dimensões e na distância de transporte da madeira para celulose, seguido pela mudança na distância de transporte da madeira grossa e, finalmente, pela alteração no custo de colheita.

Esta situação pode ser vista no ANEXO 5, no seguinte cenário: Sítio I, 15 km da fábrica, colheita em terreno plano, preço sem alteração e taxa de desconto de 8%. O VET, neste caso foi de R\$ 2112,00 / ha. O acréscimo no custo de colheita reduziu o VET para R\$ 1724,00 / ha. Já o aumento na distância de transporte até o entreposto (ANEXO 6) reduziu o VET para R\$ 1742,00 / ha. O aumento na distância de transporte até a fábrica, por sua vez, diminuiu o VET para R\$ 1458,00 / ha. O decréscimo no preço da madeira grossa reduziu o VET para R\$ 1300,00 / ha e o acréscimo na taxa de desconto gerou a maior redução, para R\$ 1105,00 / ha.

Na medida em que a rentabilidade tornou-se mais baixa (sítios menos produtivos, maiores custos de transporte e de colheita), o efeito da taxa de desconto passou a ser superado pelo efeito dos outros parâmetros. Nessas situações, aumenta a influência da taxa de desconto sobre o valor presente dos custos.

Nos sítios menos produtivos, o custo de colheita passou a produzir efeito levemente superior ao da distância de transporte da madeira grossa. Isto ocorreu em razão do menor volume individual e do menor volume de madeira grossa por hectare nesses sítios.

A distância de transporte até a fábrica passou a produzir efeito maior que o preço da madeira para laminação nos piores sítios (onde há menor produção de madeira para esta finalidade) e nas maiores distâncias de transporte até o entreposto (onde o valor da madeira grossa é reduzido em função do maior custo de transporte).

A TABELA 17 indica a máxima distância de transporte da madeira para celulose que forneceu Valor Esperado da Terra positivo em cada cenário simulado. Para uma mesma situação de sítio e de custos, essa distância é maior que aquela encontrada na produção exclusiva de madeira para celulose.

TABELA 17 – DISTÂNCIA MÁXIMA DE TRANSPORTE DA MADEIRA PARA CELULOSE (km) QUE PRODUZ “VET” POSITIVO NA “ALTERNATIVA B” (CELULOSE E LAMINAÇÃO), EM REGIME SEM DESBASTE.

Condição de colheita	Preço (laminação)	Classe de Sítio	15 Km do entreposto			50 Km do entreposto			85 Km do entreposto			
			Taxa de desconto (% a.a.)									
			6	8	10	6	8	10	6	8	10	
Terreno normal	Alto (+20%)	I	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
		II	85	85	85	85	85	50	85	85	50	
		III	85	50	15	85	15	---	85	15	---	
		IV	15	---	---	---	---	---	---	---	---	
		V	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	Normal	I	85	85	85	85	85	85	85	85	85	50
		II	85	85	15	85	50	15	85	50	15	
		III	50	15	---	50	---	---	15	---	---	
		IV	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		V	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	Baixo (-20%)	I	85	85	50	85	50	15	85	50	15	
		II	85	15	15	50	15	---	15	15	---	
		III	15	---	---	15	---	---	---	---	---	
		IV	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		V	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Terreno acidentado	Alto (+20%)	I	85	85	85	85	85	85	85	85	85	
		II	85	85	50	85	85	50	85	85	15	
		III	85	50	---	85	15	---	50	---	---	
		IV	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		V	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	Normal	I	85	85	85	85	85	50	85	85	15	
		II	85	50	15	85	50	15	50	15	---	
		III	50	---	---	15	---	---	15	---	---	
		IV	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		V	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	Baixo (-20%)	I	85	50	15	85	50	15	50	15	---	
		II	50	15	---	50	---	---	15	---	---	
		III	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		IV	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
		V	---	---	---	---	---	---	---	---	---	

onde: entreposto = local de venda da madeira para laminação.

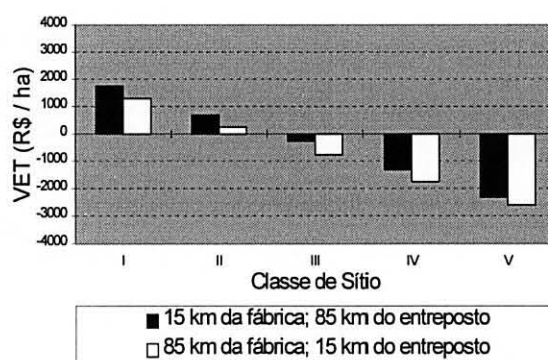
No sítio mais produtivo e nas condições mais favoráveis no que se refere aos outros parâmetros, a máxima distância que torna a rentabilidade positiva é, provavelmente, superior a 85 Km.

5.3.2 Efeito simultâneo das distâncias de transporte até a fábrica (celulose) e até o entreposto (laminação) sobre a rentabilidade

A FIGURA 8 apresenta a máxima rentabilidade em regime sem desbaste, em função de situações extremas de distância de transporte da madeira produzida: (a) perto da fábrica e longe do entreposto; e, (b) longe da fábrica e perto do entreposto.

O maior Valor Esperado da Terra é definido principalmente pelo baixo custo de transporte da madeira para celulose, uma vez que povoamentos localizados perto da fábrica e longe do entreposto forneceram rentabilidade superior àqueles localizados longe da fábrica e perto do entreposto.

FIGURA 8 - EFEITO SIMULTÂNEO DAS DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE ATÉ A FÁBRICA (CELULOSE) E ATÉ O ENTREPOSTO (LAMINAÇÃO), SOBRE O MÁXIMO “VET” DE REGIMES SEM DESBASTE.



OBS: Cenário adotado: taxa de desconto = 8% a.a.; preço inalterado; e, colheita em terreno plano.

O efeito da distância até a fábrica é mais significativo sobre a rentabilidade porque o alto preço da madeira grossa ameniza a influência do custo de transporte até o entreposto.

5.3.3 Fatores determinantes na escolha do melhor regime

Devido ao preço mais elevado da madeira para laminação e ao acentuado efeito do espaçamento sobre a produção de madeira grossa em regime sem desbaste (TABELA 11 A), foi selecionada a menor densidade inicial dentre as seis utilizadas nas simulações. O plantio de 1111 plantas por hectare maximizou a rentabilidade em todos os cenários simulados, uma vez que estimula o incremento em diâmetro, favorecendo a produção de madeira para laminação.

A melhor idade de corte variou de 11 a 21 anos. Esta variação ocorreu em virtude das alterações em parâmetros como índice de sítio, taxa de desconto, custo de colheita, distância de transporte da madeira para celulose, distância de transporte e preço da madeira com maiores dimensões, conforme apresentado nas TABELAS 18, 19 e 20.

A rotação econômica identificada por cenário (TABELAS 18, 19 e 20) foi normalmente inferior à rotação de máximo IMA em volume por hectare (TABELA 10B, na densidade de 1111 plantas por hectare).

Na menor taxa de desconto, a rotação econômica tornou-se maior que a rotação de máximo IMA na medida em que foram aumentados o preço da madeira grossa, a distância de transporte da madeira para celulose e o custo de colheita (alterações responsáveis pela prorrogação da rotação).

Tais conclusões também foram obtidas por RODRIGUEZ *et alii* (1997), que demonstraram que a rotação econômica pode se tornar maior que a rotação de máximo IMA, na medida em que se reduz a taxa de juros.

TABELA 18 - A MELHOR ROTAÇÃO (ANOS) EM REGIME SEM DESBASTE EM CADA CENÁRIO, NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE (VENDIDA NA FÁBRICA) E LAMINAÇÃO (VENDIDA A 15 km).

Condição de colheita	Preço (laminação)	Classe de Sítio	15 km da fábrica			50 km da fábrica			85 km da fábrica		
						Taxa de desconto (% a.a.)					
			6	8	10	6	8	10	6	8	10
Terreno normal	+ 20%	I	14	14	11	15	14	14	17	14	14
		II	16	15	11	16	15	15	18	16	15
		III	17	15	13	17	15	15	19	17	16
		IV	19	16	16	19	16	16	20	20	17
		V	20	19	19	20	19	19	21	20	19
	Inalterado	I	14	12	11	14	14	11	16	14	14
		II	16	13	11	16	15	11	17	15	15
		III	16	13	12	17	15	13	19	16	15
		IV	16	16	16	19	16	16	20	20	17
		V	20	19	16	20	19	19	21	20	19
	- 20%	I	13	11	11	14	13	11	15	14	14
		II	15	11	11	15	13	11	16	15	15
		III	15	12	12	15	13	12	19	15	15
		IV	16	15	15	16	16	15	19	16	16
		V	20	16	16	20	19	16	20	19	19
Terreno acidentado	+ 20%	I	14	14	11	15	14	14	17	14	14
		II	16	15	11	16	16	15	18	16	15
		III	17	15	13	19	16	15	19	17	16
		IV	19	16	16	19	16	16	20	20	17
		V	20	19	19	20	19	19	21	20	19
	Inalterado	I	14	12	11	14	14	12	16	14	14
		II	16	13	11	16	16	13	17	16	15
		III	16	13	12	17	16	13	19	16	16
		IV	17	16	16	19	16	16	20	20	17
		V	20	19	16	20	19	19	21	20	19
	- 20%	I	13	11	11	14	13	11	15	14	14
		II	15	11	11	15	13	11	16	15	15
		III	15	12	12	16	13	13	19	16	15
		IV	16	15	15	18	16	15	19	18	16
		V	20	18	16	20	19	18	20	19	19

OBS: Densidade inicial selecionada = 1111 plantas / ha.

TABELA 19 - A MELHOR ROTAÇÃO (ANOS) EM REGIME SEM DESBASTE EM CADA CENÁRIO, NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE (VENDIDA NA FÁBRICA) E LAMINAÇÃO (VENDIDA A 50 km).

Condição de colheita	Preço (laminação)	Classe de Sítio	15 km da fábrica			50 km da fábrica			85 km da fábrica		
						Taxa de desconto (% a.a.)					
			6	8	10	6	8	10	6	8	10
Terreno normal	+ 20%	I	14	14	11	15	14	14	17	14	14
		II	16	15	11	16	15	15	18	16	15
		III	17	15	13	17	15	15	19	17	15
		IV	17	16	16	19	16	16	19	19	16
		V	20	19	16	20	19	19	21	19	19
	Inalterado	I	14	11	11	14	14	11	15	14	14
		II	16	11	11	16	15	11	16	15	15
		III	16	13	12	17	15	13	19	15	15
		IV	16	16	16	19	16	16	19	16	16
		V	20	19	16	20	19	19	20	19	19
	- 20%	I	11	11	11	14	11	11	14	14	14
		II	15	11	11	15	11	11	16	15	15
		III	15	12	12	15	13	12	19	15	15
		IV	16	15	15	16	16	15	19	16	16
		V	20	16	16	20	19	16	20	19	19
Terreno acidentado	+ 20%	I	14	14	11	15	14	14	17	14	14
		II	16	15	11	16	16	15	18	16	15
		III	17	15	13	19	16	15	19	17	16
		IV	19	16	16	19	16	16	19	19	17
		V	20	19	19	20	19	19	21	19	19
	Inalterado	I	14	12	11	14	14	12	16	14	14
		II	16	12	11	16	16	13	17	16	15
		III	16	13	12	17	16	13	19	16	15
		IV	17	16	16	19	16	16	19	19	17
		V	20	19	16	20	19	19	21	19	19
	- 20%	I	13	11	11	14	12	11	15	14	14
		II	15	11	11	15	13	11	16	15	15
		III	15	12	12	16	13	12	19	16	15
		IV	16	15	15	16	16	15	19	16	16
		V	20	16	16	20	19	16	20	19	19

OBS: Densidade inicial selecionada = 1111 plantas / ha.

TABELA 20 - A MELHOR ROTAÇÃO (ANOS) EM REGIME SEM DESBASTE EM CADA CENÁRIO, NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE (VENDIDA NA FÁBRICA) E LAMINAÇÃO (VENDIDA A 85 km).

Condição de colheita	Preço (laminação)	Classe de Sítio	15 km da fábrica			50 km da fábrica			85 km da fábrica		
						Taxa de desconto (% a.a.)					
			6	8	10	6	8	10	6	8	10
Terreno normal	+ 20%	I	14	14	11	15	14	14	17	14	14
		II	16	15	11	16	15	15	18	16	15
		III	17	15	12	17	15	15	19	17	15
		IV	17	16	16	19	16	16	19	19	16
		V	20	19	16	20	19	19	21	19	19
	Inalterado	I	14	11	11	14	14	11	15	14	14
		II	16	11	11	16	15	11	16	15	15
		III	16	12	12	17	15	12	19	15	15
		IV	16	16	16	17	16	16	19	16	16
		V	20	18	16	20	19	18	20	19	19
	- 20%	I	11	10	10	14	11	11	14	14	13
		II	13	11	11	14	11	11	16	14	14
		III	14	12	12	15	12	12	19	15	15
		IV	16	15	14	16	16	15	19	16	16
		V	20	16	16	20	19	16	20	19	19
Terreno acidentado	+ 20%	I	14	14	11	15	14	14	17	14	14
		II	16	15	11	16	16	15	18	16	15
		III	17	15	13	19	16	15	19	17	16
		IV	18	16	16	19	16	16	19	19	17
		V	20	19	18	20	19	19	21	19	19
	Inalterado	I	14	11	11	14	14	11	15	14	14
		II	16	11	11	16	15	12	16	16	15
		III	16	13	12	17	15	13	19	16	15
		IV	17	16	16	19	16	16	19	19	17
		V	20	19	16	20	19	19	20	19	19
	- 20%	I	12	11	10	14	12	11	14	14	14
		II	13	11	11	15	12	11	16	15	15
		III	14	12	12	15	13	12	19	16	15
		IV	16	15	15	16	16	15	19	16	16
		V	20	16	16	20	19	16	20	19	19

OBS: Densidade inicial selecionada = 1111 plantas / ha.

O comportamento do melhor regime sem desbaste em função de alterações no sítio e nos parâmetros de custos e preços, na produção de madeira para celulose e laminação, é apresentado de forma esquemática na TABELA 21 e discutido na sequência.

TABELA 21 – COMPORTAMENTO DO MELHOR REGIME SEM DESBASTE EM FUNÇÃO DO SÍTIO E DOS CUSTOS E PREÇOS, NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE E LAMINAÇÃO.

	Melhor Sítio	> Taxa de desconto	> Custo de colheita	> Distância de transporte (celulose)	> Distância de transporte (laminação)	> Preço (laminação)
Densidade de plantio (N / ha)	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Idade de rotação (anos)	↓	↓	↑	↑	↓	↑

onde: ↑ = aumento da densidade ou prorrogação do corte; e,
↓ = redução da densidade ou antecipação do corte.

5.3.3.1 Sítio

A produção necessária para maximizar a rentabilidade foi alcançada mais tardiamente nos sítios inferiores. Na situação intermediária de custos e preços (50 km da fábrica, 50 km do entreposto, colheita em terreno plano, preço inalterado e taxa de desconto de 8%), conforme identificado na TABELA 19, as idades de rotação selecionadas foram de 14 anos no Sítio I, 15 anos nos Sítios II e III, 16 anos no Sítio IV e 19 anos no Sítio V.

5.3.3.2 Taxa de desconto

O aumento da taxa de desconto provocou a antecipação da melhor idade de rotação. Como pode ser visto na TABELA 19, na situação intermediária de custos e preços adotada nas simulações, o acréscimo na taxa (de 8% para 10%), no Sítio III, provocou a redução da idade de corte, de 15 para 13 anos.

5.3.3.3 Custo de colheita

O aumento do custo de colheita ocasionou o prolongamento da rotação, como pode ser observado na TABELA 19 (50 km do entreposto), no seguinte cenário: Sítio V, 15 km da fábrica, acréscimo no preço da madeira grossa e taxa de desconto de 10%. O maior custo de colheita, neste caso, provocou o adiamento da rotação, de 16 para 19 anos.

A postergação do corte propicia maior produção em volume por árvore explorada, de modo a amenizar o custo adicional causado pela colheita em área acidentada.

5.3.3.4 Distância de transporte da madeira para celulose

O aumento da distância de transporte até a indústria de papel e celulose causou o prolongamento da rotação. Um exemplo deste fato pode ser visto na TABELA 19, no seguinte cenário: Sítio I, colheita em terreno plano e acréscimo no preço da madeira grossa. Neste caso, a idade de rotação foi de 14 anos para a distância de transporte de 15 km até a fábrica, 15 anos para a distância de 50 km e 17 anos para a distância de 85 km.

Na medida em que se reduz a rentabilidade, mediante o aumento na distância de transporte até a fábrica, aumenta a influência da taxa de desconto sobre o Valor Presente dos Custos. Neste caso, os custos de se manter a floresta em pé por mais algum tempo são inferiores à receita adicional gerada pelo aumento da produção no mesmo período, fazendo com que a melhor idade de corte seja alcançada mais tardiamente.

5.3.3.5 Distância de transporte da madeira para laminação

O aumento da distância de transporte até o entreposto provocou a antecipação da rotação, como pode ser visto nas TABELAS 18 e 19, no seguinte cenário: Sítio II, 15 km da fábrica, colheita em terreno plano, preço inalterado e taxa de desconto de 8%. Neste caso, o

aumento na distância até o entreposto, de 15 para 50 km, reduziu a idade de rotação, de 13 para 11 anos.

Quando a distância de transporte da madeira para laminação é maior, os custos decorrentes do adiamento do corte (inclusive o custo adicional de transporte gerado pelo aumento na produção de madeira grossa) se sobrepõem à receita adicional produzida no mesmo período, fazendo com que a melhor idade de rotação seja alcançada mais cedo. Isto ocorre porque o efeito da taxa de desconto sobre o Valor Presente dos Custos não aumenta significativamente com o acréscimo na distância de transporte, devido ao preço relativamente alto da madeira para laminação.

O efeito provocado pelo aumento da distância de transporte da madeira para laminação sobre a melhor idade de corte foi contrário ao gerado pelo aumento na distância de transporte da madeira para celulose. Considerando que o acréscimo no custo de transporte reduz o preço da madeira em pé, tal fato pode ser explicado pelos resultados obtidos por REZENDE *et alii* (1996). Os autores demonstraram que alterações no preço podem surtir efeito diferenciado sobre a rotação, dependendo da relação entre a taxa de crescimento volumétrico e a taxa de desconto utilizada.

5.3.3.6 Preço da madeira para laminação

O aumento no preço da madeira de maiores dimensões ocasionou o prolongamento da rotação, conforme exemplifica o seguinte cenário: Sítio III, 15 km da fábrica, 50 km do entreposto (TABELA 19), colheita em terreno plano e taxa de desconto de 8%. Nesta situação, o acréscimo no preço da madeira grossa provocou o adiamento da rotação, de 13 para 15 anos. Este fato indica que os custos decorrentes da postergação do corte serão compensados pela receita adicional gerada no mesmo período, devido ao maior preço de venda da madeira para laminação.

O mesmo efeito sobre a rotação, decorrente do aumento no preço da madeira com maiores dimensões, foi identificado por OLIVEIRA (1995).

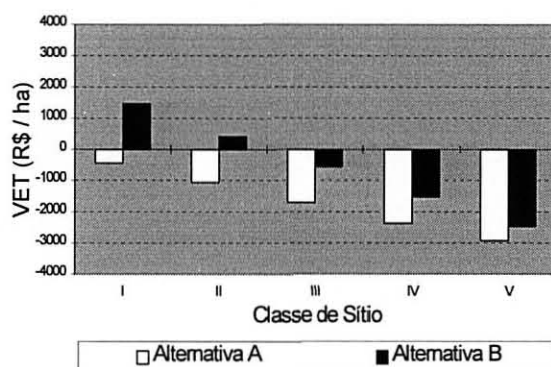
O acréscimo no preço da madeira grossa acarretou efeitos iguais aos provocados pela redução no custo de transporte desta madeira e pelo aumento no custo de transporte da madeira para celulose. Isto ocorreu porque tais alterações de custos e preços geram a necessidade de se aumentar a produção de madeira para laminação.

5.4 COMPARAÇÃO DA “ALTERNATIVA A” (CELULOSE) COM A “ALTERNATIVA B” (CELULOSE E LAMINAÇÃO), EM REGIME SEM DESBASTE

A FIGURA 9 ilustra o máximo Valor Esperado da Terra obtido nas duas alternativas avaliadas em regime sem desbaste, para a situação intermediária de custos e preços utilizada nas simulações.

O aproveitamento da madeira com maiores dimensões para laminação I e II proporcionou um aumento substancial na rentabilidade. Em sítios mais produtivos, este acréscimo foi ainda mais acentuado, como pode ser visto na FIGURA 9. O aumento no Valor Esperado da Terra, mediante alterações nas variáveis de custos e preços, também acentuou o efeito do preço diferenciado da madeira com maiores dimensões.

FIGURA 9 - O MÁXIMO “VET” NA “ALTERNATIVA A” (CELULOSE) E NA “ALTERNATIVA B” (CELULOSE E LAMINAÇÃO), EM REGIME SEM DESBASTE.



OBS: Cenário adotado: taxa de desconto = 8% a.a.; 50 km da fábrica; 50 km do entreposto (Alternativa B); preço inalterado (Alternativa B); e, colheita em terreno plano.

Na “Alternativa A” (celulose), por ser desejável um maior volume comercial por unidade de área, sem restrições quanto às dimensões da madeira, foram selecionadas densidades de plantio mais elevadas. Isto não ocorreu nos sítios menos produtivos, em razão do maior custo de colheita e do aumento na idade de corte, conforme discutido anteriormente, no item 5.2.2.1.

A consideração de preços diferenciados para as toras com maiores dimensões provocou o prolongamento da rotação.

Um exemplo desses efeitos sobre o melhor regime pode ser visto na situação intermediária de custos e preços, conforme ilustrado na TABELA 22. A redução na densidade de plantio e a realização do corte em idades mais avançadas permitem o aumento da produção de madeira com preço superior (laminação), compensando os custos decorrentes da manutenção da floresta no mesmo período.

TABELA 22 – O MELHOR REGIME SEM DESBASTE NA “ALTERNATIVA A” (CELULOSE) E NA “ALTERNATIVA B” (CELULOSE E LAMINAÇÃO).

Classe de Sítio	Alternativa A (celulose)		Alternativa B (celulose e laminação)	
	Densidade inicial (N / ha)	Rotação (anos)	Densidade inicial (N / ha)	Rotação (anos)
I	1667	11	1111	14
II	2500	11	1111	15
III	1111	13	1111	15
IV	1111	15	1111	16
V	1111	16	1111	19

Cenário adotado: taxa de desconto = 8% a.a.; 50 km da fábrica; 50 km do entreposto (Alternativa B); preço inalterado (Alternativa B); e, colheita em terreno plano.

A mudança na melhor idade de rotação, decorrente de alterações nos parâmetros de custos e preços, ocorreu de forma mais freqüente na produção de madeira para celulose e laminação, uma vez que o preço diferenciado para a madeira grossa permite uma variação mais significativa na receita em decorrência do adiamento ou da antecipação do corte.

5.5 ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO EXCLUSIVA DE MADEIRA PARA CELULOSE EM REGIME COM UM DESBASTE

Na produção exclusiva de madeira para celulose (Alternativa A), os dados de produção utilizados no cálculo da rentabilidade, para cada regime de manejo com um desbaste simulado por sítio (ANEXOS 2A a 2E), equivalem à soma dos volumes por sortimento provenientes do desbaste e do corte raso.

O ANEXO 7 mostra o maior Valor Esperado da Terra (VET) obtido em cada cenário simulado.

5.5.1 Efeitos de alterações nos custos sobre a rentabilidade

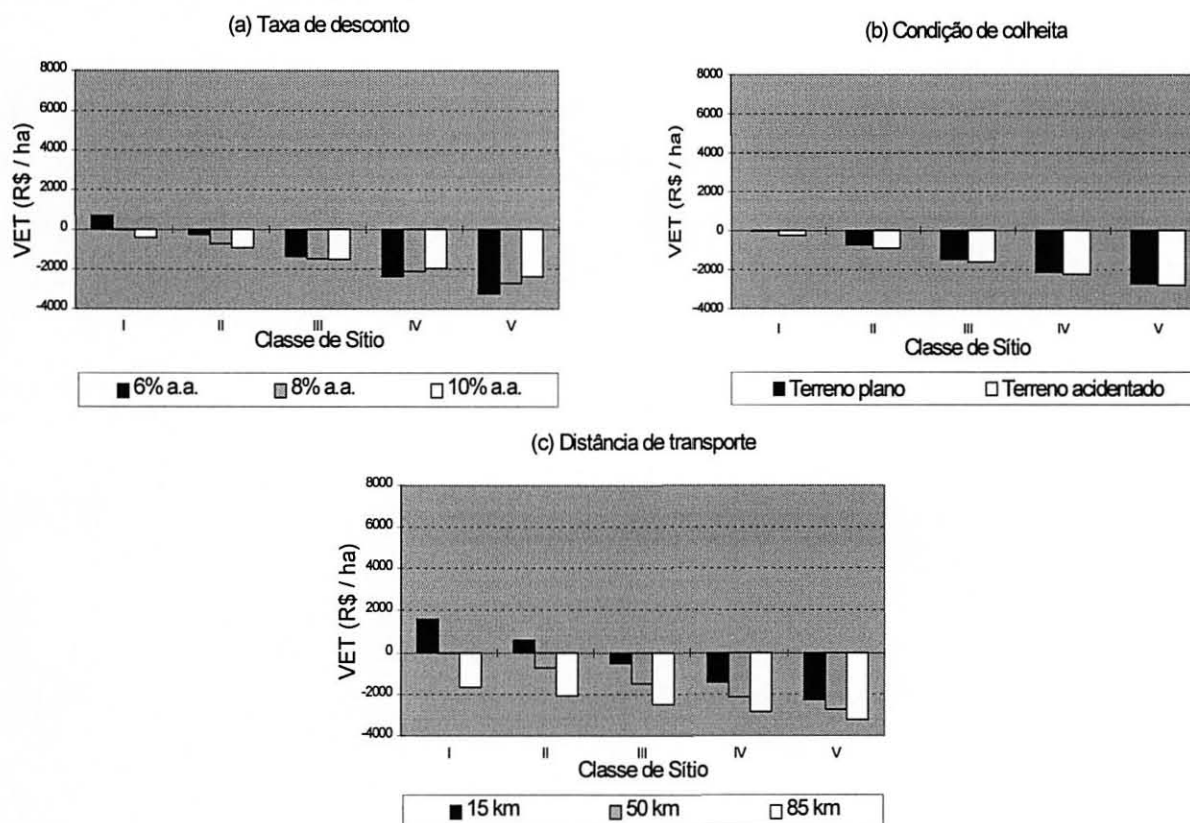
Exemplos do efeito de cada parâmetro utilizado na análise econômica sobre a rentabilidade dos regimes com um desbaste escolhidos em função do sítio, na produção exclusiva de madeira para celulose, podem ser observados na FIGURA 10.

A alteração na taxa de desconto provocou efeitos distintos sobre a rentabilidade, como pode ser visto na FIGURA 10(a). Nos sítios IV e V, o aumento na taxa gerou maior Valor Esperado da Terra. Nessas situações, o acréscimo na taxa de desconto provocou maior redução no valor presente dos custos do que no valor presente das receitas.

Em todos os cenários simulados, as alterações na distância de transporte produziram efeito maior sobre o VET, em relação às alterações realizadas na taxa de desconto e no custo de colheita, como pode ser visto no ANEXO 7. No Sítio III e na situação intermediária com relação aos custos adotados (colheita em terreno plano, a 50 km da fábrica e taxa de desconto de 8%), por exemplo, o VET foi de R\$ -1474,00 / ha. O aumento na taxa de desconto, para 8%, reduziu o VET para R\$ -1500,00 / ha. Já o acréscimo no custo de colheita diminuiu o VET para R\$ - 1610,00 / há, e o aumento na distância de transporte, para 85 km, acarretou a

maior redução, para R\$ - 2485,00 / ha.

FIGURA 10 - EFEITOS DOS CUSTOS SOBRE O MÁXIMO VALOR ESPERADO DA TERRA (VET) DE REGIMES COM UM DESBASTE, NA PRODUÇÃO EXCLUSIVA DE MADEIRA PARA CELULOSE.



OBS: Cenário comparativo: taxa de desconto = 8% a.a.; 50 km da fábrica; e, colheita em terreno plano.

A mudança na taxa de desconto provocou efeito maior que a alteração no custo de colheita nos Sítios I, II e III, a 15 km da fábrica, e somente nos Sítios I e II a 50 km da fábrica (cenários onde a rentabilidade é maior).

Na medida em que se reduziu a rentabilidade (mediante alterações simultâneas no sítio e/ou nas variáveis de custos), a alteração no custo de colheita passou a produzir efeito maior que a mudança na taxa de desconto.

A TABELA 23 indica as situações em que se obteve rentabilidade positiva, em função da distância de transporte, na produção exclusiva de madeira para celulose em regime

com um desbaste. Observa-se que, para uma mesma situação de sítio e de custos, esta distância tende a ser maior que aquela identificada em regime sem desbaste.

TABELA 23 - DISTÂNCIA MÁXIMA DE TRANSPORTE (km) QUE PRODUZ “VET” POSITIVO NA “ALTERNATIVA A” (CELULOSE), EM REGIME COM UM DESBASTE.

Condição de colheita	Classe de Sítio	Taxa de desconto (% a.a.)		
		6	8	10
Terreno plano	I	50	15	15
	II	15	15	15
	III	15	---	---
	IV	---	---	---
	V	---	---	---
Terreno acidentado	I	50	15	15
	II	15	15	---
	III	---	---	---
	IV	---	---	---
	V	---	---	---

5.5.2 Fatores determinantes na escolha do melhor regime

A TABELA 24 mostra o regime com um desbaste que forneceu maior rentabilidade em cada cenário simulado, na produção exclusiva de madeira para celulose.

A densidade de plantio selecionada em função da máxima rentabilidade (3333 plantas por hectare) é a mesma que permite a maximização do IMA em volume total por hectare (TABELA 12A). A escolha da maior densidade indica que a alteração do espaçamento não provoca influência significativa sobre os custos de colheita na idade do desbaste. Tal densidade é desejável para maximizar a receita líquida proveniente do desbaste.

No regime selecionado através do Valor Esperado da Terra (TABELA 24), dependendo do sítio e dos parâmetros de custos adotados, a idade do desbaste foi antecipada, a densidade remanescente diminuiu e a idade de rotação foi prolongada, em relação ao regime de máximo IMA (TABELA 12B, na densidade de plantio de 3333 plantas por hectare). Isto ocorreu em razão de efeitos de determinados parâmetros de custos sobre o melhor regime, conforme apresentado na TABELA 25 e discutido na sequência.

TABELA 24 – A MELHOR ROTAÇÃO (ANOS) E O MELHOR REGIME COM UM DESBASTE EM CADA CENÁRIO, NA PRODUÇÃO EXCLUSIVA DE MADEIRA PARA CELULOSE.

Condição de colheita	Classe de Sítio	15 km da fábrica			50 km da fábrica			85 km da fábrica		
		Taxa de desconto (% a.a.)								
		6	8	10	6	8	10	6	8	10
Terreno normal	I	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	II	*18	15	15	*18	15	15	*18	15	15
	III	*21	*15	*15	*21	*15	*15	*15	*15	*15
	IV	*15	*15	*15	*15	*15	*15	*15	*15	*15
	V	*18	*15	*15	*18	*15	*15	*18	*18	*15
Terreno acidentado	I	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	II	*18	15	15	*18	15	15	**21	15	15
	III	*21	*15	*15	*21	*15	*15	*15	*15	*15
	IV	*15	*15	*15	*15	*15	*15	*15	*15	*15
	V	*18	*15	*15	*18	*18	*15	*18	*18	*15

onde: Densidade de plantio = 3333 plantas por hectare.

Idade do desbaste: ** 12 anos;

* 9 anos; e,

demaís casos: 6 anos.

Densidade após o desbaste: ■ 700 árvores por hectare; e,

demaís casos: 400 árvores por hectare.

TABELA 25 – COMPORTAMENTO DO MELHOR REGIME COM UM DESBASTE EM FUNÇÃO DO SÍTIO E DOS CUSTOS, NA PRODUÇÃO EXCLUSIVA DE MADEIRA PARA CELULOSE.

	Melhor sítio	> Taxa de desconto	> Custo de colheita	> Distância de transporte
Densidade de plantio (N / ha)	-----	-----	-----	-----
Idade do desbaste (anos)	↓	↓	↑	↑
Densidade pós-desbaste (N / ha)	↓	↑	-----	↑
Idade de rotação (anos)	↓	↓	↑	↑ ↓*

* quando houve aumento simultâneo da densidade após o desbaste.

onde: ↑ = aumento da densidade ou prorrogação do corte; e,

↓ = redução da densidade ou antecipação do corte.

5.5.2.1 Sítio

A idade de desbaste que maximizou a rentabilidade foi de 6 anos nos sítios mais produtivos e de 9 anos nos sítios inferiores, como pode ser visto na TABELA 24. Isto ocorreu porque, nos melhores sítios, as árvores atingem dimensões adequadas ao desbaste em uma idade menor. Além disto, nesses sítios, as árvores remanescentes apresentam condições mais adequadas de crescimento individual.

Nos melhores sítios, a melhor densidade após o desbaste foi de 400 árvores por hectare, enquanto que, nos sítios inferiores, esta densidade foi de 700 árvores por hectare. Isto se deve ao efeito significativo dos sítios de melhor qualidade sobre o crescimento das árvores remanescentes. Nesses sítios, uma densidade menor após o desbaste ocasiona um crescimento individual bastante acentuado, ao ponto de proporcionar, na idade do corte final, uma receita líquida por unidade de área superior à proveniente de uma densidade mais elevada. Além disto, a alta resposta dos sítios mais produtivos a um desbaste mais pesado compensa o alto custo de colheita deste desbaste.

A idade de rotação está diretamente relacionada ao Sítio e, conseqüentemente, à densidade após o desbaste. Conforme observado na TABELA 24, essa idade aumentou nos piores sítios quando a densidade após o desbaste permaneceu inalterada. Para povoamentos localizados a 15 km da fábrica, na taxa de desconto de 6%, a melhor idade de rotação foi de 15 anos no Sítio I, 18 anos no Sítio II e 21 anos no Sítio III. Nesses sítios, a melhor densidade após o desbaste foi de 400 árvores por hectare. No Sítio IV, a idade de rotação caiu para 15 anos, uma vez que a densidade após o desbaste subiu para 700 árvores por hectare. Quanto maior a densidade, mais cedo ocorre a estagnação do crescimento.

A 85 km da fábrica, para colheita em terreno acidentado e taxa de desconto de 6%, verificou-se o mesmo com relação à melhor idade de desbaste, que foi de 6 anos no Sítio I e 12 anos no Sítio II. Nesses sítios, a melhor densidade remanescente do desbaste foi de 400 árvores por hectare. No Sítio III, onde a densidade após o desbaste passou para 700 árvores por hectare, a idade do mesmo caiu para 9 anos. Neste caso, o desbaste mais leve foi antecipado, para propiciar condições de crescimento ao povoamento remanescente.

5.5.2.2 Taxa de desconto

O aumento da taxa de desconto proporcionou redução nas idades do desbaste e da rotação, como pode ser visto na TABELA 24.

No Sítio III e nas distâncias de 15 e 50 km da fábrica, o acréscimo na taxa de desconto (de 6% para 8%) provocou o aumento da densidade após o desbaste (de 400 para 700 árvores por hectare). Isto está relacionado ao efeito do aumento na taxa de desconto sobre a idade do corte final, que passou de 21 para 15 anos. Numa rotação mais curta, densidades maiores após o desbaste são preferíveis para maximizar a produção em volume para celulose.

5.5.2.3 Custo de colheita

A alteração no custo de colheita não provocou mudanças nas densidades de plantio e remanescente do desbaste, conforme identificado na TABELA 24.

No cenário simulado no Sítio II, a 85 km da fábrica e taxa de desconto de 6%, o acréscimo no custo de colheita provocou o adiamento do desbaste (de 9 para 12 anos) e da rotação (de 18 para 21 anos). O prolongamento do corte é desejável para aumentar o volume individual, de modo a amenizar o efeito do alto custo de colheita em terreno acidentado.

5.5.2.4 Distância de transporte da madeira para celulose

No Sítio III e na taxa de desconto de 6%, o acréscimo na distância de transporte (de 50 para 85 km) provocou o aumento da densidade remanescente do desbaste (de 400 para 700 árvores por hectare). Este aumento na densidade após o desbaste, por sua vez, ocasionou a redução da idade de rotação, de 21 para 15 anos (na maior densidade, a estagnação do crescimento ocorre mais cedo). Nesta situação, o efeito da alteração no custo de transporte se dá, provavelmente, no momento do desbaste. Numa maior distância, a receita adicional gerada por um desbaste mais pesado (para 400 árvores por hectare) torna-se inferior aos correspondentes custos adicionais de transporte e colheita.

Onde a densidade após o desbaste não foi alterada, verificou-se o prolongamento da rotação em função do aumento na distância de transporte. No Sítio II, para colheita em terreno acidentado e taxa de desconto de 6%, o aumento na distância de transporte (de 50 para 85 km), além de provocar o prolongamento da rotação (de 18 para 21 anos), ocasionou também o adiamento do desbaste (de 9 para 12 anos). Na medida em que se reduz a rentabilidade, mediante o aumento na distância de transporte, aumenta o efeito da taxa de desconto sobre o Valor Presente dos Custos. Neste caso, os custos de se manter a floresta em pé são inferiores à receita adicional gerada pelo aumento da produção no mesmo período.

5.6 ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE E LAMINAÇÃO EM REGIME COM UM DESBASTE

Na produção de madeira para celulose, laminação I e laminação II (Alternativa B), o cálculo da rentabilidade foi feito a partir do volume por sortimento, estimado pelo programa “PISAPRO”, em cada regime de manejo com um desbaste simulado por sítio, conforme apresentado nos ANEXOS 2A a 2E.

Os resultados de rentabilidade, referentes ao Valor Esperado da Terra (VET), dos regimes com um desbaste selecionados em cada classe de sítio e em cada cenário de custos e preços, são apresentados nos ANEXOS 8, 9 e 10.

5.6.1 Efeitos de alterações nos custos e preços sobre a rentabilidade

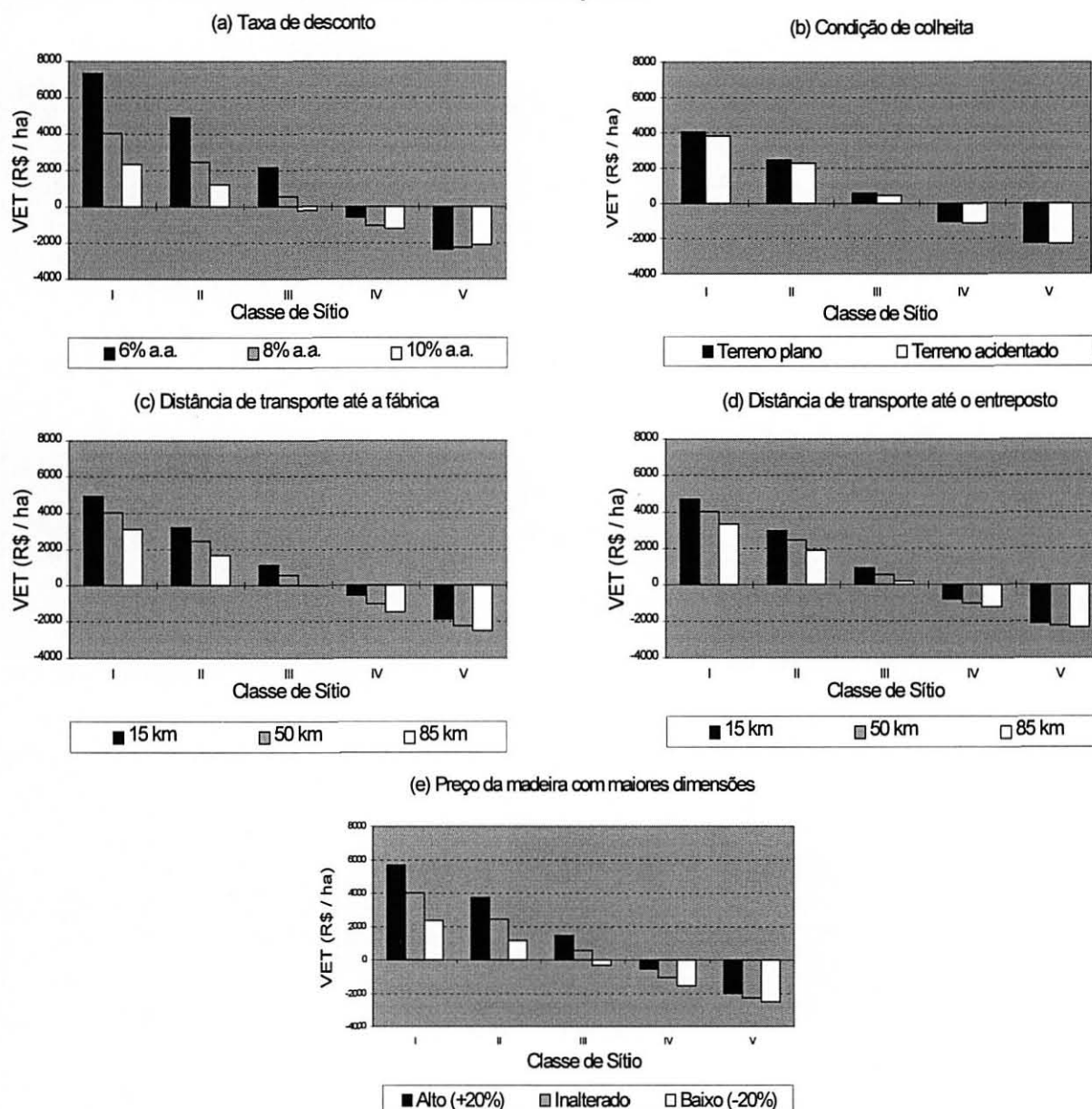
A FIGURA 11 exemplifica o comportamento do máximo Valor Esperado da Terra em regime com um desbaste, em função de alterações nos cenários de custos e preços, na produção de madeira para celulose e laminação.

Como pode ser visto na FIGURA 11(a), o aumento da taxa de desconto provocou efeitos distintos sobre a rentabilidade (no sítio V, o acréscimo na taxa gerou maior Valor Esperado da Terra). Tais efeitos são discutidos posteriormente, no item 10.2..

Nas situações mais favoráveis com relação ao sítio e aos custos e preços, a alteração na taxa de desconto (de 6% para 8% ou de 8% para 10%) produziu maior efeito sobre a rentabilidade, em relação a alterações nos outros parâmetros da análise econômica. Um exemplo pode ser visto no ANEXO 9, no Sítio I e na situação intermediária com respeito aos custos e preços adotados (50 km da fábrica, colheita em terreno plano, preço inalterado e taxa de desconto de 8%). Neste caso, o VET foi de R\$ 4039,00 / ha. O acréscimo no custo de colheita reduziu o VET para R\$ 3823,00 / ha. O aumento na distância de transporte até o

entrepasto, para 85 km (ANEXO 10), provocou a queda do VET para R\$ 3345,00 / ha e o aumento na distância até a fábrica, para 85 km, reduziu o mesmo para R\$ 3131,00 / ha. A redução de 20% no preço da madeira grossa gerou um VET de R\$ 2393,00 / ha e o acréscimo na taxa de desconto, para 10%, provocou a diminuição mais acentuada, para R\$ 2348,00 / ha.

FIGURA 11 - EFEITOS DOS CUSTOS E PREÇOS SOBRE O MÁXIMO VALOR ESPERADO DA TERRA (VET) DE REGIMES COM UM DESBASTE, NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE E LAMINAÇÃO.



OBS: Cenário comparativo: taxa de desconto = 8% a.a.; 50 km da fábrica; 50 km do entreposto; preço inalterado; e, colheita em terreno plano.

Alterações no preço da madeira com maiores dimensões, na distância de transporte e no custo de colheita passaram a produzir efeito maior que a mudança na taxa de desconto nas situações de rentabilidade mais baixa (piores sítios e/ou condições menos favoráveis com relação aos parâmetros de custos e preços).

Em todos os cenários simulados, verificou-se que as alterações na distância de transporte até a fábrica (celulose) provocaram efeito superior sobre a rentabilidade, em relação às alterações na distância até o entreposto (laminação).

As mudanças no custo de colheita produziram o menor impacto sobre a rentabilidade, em relação aos outros parâmetros de custos e preços adotados.

A TABELA 26 mostra as situações em que se obteve rentabilidade positiva, em função da distância de transporte até a fábrica, na produção de madeira para celulose e laminação, em regime com um desbaste. Para uma mesma situação de sítio e de custos, essa distância tende a ser maior que aquela identificada na “Alternativa A” (celulose) e em regime sem desbaste na “Alternativa B” (celulose e laminação).

TABELA 26 – DISTÂNCIA MÁXIMA DE TRANSPORTE DA MADEIRA PARA CELULOSE (km) QUE PRODUZ “VET” POSITIVO NA “ALTERNATIVA B” (CELULOSE E LAMINAÇÃO), EM REGIME COM UM DESBASTE.

Condição de colheita	Preço (laminacao)	Classe de Sítio	15 Km do entreposto			50 Km do entreposto			85 Km do entreposto		
			Taxa de Desconto (% a.a.)			Taxa de Desconto (% a.a.)			Taxa de Desconto (% a.a.)		
			6	8	10	6	8	10	6	8	10
Terreno plano	Alto (+20%)	I	85	85	85	85	85	85	85	85	85
		II	85	85	85	85	85	85	85	85	85
		III	85	85	85	85	85	50	85	85	50
		IV	85	15	---	50	---	---	15	---	---
		V	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Inalterado	I	85	85	85	85	85	85	85	85	85
		II	85	85	85	85	85	85	85	85	85
		III	85	85	50	85	50	15	85	50	---
		IV	15	---	---	15	---	---	---	---	---
		V	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Baixo (-20%)	I	85	85	85	85	85	85	85	85	85
		II	85	85	85	85	85	50	85	50	15
		III	85	50	---	50	15	---	50	---	---
		IV	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		V	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Terreno acidentado	Alto (+20%)	I	85	85	85	85	85	85	85	85	85
		II	85	85	85	85	85	85	85	85	85
		III	85	85	85	85	85	50	85	85	50
		IV	85	15	---	50	---	---	15	---	---
		V	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Inalterado	I	85	85	85	85	85	85	85	85	85
		II	85	85	85	85	85	85	85	85	85
		III	85	85	15	85	50	15	85	50	---
		IV	15	---	---	---	---	---	---	---	---
		V	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Baixo (-20%)	I	85	85	85	85	85	85	85	85	50
		II	85	85	50	85	85	50	85	50	15
		III	85	15	---	50	15	---	15	---	---
		IV	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		V	---	---	---	---	---	---	---	---	---

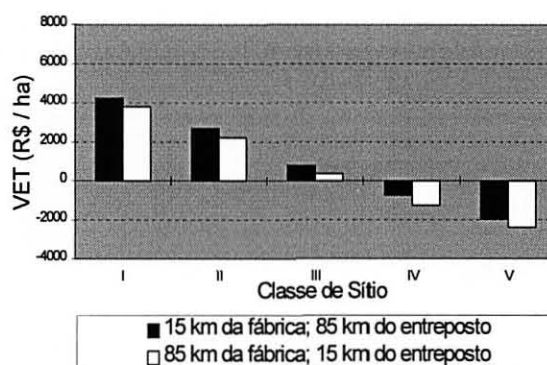
onde: entreposto = local de venda da madeira para laminação.

5.6.2 Efeito simultâneo das distâncias de transporte até a fábrica (celulose) e até o entreposto (laminação) sobre a rentabilidade

A FIGURA 12 ilustra o efeito de duas situações extremas sobre a rentabilidade obtida no melhor regime com um desbaste, no que se refere à distância de transporte dos produtos gerados: (a) 15 km da fábrica e 85 km do entreposto; e, (b) 85 km da fábrica e 15 km do entreposto.

A distância de transporte da madeira para celulose é fator mais importante para definir a maior rentabilidade, em relação à distância de transporte da madeira grossa. Isto ocorre porque o alto preço de venda da madeira para laminação ameniza o efeito do custo de transporte até o entreposto.

FIGURA 12 - EFEITO SIMULTÂNEO DAS DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE ATÉ A FÁBRICA (CELULOSE) E ATÉ O ENTREPOSTO (LAMINAÇÃO) SOBRE O MÁXIMO “VET” DE REGIMES COM UM DESBASTE.



OBS: Cenário adotado: taxa de desconto = 8% a.a.; preço inalterado; e, colheita em terreno plano.

5.6.3 Fatores determinantes na escolha do melhor regime

Na produção de madeira para celulose e laminação, os regimes com um desbaste que forneceram a máxima rentabilidade, em função dos cenários de custos e preços simulados, são apresentados nas TABELAS 27, 28 e 29.

No regime de manejo selecionado em função da máxima rentabilidade (TABELAS 27 a 29), dependendo do sítio e dos cenários de custos e preços adotados, a densidade de plantio diminuiu em relação àquela verificada no regime que produz o máximo IMA em volume total (3333 plantas por hectare). Nas TABELAS 27 a 29, verifica-se que a idade do desbaste foi antecipada, a densidade remanescente diminuiu e a rotação foi prolongada, em relação ao regime de máximo IMA apresentado na TABELA 12B. Isto ocorreu em razão do efeito significativo de determinados parâmetros de análise econômica sobre o melhor regime. O preço mais alto da madeira com maiores dimensões, por exemplo, tende a gerar um regime que maximize a produção desta madeira ao longo da rotação.

TABELA 27 - O MELHOR REGIME COM UM DESBASTE EM CADA CENÁRIO, NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE (VENDIDA NA FÁBRICA) E LAMINAÇÃO (VENDIDA A 15 km).

			15 km da fábrica						50 km da fábrica						85 km da fábrica					
Condição de colheita	Preço (laminação)	Classe de Sítio	Taxa de desconto (% a.a.)																	
			6		8		10		6		8		10		6		8		10	
			DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF
Terreno normal	+ 20%	I	3333	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15
		II	3333	18	3333	18	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	2500	18
		IV	2500	18	3333	15	3333	15	2500	21	2500	18	3333	15	2500	21	2500	18	2500	15
		V	2000	*21	2000	21	2000	18	2000	21	2000	21	2000	18	1333	21	1333	21	1333	18
	Inalterado	I	3333	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15
		II	3333	18	3333	18	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18
		IV	2500	18	3333	15	3333	15	2500	21	3333	15	3333	15	2500	21	2500	18	2500	15
		V	2500	*21	3333	*21	3333	*18	2000	21	2000	21	2000	18	2000	21	1333	21	1333	18
	- 20%	I	3333	18	3333	15	3333	15	3333	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15
		II	3333	18	3333	18	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18
		IV	3333	15	3333	15	3333	15	2500	18	3333	15	3333	15	2500	21	2500	18	2500	15
		V	3333	*21	3333	*18	3333	*18	3333	*21	3333	*21	3333	*18	2000	21	2000	21	2000	18
Terreno acidentado	+ 20%	I	3333	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	18	2500	15
		II	3333	18	3333	18	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	2500	18
		IV	2500	21	3333	15	3333	15	2500	21	2500	18	3333	15	2500	21	2500	18	2500	15
		V	2000	*21	2000	21	2000	18	2000	21	2000	21	2000	18	1111	21	1111	21	1333	18
	Inalterado	I	3333	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15
		II	3333	18	3333	18	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	2500	18
		IV	2500	18	3333	15	3333	15	2500	21	3333	15	3333	15	2500	21	2500	18	2500	15
		V	2500	*21	3333	*21	3333	*18	2000	21	2000	21	2000	18	1111	21	1111	21	1333	18
	- 20%	I	3333	18	3333	15	3333	15	3333	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15
		II	3333	18	3333	18	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	*21	3333	*21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18
		IV	3333	15	3333	15	3333	15	2500	18	3333	15	3333	15	2500	21	2500	18	2500	15
		V	3333	*21	3333	*18	3333	*18	3333	*21	3333	*21	3333	*18	2000	21	1333	21	2000	18

onde: DI = densidade inicial (N / ha); e, CF = idade do corte final (anos).

Idade do desbaste: * 9 anos; e,
demais casos: 6 anos.


Densidade após o desbaste:  700 árvores por hectare; e,
demais casos: 400 árvores por hectare.

TABELA 28 - O MELHOR REGIME COM UM DESBASTE EM CADA CENÁRIO, NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE (VENDIDA NA FÁBRICA) E LAMINAÇÃO (VENDIDA A 50 km).

Condição de colheita	Preço (laminação)	Classe de Sítio	15 km da fábrica						50 km da fábrica						85 km da fábrica					
			Taxa de desconto (% a.a.)																	
			6		8		10		6		8		10		6		8		10	
		DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	
Terreno normal	+ 20%	I	3333	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15
		II	3333	18	3333	18	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	2500	18
		IV	2500	18	3333	15	3333	15	2500	21	2500	18	3333	15	2500	21	2500	18	2500	15
		V	2500	*21	3333	*21	3333	*18	2000	21	2000	21	2000	18	1333	21	1333	21	1333	18
	Inalterado	I	3333	18	3333	15	3333	15	3333	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15
		II	3333	18	3333	18	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18
		IV	3333	15	3333	15	3333	15	2500	18	3333	15	3333	15	2500	21	2500	18	2500	15
		V	3333	*21	3333	*18	3333	*18	2000	21	2000	18	2000	18	2000	21	2000	18	1333	18
	- 20%	I	3333	18	3333	15	3333	15	3333	18	3333	15	3333	15	2500	18	2500	15	2500	15
		II	3333	18	3333	15	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	*21	3333	*21	3333	15	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18
		IV	3333	15	3333	15	3333	15	3333	15	3333	15	3333	15	2500	21	3333	15	3333	15
		V	3333	*21	3333	*18	3333	*18	3333	*21	3333	*18	3333	*18	2000	21	2000	18	2000	18
Terreno acidentado	+ 20%	I	3333	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	18	2500	15
		II	3333	18	3333	18	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	2500	18
		IV	2500	21	3333	15	3333	15	2500	21	2500	18	3333	15	2500	21	2500	18	2500	15
		V	2500	*21	3333	*21	3333	*18	2000	21	2000	21	2000	18	1333	21	1333	21	1333	18
	Inalterado	I	3333	18	3333	15	3333	15	2500	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15
		II	3333	18	3333	18	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18
		IV	3333	15	3333	15	3333	15	2500	21	3333	15	3333	15	2500	21	2500	18	2500	15
		V	3333	*21	3333	*18	3333	*18	2000	21	2000	18	2000	18	2000	21	2000	18	2000	18
	- 20%	I	3333	18	3333	15	3333	15	3333	18	3333	15	3333	15	2500	18	2500	15	2500	15
		II	3333	18	3333	15	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	*21	3333	*21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18
		IV	3333	15	3333	15	3333	15	3333	15	3333	15	3333	15	2500	21	2500	15	3333	15
		V	3333	*21	3333	*18	3333	*18	3333	*21	3333	*18	3333	*18	2000	21	2000	18	2000	18

onde: DI = densidade inicial (N / ha); e, CF = idade do corte final (anos).

Idade do desbaste: * 9 anos; e,
demais casos: 6 anos.



Densidade após o desbaste:  700 árvores por hectare; e,
demais casos: 400 árvores por hectare.

TABELA 29 - O MELHOR REGIME COM UM DESBASTE EM CADA CENÁRIO, NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE (VENDIDA NA FÁBRICA) E LAMINAÇÃO (VENDIDA A 85 km).

Condição de colheita	Preço (laminação)	Classe de Sítio	15 km da fábrica						50 km da fábrica						85 km da fábrica					
			Taxa de desconto (% a.a.)																	
			6		8		10		6		8		10		6		8		10	
		DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	DI	CF	
Terreno normal	+ 20%	I	3333	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15
		II	3333	18	3333	18	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	2500	18
		IV	2500	18	3333	15	3333	15	2500	21	3333	15	3333	15	2500	21	2500	18	2500	15
		V	2500	*21	3333	*21	3333	*18	2000	21	2000	21	2000	18	1333	21	1333	21	1333	18
	Inalterado	I	3333	18	3333	15	3333	15	3333	18	3333	15	2500	15	2500	18	3333	15	2500	15
		II	3333	18	3333	18	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18
		IV	3333	15	3333	15	3333	15	2500	18	3333	15	3333	15	2500	21	2500	18	2500	15
		V	3333	*21	3333	*18	3333	*18	3333	*21	3333	*18	3333	18	2000	21	2000	18	2000	18
	- 20%	I	3333	18	3333	15	3333	15	3333	18	3333	15	3333	15	3333	18	3333	15	2500	15
		II	3333	18	3333	15	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	*21	3333	*21	3333	15	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18
		IV	3333	15	3333	15	3333	15	3333	15	3333	15	3333	15	2500	21	3333	15	3333	15
		V	3333	*18	3333	*18	3333	*15	3333	*21	3333	*18	3333	*18	2000	21	2000	18	2000	18
Terreno acidentado	+ 20%	I	3333	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15	2500	18	2500	18	2500	15
		II	3333	18	3333	18	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	2500	18
		IV	2500	18	3333	15	3333	15	2500	21	3333	15	3333	15	2500	21	2500	18	2500	15
		V	2500	*21	3333	*21	3333	*18	2000	21	2000	21	2000	18	1333	21	1333	21	1333	18
	Inalterado	I	3333	18	3333	15	3333	15	3333	18	3333	15	2500	15	2500	18	2500	15	2500	15
		II	3333	18	3333	18	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18
		IV	3333	15	3333	15	3333	15	2500	18	3333	15	3333	15	2500	21	2500	18	2500	15
		V	3333	*21	3333	*18	3333	*18	3333	*21	3333	*18	3333	18	2000	21	2000	18	2000	18
	- 20%	I	3333	18	3333	15	3333	15	3333	18	3333	15	3333	15	3333	18	2500	15	2500	15
		II	3333	18	3333	15	3333	15	3333	18	3333	18	3333	15	3333	21	3333	18	3333	15
		III	3333	*21	3333	*21	3333	15	3333	21	3333	21	3333	18	3333	21	3333	21	3333	18
		IV	3333	15	3333	15	3333	15	3333	15	3333	15	3333	15	2500	21	3333	15	3333	15
		V	3333	*18	3333	*18	3333	*15	3333	*21	3333	*18	3333	*18	2000	21	2000	18	2000	18

onde: DI = densidade inicial (N / ha); e, CF = idade do corte final (anos).

Idade do desbaste: * 9 anos; e,
demais casos: 6 anos.

Densidade após o desbaste:  700 árvores por hectare; e,
demais casos: 400 árvores por hectare.

O comportamento do melhor regime com um desbaste em função de alterações no sítio e nos parâmetros de custos e preços, na produção de madeira para celulose e laminação, é apresentado de forma esquemática na TABELA 30 e discutido na sequência.

TABELA 30 – COMPORTAMENTO DO MELHOR REGIME COM UM DESBASTE EM FUNÇÃO DO SÍTIO E DOS CUSTOS E PREÇOS, NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE E LAMINAÇÃO.

	Melhor sítio	> Taxa de desconto	> Custo de colheita	> Distância de transporte (celulose)	> Distância de transporte (laminação)	> Preço (laminação)
Densidade de plantio (N / ha)	*	-----	↓	↓	↑	↓
Idade do desbaste (anos)	↓	↓	-----	↓	↑	↓
Densidade pós-desbaste (N ha)	↓	↑	-----	↓	-----	↓
Idade de rotação (anos)	↓	↓	↑	↑	↓	↑

* densidade de plantio aumenta nas classes de sítio intermediárias.

onde: ↑ = aumento da densidade ou prorrogação do corte; e,

↓ = redução da densidade ou antecipação do corte.

5.6.3.1 Sítio

Nas classes de sítio intermediárias, foi selecionada a maior densidade inicial (3333 plantas por hectare). Isto indica que na idade do desbaste, o custo de colheita, embora elevado, não é significativamente alterado em função da mudança na densidade de plantio. A maior densidade inicial permite maior receita líquida por hectare no momento do desbaste.

Conforme observado nas TABELAS 27 a 29, as menores densidades de plantio (1111 a 2500 plantas por hectare) foram identificadas nos sítios menos produtivos, dependendo dos parâmetros de custos e preços adotados. Em virtude do baixo volume individual nesses sítios, uma densidade inicial menor (maior espaçamento) pode ser desejável para amenizar o efeito de elevados custos de colheita no momento do desbaste.

No sítio mais produtivo, dependendo dos parâmetros de custos e preços adotados, foi selecionada a densidade de 2500 plantas por hectare. As boas condições de crescimento individual, neste sítio, favorecem o volume a ser retirado no desbaste. Neste caso, a receita por unidade de área no momento do desbaste, gerada pelo uso de uma densidade de plantio menor, torna-se superior àquela obtida pelo uso da densidade mais elevada.

Na maior parte dos cenários simulados, a melhor densidade após o desbaste foi de 400 árvores por hectare nos Sítios I, II e III, e de 700 árvores por hectare nos Sítios IV e V. Isto se deve ao efeito significativo dos sítios de melhor qualidade sobre o crescimento das árvores remanescentes. Nesses sítios, uma densidade menor após o desbaste ocasiona um crescimento individual bastante acentuado, ao ponto de proporcionar, na idade do corte final, uma receita líquida por unidade de área superior à proveniente de uma densidade mais elevada. Além disto, a alta resposta dos sítios mais produtivos a um desbaste mais pesado compensa o maior custo de colheita desse desbaste.

A idade de rotação está diretamente relacionada ao Sítio e, conseqüentemente, à densidade após o desbaste. Como pode ser visto na TABELA 28, essa idade aumentou nos piores sítios quando a densidade após o desbaste permaneceu inalterada. Isto pode ser visto claramente na situação intermediária de custos e preços utilizada nas simulações (taxa de desconto de 8%, colheita em terreno plano, 50 km da fábrica e do entreposto, e preço sem alteração). A melhor idade de rotação, neste caso, foi de 15 anos no Sítio I, 18 anos no Sítio II e 21 anos no Sítio III. Nesses sítios, a melhor densidade após o desbaste foi de 400 árvores por hectare. No Sítio IV, a idade de rotação caiu para 15 anos, uma vez que a densidade remanescente do desbaste aumentou para 700 árvores por hectare (na maior densidade, a estagnação do crescimento ocorre mais cedo). No Sítio V, a idade do corte final voltou a subir para 18 anos, pois a densidade após o desbaste permaneceu inalterada.

Comportamento semelhante foi identificado para a idade do desbaste, como pode ser

visto no seguinte cenário: 15 km da fábrica, 50 km do entreposto (TABELA 28), colheita em terreno plano, decréscimo no preço da madeira grossa e taxa de desconto de 8%. A melhor idade do desbaste, neste caso, foi de 6 anos nos Sítios I e II, aumentando para 9 anos no Sítio III. Nestes sítios, a melhor densidade após o desbaste foi de 400 árvores por hectare. No Sítio IV, onde a densidade passou para 700 árvores por hectare, a idade do desbaste foi reduzida para 6 anos. Neste caso, o desbaste mais leve foi antecipado, para propiciar condições de crescimento ao povoamento remanescente.

5.6.3.2 Taxa de desconto

Não foi identificada influência da taxa de desconto sobre a densidade de plantio.

O aumento da taxa de desconto acarretou antecipação do corte final, bem como antecipação do desbaste. Um exemplo pode ser visto na TABELA 28, no seguinte cenário: Sítio III, a 15 km da fábrica, colheita em terreno plano e decréscimo no preço da madeira grossa. Neste caso, quando a taxa de desconto aumentou (de 8% para 10%), ocorreu a redução das idades de rotação (de 21 para 15 anos) e de desbaste (de 9 para 6 anos).

O acréscimo na taxa de desconto provocou o aumento da densidade remanescente do desbaste, associado à redução na idade de rotação. Exemplo desta situação pode ser visto na TABELA 28, no seguinte cenário: Sítio IV, 50 km da fábrica, colheita em terreno plano e acréscimo no preço da madeira grossa. Neste caso, o aumento na taxa de desconto, de 6% para 8%, reduziu a idade de rotação, de 21 para 18 anos, e, ao mesmo tempo, alterou a densidade após o desbaste, de 400 para 700 árvores por hectare. Em razão da antecipação do corte (provocada pelo aumento na taxa) e da baixa produção de madeira grossa em sítios de baixa qualidade, uma densidade maior após o desbaste torna-se mais adequada para maximizar a produção em volume total num menor espaço de tempo.

5.6.3.3 Custo de colheita

O acréscimo no custo de colheita reduziu a densidade de plantio. No Sítio I, a 50 km da fábrica e do entreposto (TABELA 28), para preço inalterado e taxa de desconto de 6%, o aumento do custo de colheita provocou a redução na densidade inicial (de 3333 para 2500 plantas por hectare). Uma menor densidade de plantio gera um maior volume individual no momento do desbaste, de modo a amenizar o efeito do alto custo de colheita em terreno acidentado.

A alteração do custo de colheita não apresentou influência sobre a idade do desbaste e sobre a densidade remanescente.

A rotação foi prolongada com o acréscimo no custo de colheita. Um exemplo pode ser visto na TABELA 28, no seguinte cenário: Sítio III, 15 km da fábrica, redução no preço da madeira grossa e taxa de desconto de 10%. O aumento do custo de colheita, neste caso, acarretou a prorrogação do corte final (de 15 para 18 anos). O adiamento do corte permite um acréscimo no volume individual, de modo a amenizar o efeito do maior custo de colheita em terreno acidentado.

5.6.3.4 Distância de transporte da madeira para celulose

A densidade de plantio foi reduzida na medida em que se aumentou a distância de transporte da madeira para celulose. Na TABELA 28, este fato pode ser visto no seguinte cenário: Sítio III, colheita em terreno plano, acréscimo no preço da madeira grossa e taxa de desconto de 10%. Neste caso, o aumento na distância de transporte até a fábrica (de 50 para 85 km) ocasionou a redução da densidade de plantio (de 3333 para 2500 plantas por hectare). A maiores distâncias da fábrica, a receita adicional gerada no desbaste, decorrente de uma maior densidade de plantio, torna-se inferior aos correspondentes custos adicionais de transporte e de colheita.

No Sítio V, verificou-se a antecipação do desbaste em função do aumento na distância até a fábrica. Considerando-se este sítio, a 50 km do entreposto (TABELA 28), colheita em terreno plano, preço inalterado e taxa de desconto de 10%, constatou-se que o aumento na distância até a fábrica (de 15 para 50 km) acarretou a redução na densidade de plantio (de 3333 para 2000 plantas por hectare) e, ao mesmo tempo, a antecipação do desbaste (de 9 para 6 anos). Na menor densidade inicial, as árvores adquirem dimensões adequadas para o desbaste a uma idade reduzida.

O aumento da distância de transporte da madeira para celulose ocasionou a redução na densidade após o desbaste. Isto pode ser verificado na TABELA 28, no seguinte cenário: Sítio IV, colheita em terreno acidentado, acréscimo no preço da madeira grossa e taxa de desconto de 6%. Nesta situação, quando a distância até a fábrica aumentou (de 15 para 50 km), a densidade após o desbaste diminuiu (de 700 para 400 árvores por hectare). Numa maior distância da fábrica, a receita adicional de madeira para celulose obtida ao longo da rotação, decorrente da maior densidade após o desbaste, é inferior aos correspondentes custos adicionais de transporte e de colheita.

O aumento na distância até a fábrica provocou o prolongamento da rotação. Na TABELA 28, um exemplo desta situação pode ser visto no seguinte cenário: Sítio II, 50 km da fábrica, colheita em terreno plano, preço sem alteração e taxa de desconto de 6%. Neste caso, o aumento na distância da fábrica, para 85 km, prolongou a rotação, de 18 para 21 anos. O aumento do custo de transporte faz com que a taxa de desconto apresente maior influência sobre o Valor Presente dos Custos. Desta forma, os custos decorrentes do adiamento do corte são inferiores à receita adicional gerada pelo aumento na produção no mesmo período, fazendo com que a rotação seja prolongada.

5.6.3.5 Distância de transporte da madeira para laminação

O aumento na distância até o entreposto provocou o acréscimo na densidade de plantio. O seguinte cenário exemplifica esta situação: Sítio I, a 85 km da fábrica, colheita em terreno acidentado, preço com redução e taxa de desconto de 6%. Neste caso, o aumento na distância de transporte até o entreposto, de 50 km (TABELA 28) para 85 km (TABELA 29) provocou o aumento na densidade inicial (de 2500 para 3333 plantas por hectare). Este fato indica que, quando a distância até o entreposto aumenta, o custo adicional de transporte de um maior volume de madeira grossa (decorrente do uso de uma menor densidade de plantio) se sobrepõe à correspondente receita adicional gerada.

No Sítio V, verificou-se a postergação do desbaste em função da maior distância até o entreposto quando ocorreu, paralelamente, o aumento na densidade de plantio. Exemplo desta situação pode ser visto no seguinte cenário: Sítio V, 15 km da fábrica, taxa de desconto de 8%, colheita em terreno plano e acréscimo no preço da madeira grossa. A alteração na distância de transporte até o entreposto, de 15 km (TABELA 27) para 50 km (TABELA 28), provocou o aumento na densidade inicial, de 2000 para 3333 plantas por hectare, e a prorrogação do desbaste, de 6 para 9 anos. O adiamento do desbaste ocorreu, neste caso, em função do baixo crescimento individual, decorrente do uso de uma densidade inicial maior.

A alteração na distância de transporte de madeira grossa não provocou mudança na densidade remanescente do desbaste.

O aumento na distância até o entreposto provocou a antecipação da rotação. Exemplo desta situação é verificado no seguinte cenário: Sítio V, 50 km da fábrica, 15 km do entreposto (TABELA 27), colheita em terreno plano, preço sem alteração e taxa de desconto de 8%. Neste caso, o aumento na distância do entreposto, para 50 km (TABELA 28), provocou a antecipação do corte final, de 21 para 18 anos. O aumento dessa distância faz com que os custos decorrentes do adiamento do corte (inclusive o custo adicional de transporte)

sejam superiores à receita adicional gerada pelo aumento da produção no mesmo período.

5.6.3.6 Preço da madeira para laminação

O acréscimo no preço da madeira para laminação provocou a diminuição da densidade inicial. Na TABELA 28, este fato pode ser visto no seguinte cenário: Sítio III, a 85 km da fábrica, colheita em terreno plano, preço inalterado e taxa de desconto de 10%. Neste caso, o aumento do preço da madeira grossa provocou a redução da densidade de plantio (de 3333 para 2500 plantas por hectare). Quando o preço da madeira para laminação aumenta, uma densidade de plantio inferior é preferível para aumentar a produção de madeira para esta finalidade ao longo da rotação.

Verificou-se a redução da densidade remanescente do desbaste, em consequência do aumento no preço da madeira grossa, no seguinte cenário (TABELA 28): Sítio IV, a 50 km da fábrica, colheita em terreno plano e taxa de desconto de 6%. Quando o preço da madeira grossa aumentou, a densidade remanescente do desbaste diminuiu (de 700 para 400 árvores por hectare). A rotação, neste caso, foi prolongada de 18 para 21 anos. A diminuição na densidade remanescente do desbaste e o adiamento da rotação propiciam o aumento na produção de madeira com maiores dimensões.

O acréscimo no preço provocou a redução da idade do desbaste, de modo a aumentar a produção de madeira grossa no corte raso. A antecipação do desbaste, por sua vez, está normalmente associada à redução na densidade de plantio (num maior espaçamento, as árvores atingem dimensões adequadas ao desbaste mais cedo). Isto pode ser visto no seguinte cenário: Sítio V, 15 km da fábrica, 15 km do entreposto (TABELA 27), colheita em terreno plano, preço inalterado e taxa de desconto de 10%. Nesta situação, o aumento do preço provocou a redução na densidade de plantio (de 3333 para 2000 plantas por hectare) e, ao mesmo tempo, a antecipação do desbaste.

O acréscimo no preço da madeira para laminação faz com que a receita adicional gerada no corte final, decorrente da maior produção de madeira grossa (em função de um desbaste mais pesado realizado mais cedo) compense os custos adicionais desse desbaste.

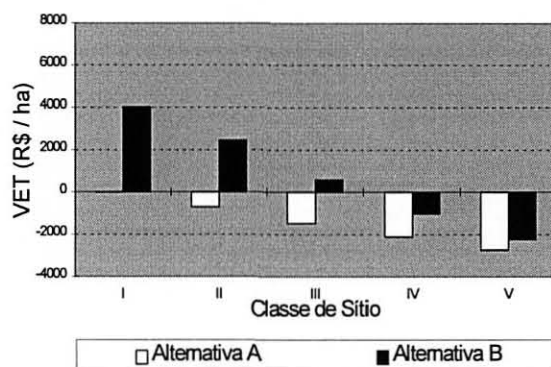
O aumento do preço da madeira grossa provocou a prorrogação da rotação. Na TABELA 28, o seguinte cenário exemplifica esta situação: Sítio III, 15 km da fábrica, colheita em terreno plano, preço reduzido (-20%) e taxa de desconto de 10%. Neste caso, o aumento do preço (de -20% para “preço inalterado”) provocou o adiamento do corte final (de 15 para 18 anos). O aumento no preço da madeira grossa faz com que a receita adicional, gerada pela maior produção decorrente do adiamento do corte, se torne superior aos custos de se manter a floresta em pé no mesmo período.

O acréscimo no preço da madeira grossa acarretou efeitos iguais aos provocados pela redução no custo de transporte desta madeira e pelo aumento no custo de transporte da madeira para celulose. Isto ocorreu porque tais alterações de custos e preços geram a necessidade de se aumentar a produção de madeira para laminação.

5.7 COMPARAÇÃO DA “ALTERNATIVA A” (CELULOSE) COM A “ALTERNATIVA B” (CELULOSE E LAMINAÇÃO), EM REGIME COM UM DESBASTE

O efeito do aproveitamento da madeira com maiores dimensões em regime com um desbaste, desde que a melhor opção de manejo seja adotada, é ilustrado na FIGURA 13, para a situação intermediária de custos e preços utilizada nas simulações.

FIGURA 13 - O MÁXIMO “VET” NA “ALTERNATIVA A” (CELULOSE) E NA “ALTERNATIVA B” (CELULOSE E LAMINAÇÃO), EM REGIME COM UM DESBASTE.



OBS: Cenário adotado: taxa de desconto = 8% a.a.; 50 km da fábrica; 50 km do entreposto (Alternativa B); preço inalterado (Alternativa B); e, colheita em terreno plano.

Conforme pode ser visto na FIGURA 13, a classe de sítio é fator fundamental para o acréscimo obtido na rentabilidade em função da venda da madeira para laminação. Este acréscimo é proporcionalmente maior que aquele verificado em regime sem desbaste. Alterações nos cenários de custos e preços, de modo a aumentar a rentabilidade, também contribuem para acentuar o efeito do aproveitamento da madeira grossa sobre o Valor Esperado da Terra.

Na produção exclusiva de madeira para celulose, em regime com um desbaste, foi selecionada a maior densidade de plantio (3333 plantas por hectare), em razão da necessidade de se maximizar a produção total ao longo da rotação, independente das dimensões das toras.

Na “Alternativa B” (celulose e laminação), a densidade inicial diminuiu, o desbaste foi antecipado, a densidade após o desbaste foi reduzida e a rotação foi prolongada, em relação ao regime selecionado na “Alternativa A” (celulose), como indica a TABELA 31. Tais mudanças no melhor regime favorecem a produção de madeira para laminação.

A mudança na melhor idade de rotação, decorrente de alterações nos parâmetros de custos e preços, ocorreu de forma mais freqüente na produção de madeira para celulose e

laminação, uma vez que o preço diferenciado para a madeira grossa permite uma variação mais significativa na receita em decorrência do adiamento ou da antecipação do corte.

TABELA 31 – O MELHOR REGIME COM UM DESBASTE NA “ALTERNATIVA A” (CELULOSE) E NA “ALTERNATIVA B” (CELULOSE E LAMINAÇÃO)

Classe de Sítio	Alternativa A (celulose)		Alternativa B (celulose e laminação)	
	Densidade inicial (N / ha)	Rotação (anos)	Densidade inicial (N / ha)	Rotação (anos)
I	3333	15	2500	15
II	3333	15	3333	18
III	3333	15*	3333	21
IV	3333	15*	3333	15
V	3333	15*	2000	18

onde: Idade do desbaste: * 9 anos; e,
demais casos: 6 anos.

Densidade após o desbaste: 700 árvores por hectare; e,
demais casos: 400 árvores por hectare.

OBS: Cenário adotado: taxa de desconto = 8% a.a.; 50 km da fábrica; 50 km do entreposto (Alternativa B); preço inalterado (Alternativa B); e, colheita em terreno plano.

5.8 A INCLUSÃO DO CUSTO DA TERRA NA ANÁLISE ECONÔMICA DOS REGIMES DE MANEJO

O uso do critério Valor Presente Líquido Geral (VPG), pela inclusão do custo da terra da análise econômica, não alterou o melhor regime de manejo.

A utilização de um custo da terra diferenciado em função do Sítio permitiu identificar que é preferível, em todas as situações analisadas, a aquisição de terras mais produtivas a um preço maior, do que a aquisição de terras com qualidade de sítio inferior a um preço reduzido.

Em várias situações, desde que o melhor regime de manejo seja implementado, a compra de terras mais produtivas localizadas a uma maior distância da fábrica é preferível em

relação à aquisição de terras menos produtivas localizadas nas proximidades da indústria, principalmente quando são adotados regimes com um desbaste. Isto foi verificado tanto na produção exclusiva de madeira para celulose (Alternativa A), como na produção de madeira para celulose e laminação (Alternativa B).

Para regimes com desbaste, um exemplo desta situação pode ser observado na “Alternativa B” (ANEXO 9, atribuindo-se o custo da terra em função do sítio), no seguinte cenário: colheita em terreno plano, preço inalterado, 50 km do entreposto e taxa de desconto de 6%. Neste caso, o Valor Presente Geral (VPG), no Sítio I, a 85 km da fábrica, foi de R\$ 4610,00 / ha. No Sítio II, a 15 km da fábrica, o VPG caiu para R\$ 2078,00 / ha.

5.9 COMPARAÇÃO DE REGIMES SEM DESBASTE E REGIMES COM UM DESBASTE

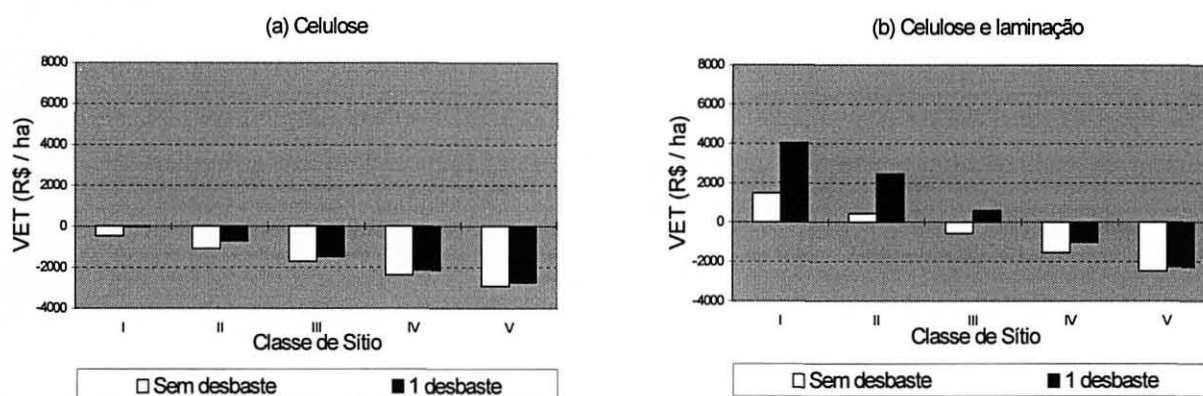
A FIGURA 14 ilustra o máximo Valor Esperado da Terra gerado em regime sem desbaste e aquele obtido em regime com um desbaste, por Classe de Sítio, nas alternativas “A” (celulose) e “B” (celulose e laminação). O exemplo se refere à situação intermediária de custos e preços adotada nas simulações.

Desde que a melhor opção de manejo seja implementada, a realização de um desbaste propicia maior rentabilidade em relação à adoção de regime sem desbaste, em todos os cenários de custos e preços simulados.

Entretanto, o efeito do desbaste sobre a rentabilidade se acentua na produção de madeira na “Alternativa B” (celulose e laminação) e nas melhores classes de sítio, como pode ser visto na FIGURA 14. Alterações nos cenários de custos e preços, de modo a aumentar a

rentabilidade, também contribuem para acentuar o efeito da adoção de regime com um desbaste sobre o Valor Esperado da Terra.

FIGURA 14 - O MÁXIMO “VET” EM REGIME SEM DESBASTE E EM REGIME COM UM DESBASTE.



OBS: Cenário adotado: taxa de desconto = 8% a.a.; 50 km da fábrica; 50 km do entreposto (Alternativa B); preço inalterado (Alternativa B); e, colheita em terreno plano.

TABELA 32 – O MELHOR REGIME SEM DESBASTE E O MELHOR REGIME COM UM DESBASTE.

Classe de Sítio	Regime sem desbaste				Regime com um desbaste			
	Alternativa A (celulose)		Alternativa B (celulose e laminação)		Alternativa A (celulose)		Alternativa B (celulose e laminação)	
	Densidade inicial (N / ha)	Rotação (anos)	Densidade inicial (N / ha)	Rotação (anos)	Densidade inicial (N / ha)	Rotação (anos)	Densidade inicial (N / ha)	Rotação (anos)
I	1667	11	1111	14	3333	15	2500	15
II	2500	11	1111	15	3333	15	3333	18
III	1111	13	1111	15	3333	*15	3333	21
IV	1111	15	1111	16	3333	*15	3333	15
V	1111	16	1111	19	3333	*15	2000	18

onde: Idade do desbaste: * 9 anos; e,

demaís casos (em regime com desbaste): 6 anos.

Densidade após o desbaste: 700 árvores / ha; e,

demaís casos (em regime com desbaste): 400 árvores / ha.

OBS: Cenário adotado: taxa de desconto = 8% a.a.; 50 km da fábrica; 50 km do entreposto (Alternativa B); preço inalterado (Alternativa B); e, colheita em terreno plano.

Conforme observado na TABELA 32, a densidade de plantio aumentou em regimes com desbaste, permitindo maior volume para celulose desbastado, e, conseqüentemente,

maior receita líquida no momento do desbaste.

Na produção exclusiva de madeira para celulose (Alternativa A), a escolha da menor densidade em regime sem desbaste indica que o custo de colheita na idade do corte raso sofre influência significativa da densidade de plantio. Em regime com um desbaste, por outro lado, o custo de colheita, apesar de elevado na idade do desbaste (em razão do baixo volume individual), não é significativamente alterado em função da densidade inicial.

Na produção de madeira para celulose e laminação (Alternativa B), a escolha da menor densidade em regime sem desbaste se deve ao elevado efeito do espaçamento de plantio sobre o volume de madeira grossa neste tipo de regime.

Existe a tendência do prolongamento da rotação quando um desbaste é realizado, apesar da amplitude diferenciada das idades simuladas nas duas situações (9 a 21 anos em regimes sem desbaste; e, 15, 18 e 21 anos em regimes com um desbaste) não permitir tal comparação.

5.10 EFEITOS DA TAXA DE DESCONTO SOBRE A RENTABILIDADE

Foram verificados efeitos inesperados sobre a rentabilidade, em função da alteração na taxa de desconto, nas situações mais desfavoráveis com relação ao sítio e aos parâmetros de custos e preços adotados. Nessas situações, o maior Valor Esperado da Terra foi alcançado em taxas mais altas.

Um exemplo deste fato pode ser visto no ANEXO 3, no seguinte cenário: Sítio III, 50 km da fábrica e colheita em terreno plano. Neste caso, o acréscimo na taxa de desconto (de 6% para 8%) provocou o aumento do VET (de R\$ -1759,00 / ha para R\$ - 1713,00 / ha).

O aumento da taxa de desconto provoca a redução do Valor Presente da Receita e do Valor Presente dos Custos. Nos casos onde a maior taxa forneceu maior rentabilidade, esta redução foi mais significativa no Valor Presente dos Custos. Este fato ocorreu devido à baixa remuneração obtida para a madeira proveniente do corte, aos elevados custos de transporte e colheita e à baixa produção decorrente de sítios inferiores, o que acarretou a obtenção de valores de rentabilidade extremamente baixos.

Os resultados de Valor Esperado da Terra observados no ANEXO 3 indicam que, para a distância de 15 km da fábrica, esta situação ocorreu nos Sítios IV e V. Quando a distância aumentou para 50 km, o aumento da taxa de desconto gerou maior rentabilidade nos sítios III, IV e V. Na maior distância de transporte (85 km), este fato foi verificado em todos os sítios. Essas mesmas conclusões foram obtidas quando a análise foi feita através do Valor Presente Líquido Geral.

Esse efeito da taxa de desconto foi identificado com menor frequência na produção de madeira para celulose e laminação, bem como em regimes com um desbaste, ou seja, nas situações onde a rentabilidade se torna mais elevada.

A TABELA 33 ilustra o fluxo de caixa obtido em dois casos: (1) onde o acréscimo na taxa de desconto provocou a redução do Valor Esperado da Terra; e, (2) onde o acréscimo na taxa resultou no aumento do Valor Esperado da Terra.

TABELA 33 - FLUXO DE CAIXA REPRESENTANDO EFEITOS DISTINTOS DA TAXA DE DESCONTO SOBRE O VALOR ESPERADO DA TERRA.

	Caso 1: ↑ taxa de desconto - ↓ VET VET (6% a.a.) = R\$ 706 / ha VET (8% a.a.) = R\$ -19 / ha				Caso 2: ↑ taxa de desconto - ↑ VET VET (6% a.a.) = R\$ -1715 / ha VET (8% a.a.) = R\$ - 1659 / ha			
Idade (anos)	Custo (R\$ / ha)		Receita (R\$ / ha)		Custo (R\$ / ha)		Receita (R\$ / ha)	
0	462		0		462		0	
1	228		0		228		0	
2	204		0		204		0	
3	147		0		147		0	
4	25		0		25		0	
5	25		0		25		0	
6	2279		3354		2831		3354	
7	25		0		25		0	
8	25		0		25		0	
9	25		0		25		0	
10	25		0		25		0	
11	25		0		25		0	
12	25		0		25		0	
13	25		0		25		0	
14	25		0		25		0	
15	6229		11524		8130		11524	
Taxa de desconto	6% a.a.	8% a.a.	6% a.a.	8% a.a.	6% a.a.	8% a.a.	6% a.a.	8% a.a.
Valor Presente	7546	5324	8252	5305	9966	6964	8252	5305
Diferença	2222		2946		3002		2946	
Conclusão	Redução no Valor Presente dos Custos é menor que no Valor Presente das Receitas				Redução no Valor Presente dos Custos é maior que no Valor Presente das Receitas			

OBS: Cenário adotado: produção exclusiva de madeira para celulose em regime com um desbaste; Sítio I; colheita em terreno plano; distância de transporte de 50 km (Caso 1) e de 85 km (Caso 2).

5.11 EFEITOS DA DENSIDADE DE PLANTIO EM REGIME SEM DESBASTE

Alguns estudos indicam que o aumento da densidade básica, requerido para proporcionar maior rendimento no processo de produção da celulose, é alcançado mediante a utilização de uma densidade de plantio mais elevada, em regime sem desbaste.

Na produção de madeira com maiores dimensões, a qualidade está associada com a produção de galhos, a qual é minimizada com o uso de maiores densidades iniciais. Tais

densidades também permitem a melhoria da forma da madeira.

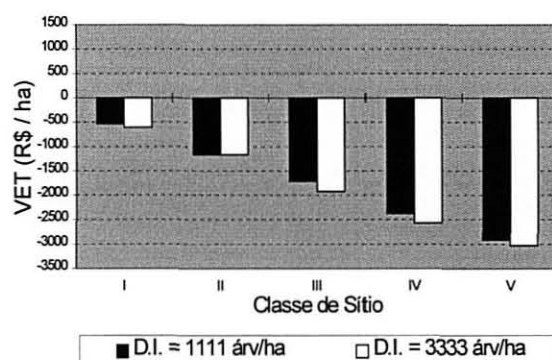
Levando-se em consideração essas relações da qualidade da madeira com o manejo, é discutido, na seqüência, o efeito provocado pelo uso de densidades de plantio extremas sobre a rentabilidade dos cenários simulados em regimes sem desbaste.

5.11.1 Produção exclusiva de madeira para celulose

Na produção exclusiva de madeira para celulose, verificou-se que variações na densidade de plantio provocaram efeito pouco acentuado sobre a rentabilidade, conforme observado na FIGURA 15. Isto provavelmente ocorreu em virtude de duas situações simultâneas provocadas pelo aumento da densidade: (1) maior receita gerada pelo acréscimo no volume comercial por hectare; e, (2) aumento do custo de colheita, uma vez que o volume por árvore torna-se menor.

Quando uma menor densidade de plantio produz maior rentabilidade, o acréscimo no custo de colheita (decorrente da redução do volume individual em uma densidade mais elevada) se sobrepõe à receita adicional gerada pelo maior volume por hectare.

FIGURA 15 - O MÁXIMO “VET” NA PRODUÇÃO EXCLUSIVA DE MADEIRA PARA CELULOSE, NAS DENSIDADES DE PLANTIO EXTREMAS, EM REGIME SEM DESBASTE.



OBS: Cenário adotado: taxa de desconto = 8% a.a.; 50 km da fábrica; e, colheita em terreno plano.

A TABELA 34 indica idades de rotação selecionadas em função de densidades de plantio extremas.

TABELA 34 - ROTAÇÕES (ANOS) SELECIONADAS EM REGIME SEM DESBASTE, EM FUNÇÃO DE DENSIDADES INICIAIS EXTREMAS, NA PRODUÇÃO EXCLUSIVA DE MADEIRA PARA CELULOSE.

Classe de Sítio	Densidade de plantio (N / ha)			
	1111		3333	
	Rotação econômica	Rotação de máximo IMA em "V / ha"	Rotação econômica	Rotação de máximo IMA em "V / ha"
I	11	15	12	12
II	11	17	13	14
III	13	19	16	16
IV	15	20	19	19
V	16	21	20	20

onde: "V / ha" = volume total por hectare.

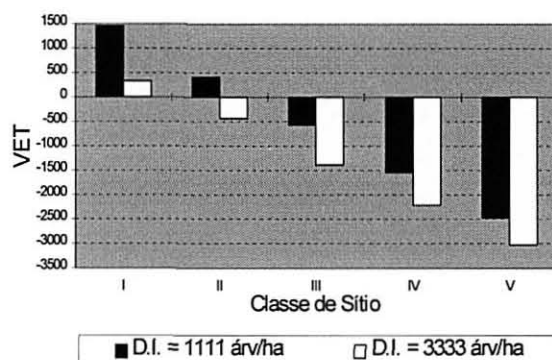
OBS: Cenário adotado (rotação econômica): taxa de desconto = 8% a.a.; 50 km da fábrica; e, colheita em terreno plano.

Na densidade de 1111 plantas por hectare, a rotação econômica foi menor que a rotação de máximo IMA em volume total. Na densidade de 3333 plantas por hectare, a rotação econômica se aproximou da rotação de máximo IMA. Isto ocorreu porque o aumento da densidade provocou a redução da rotação de máximo IMA, e, por outro lado, aumentou a rotação econômica. Os efeitos dos custos que prolongam a rotação (distância de transporte e custo de colheita) tornam-se mais evidentes quando a densidade é maior, em razão do aumento na produção de madeira para celulose e da redução no volume individual.

5.11.2 Produção de madeira para celulose e laminação

Na produção de madeira para celulose e laminação, a alteração da densidade de plantio provocou mudanças significativas nos valores de rentabilidade, conforme observado na FIGURA 16. Por esta razão, densidades menores (maiores espaçamentos) foram sempre preferíveis. Isto ocorreu devido ao acentuado efeito do espaçamento sobre o volume de madeira com maiores dimensões, conforme identificado na TABELA 11A.

FIGURA 16 - O MÁXIMO “VET” NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE E LAMINAÇÃO, NAS DENSIDADES DE PLANTIO EXTREMAS, EM REGIME SEM DESBASTE.



OBS: Cenário adotado: taxa de desconto = 8% a.a.; 50 km da fábrica; 50 km do entreposto; preço inalterado; e, colheita em terreno plano.

Nos sítios mais produtivos, onde a produção de madeira grossa é significativamente maior, o efeito da densidade sobre a rentabilidade foi ainda mais acentuado.

A TABELA 35 indica idades de rotação selecionadas em função de densidades de plantio extremas. Na medida em que a densidade aumentou, a rotação econômica se tornou maior que a rotação de máximo IMA. Isto ocorreu pelas mesmas razões identificadas na produção exclusiva de madeira para celulose e pelo fato da rotação econômica aumentar quando se considera preço diferenciado para a madeira com maiores dimensões.

TABELA 35 - ROTAÇÕES (ANOS) SELECIONADAS EM REGIME SEM DESBASTE, EM FUNÇÃO DE DENSIDADES INICIAIS EXTREMAS, NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE E LAMINAÇÃO.

Classe de Sítio	Densidade de plantio (N / ha)			
	1111		3333	
	Rotação econômica	Rotação de máximo IMA em “V / ha”	Rotação econômica	Rotação de máximo IMA em “V / ha”
I	14	15	14	12
II	15	17	15	14
III	16	19	17	16
IV	17	20	20	19
V	19	21	21	20

onde: “V / ha” = volume total por hectare.

OBS: Cenário adotado (rotação econômica): taxa de desconto = 8% a.a.; 50 km da fábrica; 50 km do entreposto; preço inalterado; e, colheita em terreno plano.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 CONCLUSÕES

A produção exclusiva de madeira para celulose mostrou-se inviável na análise isolada do projeto florestal. Nesta situação, deve-se levar em conta a necessidade de abastecimento da fábrica de papel, bem como a viabilidade do empreendimento em todo o seu processo, desde a implantação do povoamento florestal até o produto final na indústria.

A consideração de preço diferenciado para a madeira com maiores dimensões permitiu um aumento substancial na rentabilidade, principalmente em regimes com desbaste, nos melhores sítios e nas condições mais favoráveis com relação aos custos e preços adotados.

A adoção de regime com um desbaste forneceu maior rentabilidade em relação à implementação de regime sem desbaste em todas as situações avaliadas. Nos melhores sítios e nas condições mais favoráveis com relação aos parâmetros de custos e preços, aumentou a diferença na rentabilidade obtida nessas duas situações.

O melhor regime de manejo variou significativamente com o objetivo da produção de madeira, com a classe de sítio e com os parâmetros de custos e preços adotados. A inclusão do custo da terra na análise econômica, por outro lado, não alterou o melhor regime.

Em determinadas situações, os custos que ocorrem ao longo da rotação foram bastante elevados em relação à receita obtida, fazendo com que o acréscimo na taxa de desconto provocasse maior redução no Valor Presente dos Custos do que no Valor Presente das Receitas. Nesses casos, a maior taxa de desconto gerou maior Valor Esperado da Terra.

Nas condições mais desfavoráveis com relação à rentabilidade obtida, o efeito da alteração na taxa de desconto sobre o Valor Esperado da Terra foi superado pelo efeito da mudança nos outros parâmetros de custos e preços.

A distância de transporte da madeira para celulose exerceu efeito maior sobre a rentabilidade, em relação à distância de transporte da madeira para laminação. Desta forma, o transporte da madeira com maiores dimensões pode ser feito a distâncias superiores em relação ao da madeira para a indústria de papel e celulose.

A utilização de um custo da terra diferenciado em função do sítio permitiu identificar que é preferível a aquisição de terras mais produtivas a um preço maior, do que a aquisição de terras com qualidade de sítio inferior a um preço reduzido.

Em várias situações, a compra de terras mais produtivas localizadas a uma maior distância da indústria mostrou-se preferível em relação à aquisição de terras menos produtivas localizadas nas proximidades.

Em regimes sem desbaste, na produção exclusiva de madeira para celulose, alterações na densidade de plantio provocaram efeito pouco significativo sobre a rentabilidade. Este efeito se acentuou na produção de madeira para celulose e laminação. O aumento da densidade inicial provocou a antecipação da rotação de máximo “IMA” em volume total e, por outro lado, o prolongamento da rotação econômica.

Variações na política cambial do país podem provocar alterações acentuadas sobre os resultados de rentabilidade apresentados neste estudo, mas não ocasionarão impacto sobre as tendências identificadas.

6.2 RECOMENDAÇÕES

O aperfeiçoamento da base de dados, referente aos custos de implantação e manutenção que variam em função da densidade inicial e das condições de acesso do terreno, pode fornecer importantes subsídios à presente avaliação. Recomenda-se ainda o controle mais efetivo dos custos de colheita, no que se refere a volumes individuais inferiores a 0,15 m³, a fim de se analisar de forma mais criteriosa os regimes com desbastes pesados realizados em idades inferiores às adotadas usualmente. Tais alterações na base de dados de custos podem provocar mudanças no regime que produz a máxima rentabilidade. No entanto, as tendências verificadas no presente estudo, como efeitos do sítio e dos parâmetros de custos e preços sobre a melhor alternativa de manejo, permanecerão as mesmas.

Embora tenha sido adotada uma relação linear do custo da terra com a capacidade produtiva (sítio), esta tendência normalmente não ocorre na prática. Outras variáveis como a infra-estrutura viária regional, condição de acesso, aptidão agrícola e condição de mecanização do terreno também influem no valor da terra e podem ser considerados em análises futuras.

O efeito de alterações no preço da madeira para celulose sobre a rentabilidade é uma alternativa a ser avaliada, uma vez que, nas condições de preços atuais, verificou-se que existem subsídios intrínsecos da atividade florestal para a industrial.

O uso da Taxa Interna de Retorno (TIR), como critério adicional na avaliação econômica, pode auxiliar no planejamento, pois permite identificar variações no regime que produz o máximo Valor Presente Líquido, em função da alteração na taxa de desconto. Recomenda-se, desta forma, a implementação do programa INVEST para o uso da TIR.

O efeito do manejo sobre a qualidade da madeira deve ser quantificado em análises futuras e relacionado com a rentabilidade obtida. Estudos referentes à densidade básica da madeira produzida em função do manejo são fundamentais na avaliação da qualidade requerida para o processo de produção da celulose. O conhecimento da relação do manejo com a produção de galhos é extremamente importante quando se considera a qualidade da madeira para laminação. A definição a respeito do regime considerado ideal estará em função do objetivo principal a ser alcançado (maior qualidade ou máximo retorno econômico).

A maximização da rentabilidade pode fornecer resultados contraditórios quando não é considerada a qualidade da madeira produzida. O atendimento completo dos dois objetivos é de difícil obtenção na atividade florestal, embora certos níveis de qualidade possam ser atingidos através de restrições com respeito ao regime de manejo a ser implementado. Neste sentido, torna-se importante o uso de um processo de simulação, a fim de se identificar, por exemplo, o efeito de alterações na densidade de plantio sobre a rentabilidade.

Os resultados apresentados neste estudo permitiram identificar que o uso da madeira para fins industriais diferenciados, com conseqüente aumento do preço, produz impacto acentuado sobre a atividade florestal, viabilizando até mesmo a adoção de regimes sem desbaste. Tal fato indica que a implementação de uma política florestal adequada às necessidades do setor florestal no Brasil deve propiciar condições para a criação e desenvolvimento de indústrias de processamento mecânico em locais próximos aos grandes centros de produção de madeira (indústrias de papel e celulose).

O conhecimento do impacto de alterações no sítio e nas variáveis de custos e preços sobre a definição da melhor alternativa de manejo é imprescindível no planejamento. Práticas de manejo adotadas de forma empírica e corriqueira ocasionarão, inevitavelmente, um aproveitamento inadequado do potencial do sítio florestal.

ANEXO 1A - VOLUME TOTAL E POR SORTIMENTO, EM CADA REGIME SEM DESBASTE SIMULADO NO SÍTIO I.

Regime nº	Densidade Inicial (N / ha)	Rotação (anos)	V total (m ³ / ha)	V celulose (m ³ / ha)	V laminação I (m ³ / ha)	V laminação II (m ³ / ha)
1	1111	9	391	281	72	1
2	1111	10	449	308	125	1
3	1111	11	504	336	150	4
4	1111	12	558	339	167	4
5	1111	13	610	358	228	4
6	1111	14	660	370	263	6
7	1111	15	708	395	286	15
8	1111	16	753	385	301	15
9	1111	17	800	394	334	19
10	1111	18	840	403	393	34
11	1111	19	886	412	423	40
12	1111	20	920	425	445	41
13	1111	21	966	435	474	48
14	1333	9	405	318	71	1
15	1333	10	464	343	88	1
16	1333	11	520	372	100	3
17	1333	12	574	403	148	3
18	1333	13	626	428	163	3
19	1333	14	676	452	188	5
20	1333	15	726	461	195	13
21	1333	16	772	485	248	15
22	1333	17	819	503	272	17
23	1333	18	859	534	281	33
24	1333	19	907	554	303	39
25	1333	20	936	528	355	40
26	1333	21	987	551	376	46
27	1667	9	423	346	42	1
28	1667	10	482	387	74	1
29	1667	11	540	423	93	3
30	1667	12	595	438	104	3
31	1667	13	648	480	111	10
32	1667	14	699	509	128	14
33	1667	15	749	543	167	15
34	1667	16	798	582	173	15
35	1667	17	845	607	189	16
36	1667	18	885	607	226	32
37	1667	19	936	636	241	37
38	1667	20	953	642	241	38
39	1667	21	1017	686	253	43
40	2000	9	441	373	46	1
41	2000	10	501	392	57	4
42	2000	11	559	448	65	6
43	2000	12	616	490	95	7
44	2000	13	669	523	111	11
45	2000	14	722	526	118	19
46	2000	15	775	584	122	22
47	2000	16	822	611	162	28
48	2000	17	875	652	165	38
49	2000	18	917	675	177	46
50	2000	19	959	700	187	54
51	2000	20	1010	749	186	55
52	2000	21	1045	778	193	55
53	2500	9	464	392	0	0
54	2500	10	526	441	54	3
55	2500	11	586	458	63	7
56	2500	12	643	494	77	11
57	2500	13	699	555	83	15
58	2500	14	752	590	95	20
59	2500	15	805	630	120	30
60	2500	16	853	660	131	37
61	2500	17	906	706	132	40
62	2500	18	946	744	137	39
63	2500	19	998	781	157	34
64	2500	20	1034	817	160	31
65	2500	21	1089	880	154	33
66	3333	9	498	422	0	0
67	3333	10	563	449	0	0
68	3333	11	626	513	0	0
69	3333	12	687	556	64	13
70	3333	13	744	598	86	17
71	3333	14	800	635	98	28
72	3333	15	851	689	96	26
73	3333	16	899	737	98	25
74	3333	17	949	776	112	23
75	3333	18	992	823	112	20
76	3333	19	1043	882	105	20
77	3333	20	1082	921	106	19
78	3333	21	1120	965	103	16

ANEXO 1B - VOLUME TOTAL E POR SORTIMENTO, EM CADA REGIME SEM DESBASTE SIMULADO NO SÍTIO II.

Regime nº	Densidade Inicial (N / ha)	Rotação (anos)	V total (m ³ / ha)	V celulose (m ³ / ha)	V laminação I (m ³ / ha)	V laminação II (m ³ / ha)
1	1111	9	331	255	56	0
2	1111	10	383	275	70	0
3	1111	11	433	298	119	0
4	1111	12	482	324	139	2
5	1111	13	528	326	153	3
6	1111	14	574	339	182	4
7	1111	15	618	355	240	4
8	1111	16	660	378	259	10
9	1111	17	702	388	289	13
10	1111	18	741	378	298	13
11	1111	19	782	387	326	16
12	1111	20	817	395	381	14
13	1111	21	857	403	407	35
14	1333	9	344	281	48	0
15	1333	10	396	306	62	1
16	1333	11	447	335	83	2
17	1333	12	496	360	92	2
18	1333	13	543	386	136	3
19	1333	14	589	408	158	4
20	1333	15	634	431	170	10
21	1333	16	677	439	174	11
22	1333	17	719	456	195	14
23	1333	18	759	477	245	14
24	1333	19	800	494	265	17
25	1333	20	834	520	271	29
26	1333	21	877	540	290	35
27	1667	9	359	291	0	0
28	1667	10	413	339	0	0
29	1667	11	465	376	69	2
30	1667	12	515	407	86	3
31	1667	13	563	419	95	6
32	1667	14	610	459	100	8
33	1667	15	655	484	115	11
34	1667	16	701	515	151	12
35	1667	17	742	537	166	15
36	1667	18	785	542	170	25
37	1667	19	826	596	183	30
38	1667	20	863	615	196	35
39	1667	21	907	620	231	38
40	2000	9	375	324	0	0
41	2000	10	430	364	44	1
42	2000	11	483	380	53	3
43	2000	12	534	431	59	4
44	2000	13	583	462	72	6
45	2000	14	630	498	101	8
46	2000	15	678	501	107	14
47	2000	16	721	525	119	18
48	2000	17	768	578	121	21
49	2000	18	808	601	159	26
50	2000	19	848	624	170	32
51	2000	20	893	660	171	43
52	2000	21	929	680	180	50
53	2500	9	396	324	0	0
54	2500	10	453	384	0	0
55	2500	11	507	427	50	2
56	2500	12	559	465	63	4
57	2500	13	609	472	70	9
58	2500	14	659	504	81	12
59	2500	15	706	558	85	16
60	2500	16	751	588	95	21
61	2500	17	797	623	120	24
62	2500	18	839	648	129	36
63	2500	19	886	689	130	40
64	2500	20	921	724	133	38
65	2500	21	970	756	153	35
66	3333	9	426	364	0	0
67	3333	10	486	413	0	0
68	3333	11	543	434	0	0
69	3333	12	597	494	0	0
70	3333	13	651	531	57	10
71	3333	14	702	569	78	13
72	3333	15	751	602	89	18
73	3333	16	802	640	94	28
74	3333	17	844	680	97	28
75	3333	18	885	723	97	25
76	3333	19	930	757	111	23
77	3333	20	967	797	111	21
78	3333	21	1014	853	104	21

ANEXO 1C - VOLUME TOTAL E POR SORTIMENTO, EM CADA REGIME SEM DESBASTE SIMULADO NO SÍTIO III.

Regime nº	Densidade Inicial (N / ha)	Rotação (anos)	V total (m ³ / ha)	V celulose (m ³ / ha)	V laminação I (m ³ / ha)	V laminação II (m ³ / ha)
1	1111	9	267	219	0	0
2	1111	10	311	244	49	0
3	1111	11	354	258	58	0
4	1111	12	396	278	103	0
5	1111	13	436	294	128	0
6	1111	14	476	316	143	2
7	1111	15	514	315	151	1
8	1111	16	552	325	176	2
9	1111	17	589	339	229	2
10	1111	18	624	347	254	3
11	1111	19	659	369	268	9
12	1111	20	693	377	292	12
13	1111	21	726	367	297	11
14	1333	9	276	208	0	0
15	1333	10	320	262	0	0
16	1333	11	364	291	58	0
17	1333	12	406	311	68	0
18	1333	13	447	331	74	1
19	1333	14	488	352	91	2
20	1333	15	527	375	132	2
21	1333	16	565	392	151	3
22	1333	17	602	413	159	7
23	1333	18	638	430	177	10
24	1333	19	673	432	177	10
25	1333	20	708	446	194	12
26	1333	21	741	466	240	12
27	1667	9	287	253	0	0
28	1667	10	333	271	0	0
29	1667	11	378	302	38	0
30	1667	12	421	342	43	1
31	1667	13	463	373	70	1
32	1667	14	504	398	84	2
33	1667	15	543	407	90	5
34	1667	16	582	429	103	7
35	1667	17	620	461	105	8
36	1667	18	657	481	117	11
37	1667	19	694	508	151	11
38	1667	20	728	526	164	14
39	1667	21	764	528	165	23
40	2000	9	299	262	0	0
41	2000	10	346	299	0	0
42	2000	11	391	335	0	0
43	2000	12	435	347	42	2
44	2000	13	478	376	53	3
45	2000	14	520	420	57	4
46	2000	15	560	446	68	5
47	2000	16	600	476	93	6
48	2000	17	638	501	105	9
49	2000	18	676	498	108	15
50	2000	19	712	517	118	18
51	2000	20	751	565	118	20
52	2000	21	784	585	127	25
53	2500	9	314	277	0	0
54	2500	10	363	299	0	0
55	2500	11	410	351	0	0
56	2500	12	456	386	0	0
57	2500	13	499	421	50	2
58	2500	14	543	451	60	4
59	2500	15	584	455	65	7
60	2500	16	625	481	75	10
61	2500	17	665	530	77	13
62	2500	18	703	554	86	16
63	2500	19	744	586	108	19
64	2500	20	779	608	117	23
65	2500	21	813	629	124	29
66	3333	9	338	292	0	0
67	3333	10	390	335	0	0
68	3333	11	439	375	0	0
69	3333	12	487	392	0	0
70	3333	13	534	426	0	0
71	3333	14	579	479	0	0
72	3333	15	623	510	0	0
73	3333	16	667	539	62	12
74	3333	17	707	570	81	15
75	3333	18	747	596	89	19
76	3333	19	789	594	93	28
77	3333	20	823	662	94	27
78	3333	21	857	698	95	26

ANEXO 1D - VOLUME TOTAL E POR SORTIMENTO, EM CADA REGIME SEM DESBASTE SIMULADO NO SÍTIO IV.

Regime nº	Densidade Inicial (N / ha)	Rotação (anos)	V total (m ³ / ha)	V celulose (m ³ / ha)	V laminação I (m ³ / ha)	V laminação II (m ³ / ha)
1	1111	9	198	155	0	0
2	1111	10	234	197	0	0
3	1111	11	268	219	33	0
4	1111	12	302	237	49	0
5	1111	13	335	244	53	0
6	1111	14	368	261	52	0
7	1111	15	400	272	113	0
8	1111	16	431	292	123	0
9	1111	17	462	304	143	1
10	1111	18	492	299	145	1
11	1111	19	521	307	165	1
12	1111	20	550	319	213	1
13	1111	21	578	327	232	1
14	1333	9	205	183	0	0
15	1333	10	241	202	0	0
16	1333	11	276	207	0	0
17	1333	12	310	256	0	0
18	1333	13	344	276	0	0
19	1333	14	377	292	49	0
20	1333	15	409	311	73	0
21	1333	16	441	323	75	1
22	1333	17	472	339	88	1
23	1333	18	502	358	126	1
24	1333	19	532	371	141	2
25	1333	20	562	390	145	5
26	1333	21	590	403	159	7
27	1667	9	213	167	0	0
28	1667	10	250	222	0	0
29	1667	11	286	251	0	0
30	1667	12	321	263	0	0
31	1667	13	356	287	0	0
32	1667	14	389	320	0	0
33	1667	15	422	344	59	1
34	1667	16	455	365	70	1
35	1667	17	487	385	81	2
36	1667	18	518	389	85	4
37	1667	19	548	407	95	6
38	1667	20	578	434	94	6
39	1667	21	607	449	104	8
40	2000	9	222	187	0	0
41	2000	10	260	217	0	0
42	2000	11	297	231	0	0
43	2000	12	333	291	0	0
44	2000	13	368	317	0	0
45	2000	14	403	324	0	0
46	2000	15	437	347	44	1
47	2000	16	470	385	46	2
48	2000	17	502	406	55	3
49	2000	18	534	426	63	4
50	2000	19	565	450	86	5
51	2000	20	595	469	92	6
52	2000	21	626	465	97	11
53	2500	9	235	187	0	0
54	2500	10	274	243	0	0
55	2500	11	312	258	0	0
56	2500	12	350	288	0	0
57	2500	13	386	333	0	0
58	2500	14	422	359	0	0
59	2500	15	457	388	0	0
60	2500	16	491	413	42	2
61	2500	17	525	437	45	3
62	2500	18	557	434	61	6
63	2500	19	589	455	69	8
64	2500	20	621	498	70	10
65	2500	21	651	517	77	11
66	3333	9	254	207	0	0
67	3333	10	296	243	0	0
68	3333	11	336	291	0	0
69	3333	12	375	324	0	0
70	3333	13	414	355	0	0
71	3333	14	453	385	0	0
72	3333	15	489	393	0	0
73	3333	16	525	419	0	0
74	3333	17	560	463	0	0
75	3333	18	594	487	0	0
76	3333	19	629	511	57	7
77	3333	20	661	535	66	9
78	3333	21	651	517	71	11

ANEXO 1E - VOLUME TOTAL E POR SORTIMENTO, EM CADA REGIME SEM DESBASTE SIMULADO NO SÍTIO V.

Regime nº	Densidade Inicial (N / ha)	Rotação (anos)	V total (m ³ / ha)	V celulose (m ³ / ha)	V laminação I (m ³ / ha)	V laminação II (m ³ / ha)
1	1111	9	136	97	0	0
2	1111	10	163	144	0	0
3	1111	11	189	150	0	0
4	1111	12	215	183	0	0
5	1111	13	241	197	0	0
6	1111	14	266	216	36	0
7	1111	15	291	211	36	0
8	1111	16	316	222	48	0
9	1111	17	341	242	43	0
10	1111	18	365	251	55	0
11	1111	19	388	261	67	0
12	1111	20	412	278	119	0
13	1111	21	434	286	133	0
14	1333	9	141	108	0	0
15	1333	10	168	122	0	0
16	1333	11	194	166	0	0
17	1333	12	221	187	0	0
18	1333	13	247	189	0	0
19	1333	14	273	205	0	0
20	1333	15	298	245	0	0
21	1333	16	323	260	0	0
22	1333	17	348	273	52	0
23	1333	18	373	288	62	0
24	1333	19	397	296	65	0
25	1333	20	420	308	71	0
26	1333	21	444	319	81	0
27	1667	9	147	122	0	0
28	1667	10	175	147	0	0
29	1667	11	202	157	0	0
30	1667	12	229	205	0	0
31	1667	13	256	226	0	0
32	1667	14	283	234	0	0
33	1667	15	309	252	0	0
34	1667	16	334	248	0	0
35	1667	17	360	296	0	0
36	1667	18	385	313	0	0
37	1667	19	409	332	64	0
38	1667	20	434	348	67	0
39	1667	21	457	362	75	0
40	2000	9	154	121	0	0
41	2000	10	182	165	0	0
42	2000	11	210	176	0	0
43	2000	12	238	198	0	0
44	2000	13	266	207	0	0
45	2000	14	293	225	0	0
46	2000	15	319	278	0	0
47	2000	16	346	298	0	0
48	2000	17	372	300	0	0
49	2000	18	397	317	0	0
50	2000	19	422	334	44	0
51	2000	20	447	366	44	0
52	2000	21	471	381	50	0
53	2500	9	163	131	0	0
54	2500	10	193	153	0	0
55	2500	11	222	176	0	0
56	2500	12	251	223	0	0
57	2500	13	280	247	0	0
58	2500	14	308	254	0	0
59	2500	15	336	276	0	0
60	2500	16	363	312	0	0
61	2500	17	390	332	0	0
62	2500	18	416	352	0	0
63	2500	19	442	374	0	0
64	2500	20	468	392	44	0
65	2500	21	493	410	48	0
66	3333	9	178	138	0	0
67	3333	10	209	162	0	0
68	3333	11	240	188	0	0
69	3333	12	271	223	0	0
70	3333	13	302	238	0	0
71	3333	14	332	260	0	0
72	3333	15	361	310	0	0
73	3333	16	390	334	0	0
74	3333	17	419	357	0	0
75	3333	18	446	359	0	0
76	3333	19	474	379	0	0
77	3333	20	501	398	0	0
78	3333	21	527	435	0	0

ANEXO 2A - VOLUME TOTAL E POR SORTIMENTO (m³ / ha) EM CADA REGIME COM UM DESBASTE SIMULADO NO SÍTIO I.

Regime nº	Densidade inicial (N / ha)	Idade do desbaste (anos)	Densidade pós-desbaste (N / ha)	Rotação (anos)	V total		V celulose		V laminação I		V laminação II	
					Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final
1	1111	6	400	15	79	573	60	74	0	188	0	306
2	1111	6	400	18	79	740	60	72	0	193	0	472
3	1111	6	400	21	79	909	60	71	0	195	0	642
4	1111	6	700	15	34	638	31	190	0	319	0	120
5	1111	6	700	18	34	770	31	200	0	371	0	191
6	1111	6	700	21	34	882	31	211	0	412	0	253
7	1111	6	1000	15	6	648	5	311	0	275	0	46
8	1111	6	1000	18	6	773	5	341	0	345	0	74
9	1111	6	1000	21	6	880	5	369	0	403	0	96
10	1111	9	400	15	152	504	135	81	0	206	0	199
11	1111	9	400	18	152	662	135	78	0	213	0	359
12	1111	9	400	21	152	823	135	75	0	213	0	527
13	1111	9	700	15	62	605	49	197	0	286	0	95
14	1111	9	700	18	62	735	49	207	0	346	0	151
15	1111	9	700	21	62	847	49	218	0	398	0	199
16	1111	9	1000	15	10	645	9	309	0	270	0	40
17	1111	9	1000	18	10	768	9	338	0	334	0	66
18	1111	9	1000	21	10	874	9	364	0	388	0	89
19	1111	12	400	15	221	444	198	93	16	204	0	141
20	1111	12	400	18	221	592	198	87	16	227	0	274
21	1111	12	400	21	221	745	198	82	16	234	0	427
22	1111	12	700	15	91	582	87	202	0	260	0	104
23	1111	12	700	18	91	711	87	214	0	320	0	163
24	1111	12	700	21	91	825	87	224	0	372	0	215
25	1111	12	1000	15	13	657	12	307	0	267	0	57
26	1111	12	1000	18	13	776	12	334	0	326	0	91
27	1111	12	1000	21	13	882	12	361	0	377	0	119
28	1333	6	400	15	110	565	83	75	0	189	0	296
29	1333	6	400	18	110	734	83	72	0	194	0	463
30	1333	6	400	21	110	903	83	71	0	196	0	634
31	1333	6	700	15	59	635	54	191	0	317	0	116
32	1333	6	700	18	59	765	54	201	0	380	0	176
33	1333	6	700	21	59	876	54	211	0	429	0	230
34	1333	6	1000	15	25	648	23	312	0	270	0	51
35	1333	6	1000	18	25	774	23	343	0	339	0	78
36	1333	6	1000	21	25	880	23	370	0	396	0	101
37	1333	9	400	15	214	479	205	86	0	211	0	177
38	1333	9	400	18	214	639	205	80	0	219	0	335
39	1333	9	400	21	214	802	205	78	0	219	0	503
40	1333	9	700	15	121	583	115	201	0	275	0	91
41	1333	9	700	18	121	714	115	211	0	341	0	148
42	1333	9	700	21	121	828	115	221	0	397	0	198
43	1333	9	1000	15	48	638	45	310	0	254	0	48
44	1333	9	1000	18	48	762	45	338	0	319	0	77
45	1333	9	1000	21	48	868	45	366	0	375	0	102
46	1333	12	400	15	305	401	283	101	12	194	0	98
47	1333	12	400	18	305	552	283	94	12	229	0	224
48	1333	12	400	21	305	707	283	87	12	241	0	377
49	1333	12	700	15	175	537	168	209	0	229	0	81
50	1333	12	700	18	175	669	168	222	0	296	0	136
51	1333	12	700	21	175	785	168	232	0	352	0	186
52	1333	12	1000	15	74	631	71	310	0	239	0	56
53	1333	12	1000	18	74	752	71	339	0	298	0	90
54	1333	12	1000	21	74	859	71	366	0	350	0	118
55	1667	6	400	15	128	562	103	75	0	187	0	285
56	1667	6	400	18	128	730	103	73	0	193	0	454
57	1667	6	400	21	128	899	103	71	0	196	0	626
58	1667	6	700	15	82	627	71	192	0	312	0	92
59	1667	6	700	18	82	758	71	201	0	376	0	146
60	1667	6	700	21	82	870	71	211	0	419	0	203
61	1667	6	1000	15	48	640	43	311	0	268	0	35
62	1667	6	1000	18	48	766	43	341	0	337	0	58
63	1667	6	1000	21	48	873	43	369	0	394	0	77
64	1667	9	400	15	241	469	229	87	0	207	0	169
65	1667	9	400	18	241	630	229	82	0	217	0	327
66	1667	9	400	21	241	793	229	79	0	217	0	495
67	1667	9	700	15	155	565	146	205	0	264	0	87
68	1667	9	700	18	155	698	146	216	0	330	0	144
69	1667	9	700	21	155	813	146	226	0	386	0	195
70	1667	9	1000	15	89	615	83	313	0	236	0	51
71	1667	9	1000	18	89	740	83	344	0	301	0	81
72	1667	9	1000	21	89	848	83	372	0	356	0	107
73	1667	12	400	15	339	385	299	105	0	187	0	76
74	1667	12	400	18	339	537	299	95	0	224	0	199
75	1667	12	400	21	339	693	299	88	0	238	0	353
76	1667	12	700	15	222	508	185	212	0	217	0	59
77	1667	12	700	18	222	642	185	225	0	284	0	109
78	1667	12	700	21	222	760	185	235	0	341	0	156
79	1667	12	1000	15	127	595	96	310	0	226	0	36
80	1667	12	1000	18	127	719	96	339	0	288	0	65
81	1667	12	1000	21	127	828	96	367	0	342	0	91

CONTINUAÇÃO... ANEXO 2A.

Regime n°	Densidade inicial (N / ha)	Idade do desbaste (anos)	Densidade pós-desbaste (N / ha)	Rotação (anos)	V total		V celulose		V laminação I		V laminação II	
					Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final
82	2000	6	400	15	145	558	130	75	0	194	0	283
83	2000	6	400	18	145	727	130	72	0	198	0	452
84	2000	6	400	21	145	896	130	71	0	199	0	625
85	2000	6	700	15	102	621	90	192	0	314	0	100
86	2000	6	700	18	102	753	90	202	0	378	0	160
87	2000	6	700	21	102	866	90	212	0	423	0	220
88	2000	6	1000	15	66	636	56	310	0	259	0	40
89	2000	6	1000	18	66	762	56	341	0	331	0	65
90	2000	6	1000	21	66	869	56	368	0	390	0	85
91	2000	9	400	15	262	465	247	88	0	211	0	160
92	2000	9	400	18	262	626	247	82	0	222	0	317
93	2000	9	400	21	262	789	247	79	0	221	0	487
94	2000	9	700	15	184	554	172	206	0	255	0	77
95	2000	9	700	18	184	688	172	217	0	326	0	131
96	2000	9	700	21	184	803	172	227	0	384	0	180
97	2000	9	1000	15	123	598	114	310	0	223	0	39
98	2000	9	1000	18	123	725	114	341	0	291	0	66
99	2000	9	1000	21	123	834	114	369	0	349	0	90
100	2000	12	400	15	367	376	351	107	0	186	0	74
101	2000	12	400	18	367	528	351	97	0	229	0	197
102	2000	12	400	21	367	685	351	90	0	242	0	350
103	2000	12	700	15	257	490	245	214	0	203	0	56
104	2000	12	700	18	257	626	245	226	0	276	0	107
105	2000	12	700	21	257	745	245	237	0	337	0	156
106	2000	12	1000	15	167	572	158	309	0	203	0	34
107	2000	12	1000	18	167	698	158	339	0	269	0	64
108	2000	12	1000	21	167	808	158	366	0	325	0	90
109	2500	6	400	15	166	554	146	76	0	191	0	282
110	2500	6	400	18	166	723	146	74	0	196	0	450
111	2500	6	400	21	166	893	146	72	0	198	0	623
112	2500	6	700	15	125	616	107	195	0	308	0	103
113	2500	6	700	18	125	748	107	204	0	367	0	169
114	2500	6	700	21	125	862	107	214	0	410	0	231
115	2500	6	1000	15	89	630	74	313	0	255	0	46
116	2500	6	1000	18	89	756	74	344	0	326	0	73
117	2500	6	1000	21	89	864	74	372	0	384	0	95
118	2500	9	400	15	291	458	270	90	0	207	0	156
119	2500	9	400	18	291	619	270	83	0	218	0	313
120	2500	9	400	21	291	783	270	80	0	219	0	482
121	2500	9	700	15	218	542	199	209	0	248	0	75
122	2500	9	700	18	218	677	199	220	0	318	0	130
123	2500	9	700	21	218	793	199	230	0	376	0	180
124	2500	9	1000	15	159	584	143	311	0	220	0	37
125	2500	9	1000	18	159	712	143	342	0	289	0	66
126	2500	9	1000	21	159	821	143	371	0	346	0	90
127	2500	12	400	15	398	368	341	108	0	182	0	61
128	2500	12	400	18	398	522	341	98	0	224	0	181
129	2500	12	400	21	398	679	341	91	0	236	0	338
130	2500	12	700	15	293	478	240	215	0	196	0	48
131	2500	12	700	18	293	614	240	229	0	267	0	95
132	2500	12	700	21	293	733	240	240	0	327	0	140
133	2500	12	1000	15	220	543	189	308	0	189	0	27
134	2500	12	1000	18	220	671	189	339	0	255	0	52
135	2500	12	1000	21	220	783	189	369	0	311	0	77
136	3333	6	400	15	193	550	156	77	0	189	0	270
137	3333	6	400	18	193	719	156	74	0	195	0	440
138	3333	6	400	21	193	889	156	72	0	197	0	614
139	3333	6	700	15	153	610	124	195	0	305	0	81
140	3333	6	700	18	153	744	124	203	0	360	0	148
141	3333	6	700	21	153	857	124	213	0	402	0	208
142	3333	6	1000	15	121	620	95	311	0	253	0	32
143	3333	6	1000	18	121	748	95	342	0	323	0	54
144	3333	6	1000	21	121	856	95	371	0	382	0	72
145	3333	9	400	15	333	450	298	91	0	207	0	145
146	3333	9	400	18	333	612	298	85	0	219	0	303
147	3333	9	400	21	333	776	298	81	0	220	0	473
148	3333	9	700	15	261	531	229	208	0	243	0	63
149	3333	9	700	18	261	667	229	218	0	317	0	115
150	3333	9	700	21	261	783	229	229	0	377	0	164
151	3333	9	1000	15	206	569	176	309	0	201	0	33
152	3333	9	1000	18	206	698	176	341	0	271	0	59
153	3333	9	1000	21	206	808	176	370	0	330	0	82
154	3333	12	400	15	445	359	410	111	0	178	0	65
155	3333	12	400	18	445	513	410	101	0	224	0	184
156	3333	12	400	21	445	671	410	92	0	240	0	336
157	3333	12	700	15	351	458	319	217	0	184	0	46
158	3333	12	700	18	351	595	319	231	0	260	0	95
159	3333	12	700	21	351	716	319	243	0	321	0	144
160	3333	12	1000	15	276	523	248	306	0	174	0	26
161	3333	12	1000	18	276	652	248	339	0	244	0	53
162	3333	12	1000	21	276	765	248	368	0	302	0	79

ANEXO 2B - VOLUME TOTAL E POR SORTIMENTO (m³ / ha) EM CADA REGIME COM UM DESBASTE SIMULADO NO SÍTIO II.

Regime nº	Densidade inicial (N / ha)	Idade do desbaste (anos)	Densidade pós-desbaste (N / ha)	Rotação (anos)	V total		V celulose		V laminação I		V laminação II	
					Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final
1	1111	6	400	15	78	462	72	74	0	183	0	198
2	1111	6	400	18	78	602	72	72	0	191	0	333
3	1111	6	400	21	78	743	72	71	0	195	0	474
4	1111	6	700	15	36	547	33	178	0	285	0	69
5	1111	6	700	18	36	665	33	188	0	339	0	125
6	1111	6	700	21	36	766	33	199	0	381	0	174
7	1111	6	1000	15	7	559	6	287	0	221	0	24
8	1111	6	1000	18	7	672	6	316	0	287	0	43
9	1111	6	1000	21	7	768	6	342	0	341	0	58
10	1111	9	400	15	124	413	108	80	0	192	0	121
11	1111	9	400	18	124	544	108	78	0	205	0	246
12	1111	9	400	21	124	679	108	75	0	209	0	383
13	1111	9	700	15	53	513	42	186	0	249	0	54
14	1111	9	700	18	53	630	42	196	0	309	0	96
15	1111	9	700	21	53	732	42	206	0	359	0	134
16	1111	9	1000	15	9	546	8	287	0	217	0	20
17	1111	9	1000	18	9	657	8	314	0	278	0	38
18	1111	9	1000	21	9	754	8	342	0	329	0	55
19	1111	12	400	15	187	370	175	90	5	185	0	87
20	1111	12	400	18	187	492	175	86	5	214	0	186
21	1111	12	400	21	187	619	175	82	5	227	0	306
22	1111	12	700	15	80	492	76	188	0	226	0	60
23	1111	12	700	18	80	608	76	201	0	285	0	107
24	1111	12	700	21	80	710	76	211	0	336	0	149
25	1111	12	1000	15	13	557	12	286	0	215	0	31
26	1111	12	1000	18	13	664	12	313	0	270	0	55
27	1111	12	1000	21	13	760	12	338	0	319	0	77
28	1333	6	400	15	92	459	72	74	0	178	0	183
29	1333	6	400	18	92	599	72	73	0	188	0	333
30	1333	6	400	21	92	741	72	71	0	192	0	474
31	1333	6	700	15	51	543	46	180	0	276	0	77
32	1333	6	700	18	51	662	46	190	0	329	0	135
33	1333	6	700	21	51	764	46	200	0	370	0	186
34	1333	6	1000	15	20	555	18	290	0	221	0	30
35	1333	6	1000	18	20	668	18	319	0	285	0	50
36	1333	6	1000	21	20	765	18	346	0	338	0	67
37	1333	9	400	15	184	394	175	84	0	195	0	108
38	1333	9	400	18	184	527	175	80	0	210	0	231
39	1333	9	400	21	184	663	175	78	0	213	0	367
40	1333	9	700	15	105	500	99	189	0	237	0	58
41	1333	9	700	18	105	618	99	199	0	302	0	101
42	1333	9	700	21	105	720	99	209	0	357	0	141
43	1333	9	1000	15	43	547	40	287	0	207	0	27
44	1333	9	1000	18	43	658	40	315	0	268	0	49
45	1333	9	1000	21	43	754	40	341	0	319	0	67
46	1333	12	400	15	267	336	245	99	0	170	0	44
47	1333	12	400	18	267	460	245	92	0	209	0	153
48	1333	12	400	21	267	589	245	86	0	227	0	271
49	1333	12	700	15	154	463	147	196	0	201	0	54
50	1333	12	700	18	154	580	147	209	0	263	0	99
51	1333	12	700	21	154	684	147	219	0	316	0	141
52	1333	12	1000	15	65	545	62	289	0	207	0	35
53	1333	12	1000	18	65	654	62	316	0	261	0	61
54	1333	12	1000	21	65	750	62	343	0	309	0	84
55	1667	6	400	15	106	457	95	75	0	177	0	198
56	1667	6	400	18	106	598	95	74	0	187	0	332
57	1667	6	400	21	106	740	95	72	0	192	0	472
58	1667	6	700	15	70	537	62	180	0	277	0	64
59	1667	6	700	18	70	656	62	190	0	337	0	115
60	1667	6	700	21	70	758	62	200	0	379	0	166
61	1667	6	1000	15	40	548	34	288	0	212	0	23
62	1667	6	1000	18	40	662	34	316	0	279	0	40
63	1667	6	1000	21	40	759	34	343	0	333	0	56
64	1667	9	400	15	207	387	175	86	0	186	0	95
65	1667	9	400	18	207	520	175	82	0	203	0	219
66	1667	9	400	21	207	656	175	79	0	209	0	356
67	1667	9	700	15	132	488	103	190	0	231	0	44
68	1667	9	700	18	132	606	103	200	0	295	0	83
69	1667	9	700	21	132	710	103	210	0	347	0	120
70	1667	9	1000	15	79	527	66	287	0	197	0	21
71	1667	9	1000	18	79	639	66	317	0	258	0	40
72	1667	9	1000	21	79	737	66	344	0	309	0	57
73	1667	12	400	15	296	323	284	101	0	167	0	47
74	1667	12	400	18	296	448	284	94	0	212	0	136
75	1667	12	400	21	296	578	284	88	0	230	0	254
76	1667	12	700	15	193	439	184	197	0	186	0	39
77	1667	12	700	18	193	559	184	209	0	253	0	39
78	1667	12	700	21	193	664	184	220	0	309	0	120
79	1667	12	1000	15	112	514	106	286	0	174	0	27
80	1667	12	1000	18	112	624	106	316	0	231	0	51
81	1667	12	1000	21	112	722	106	343	0	280	0	73

CONTINUAÇÃO... ANEXO 2B.

Regime nº	Densidade inicial (N / ha)	Idade do desbaste (anos)	Densidade pós-desbaste (N / ha)	Rotação (anos)	V total		V celulose		V laminação I		V laminação II	
					Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final
82	2000	6	400	15	121	454	104	75	0	179	0	176
83	2000	6	400	18	121	594	104	74	0	189	0	327
84	2000	6	400	21	121	736	104	72	0	193	0	468
85	2000	6	700	15	86	533	75	183	0	271	0	70
86	2000	6	700	18	86	653	75	191	0	326	0	125
87	2000	6	700	21	86	755	75	202	0	367	0	177
88	2000	6	1000	15	54	546	46	289	0	213	0	28
89	2000	6	1000	18	54	659	46	320	0	277	0	48
90	2000	6	1000	21	54	756	46	347	0	331	0	65
91	2000	9	400	15	227	382	212	87	0	187	0	101
92	2000	9	400	18	227	516	212	83	0	205	0	222
93	2000	9	400	21	227	652	212	80	0	211	0	357
94	2000	9	700	15	158	478	146	193	0	219	0	49
95	2000	9	700	18	158	597	146	203	0	288	0	90
96	2000	9	700	21	158	701	146	213	0	345	0	128
97	2000	9	1000	15	107	514	98	286	0	180	0	22
98	2000	9	1000	18	107	627	98	316	0	243	0	42
99	2000	9	1000	21	107	726	98	344	0	296	0	59
100	2000	12	400	15	321	315	305	103	0	161	0	45
101	2000	12	400	18	321	440	305	95	0	207	0	132
102	2000	12	400	21	321	571	305	90	0	226	0	251
103	2000	12	700	15	224	425	211	200	0	178	0	37
104	2000	12	700	18	224	545	211	213	0	246	0	77
105	2000	12	700	21	224	651	211	223	0	302	0	118
106	2000	12	1000	15	150	491	141	285	0	165	0	24
107	2000	12	1000	18	150	603	141	316	0	224	0	48
108	2000	12	1000	21	150	703	141	344	0	274	0	70
109	2500	6	400	15	140	450	116	76	0	177	0	182
110	2500	6	400	18	140	591	116	74	0	187	0	317
111	2500	6	400	21	140	734	116	72	0	192	0	459
112	2500	6	700	15	104	530	88	181	0	266	0	56
113	2500	6	700	18	104	649	88	191	0	320	0	108
114	2500	6	700	21	104	752	88	201	0	361	0	158
115	2500	6	1000	15	77	539	62	287	0	211	0	18
116	2500	6	1000	18	77	653	62	318	0	276	0	33
117	2500	6	1000	21	77	750	62	344	0	330	0	46
118	2500	9	400	15	254	375	210	88	0	186	0	82
119	2500	9	400	18	254	509	210	83	0	205	0	204
120	2500	9	400	21	254	646	210	80	0	211	0	342
121	2500	9	700	15	190	466	158	193	0	215	0	36
122	2500	9	700	18	190	586	158	204	0	282	0	73
123	2500	9	700	21	190	690	158	215	0	337	0	108
124	2500	9	1000	15	135	505	119	287	0	180	0	19
125	2500	9	1000	18	135	619	119	317	0	242	0	36
126	2500	9	1000	21	135	718	119	345	0	294	0	52
127	2500	12	400	15	350	308	329	104	0	158	0	37
128	2500	12	400	18	350	434	329	97	0	209	0	121
129	2500	12	400	21	350	565	329	90	0	233	0	237
130	2500	12	700	15	263	409	245	200	0	161	0	30
131	2500	12	700	18	263	530	245	213	0	232	0	67
132	2500	12	700	21	263	637	245	225	0	291	0	105
133	2500	12	1000	15	194	470	179	283	0	146	0	16
134	2500	12	1000	18	194	583	179	314	0	208	0	35
135	2500	12	1000	21	194	684	179	342	0	261	0	54
136	3333	6	400	15	164	447	129	77	0	178	0	186
137	3333	6	400	18	164	588	129	74	0	189	0	319
138	3333	6	400	21	164	731	129	73	0	193	0	461
139	3333	6	700	15	128	526	96	181	0	263	0	66
140	3333	6	700	18	128	646	96	191	0	318	0	123
141	3333	6	700	21	128	749	96	201	0	361	0	173
142	3333	6	1000	15	104	532	74	287	0	198	0	20
143	3333	6	1000	18	104	646	74	317	0	265	0	37
144	3333	6	1000	21	104	744	74	344	0	321	0	52
145	3333	9	400	15	289	369	255	89	0	187	0	85
146	3333	9	400	18	289	503	255	85	0	206	0	206
147	3333	9	400	21	289	641	255	81	0	213	0	342
148	3333	9	700	15	228	456	196	195	0	206	0	38
149	3333	9	700	18	228	577	196	206	0	278	0	77
150	3333	9	700	21	228	682	196	216	0	337	0	114
151	3333	9	1000	15	178	490	149	285	0	161	0	18
152	3333	9	1000	18	178	605	149	316	0	225	0	37
153	3333	9	1000	21	178	704	149	344	0	279	0	54
154	3333	12	400	15	393	300	358	107	0	152	0	35
155	3333	12	400	18	393	427	358	98	0	205	0	118
156	3333	12	400	21	393	558	358	91	0	228	0	234
157	3333	12	700	15	311	394	280	201	0	154	0	28
158	3333	12	700	18	311	516	280	216	0	226	0	65
159	3333	12	700	21	311	624	280	228	0	285	0	103
160	3333	12	1000	15	245	451	217	282	0	139	0	14
161	3333	12	1000	18	245	566	217	314	0	203	0	33
162	3333	12	1000	21	245	667	217	342	0	257	0	53

ANEXO 2C - VOLUME TOTAL E POR SORTIMENTO (m³ / ha) EM CADA REGIME COM UM DESBASTE SIMULADO NO SÍTIO III.

Regime nº	Densidade inicial (N / ha)	Idade do desbaste (anos)	Densidade pós-desbaste (N / ha)	Rotação (anos)	V total		V celulose		V laminação I		V laminação II	
					Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final
1	1111	6	400	15	63	345	49	74	0	158	0	89
2	1111	6	400	18	63	452	49	73	0	174	0	182
3	1111	6	400	21	63	562	49	72	0	183	0	302
4	1111	6	700	15	29	442	26	164	0	223	0	25
5	1111	6	700	18	29	544	26	174	0	274	0	57
6	1111	6	700	21	29	631	26	184	0	315	0	122
7	1111	6	1000	15	5	451	4	258	0	166	0	4
8	1111	6	1000	18	5	547	4	287	0	223	0	22
9	1111	6	1000	21	5	631	4	313	0	271	0	32
10	1111	9	400	15	135	307	128	81	0	167	0	52
11	1111	9	400	18	135	407	128	79	0	191	0	131
12	1111	9	400	21	135	512	128	76	0	201	0	227
13	1111	9	700	15	64	417	61	170	0	201	0	30
14	1111	9	700	18	64	516	61	180	0	261	0	59
15	1111	9	700	21	64	604	61	191	0	312	0	87
16	1111	9	1000	15	12	457	11	257	0	163	0	12
17	1111	9	1000	18	12	551	11	284	0	216	0	25
18	1111	9	1000	21	12	633	11	309	0	260	0	37
19	1111	12	400	15	150	286	140	86	0	154	0	23
20	1111	12	400	18	150	378	140	84	0	188	0	77
21	1111	12	400	21	150	476	140	82	0	208	0	180
22	1111	12	700	15	65	392	61	174	0	179	0	15
23	1111	12	700	18	65	490	61	186	0	235	0	60
24	1111	12	700	21	12	443	11	259	0	158	0	5
25	1111	12	1000	15	12	535	11	284	0	209	0	27
26	1111	12	1000	18	65	578	61	197	0	282	0	90
27	1111	12	1000	21	12	617	11	309	0	252	0	41
28	1333	6	400	15	72	342	58	74	0	152	0	96
29	1333	6	400	18	72	450	58	73	0	170	0	189
30	1333	6	400	21	72	560	58	72	0	182	0	293
31	1333	6	700	15	40	439	35	163	0	205	0	34
32	1333	6	700	18	40	541	35	173	0	269	0	71
33	1333	6	700	21	40	629	35	183	0	308	0	107
34	1333	6	1000	15	17	446	15	257	0	138	0	7
35	1333	6	1000	18	17	543	15	286	0	220	0	15
36	1333	6	1000	21	17	626	15	312	0	267	0	23
37	1333	9	400	15	151	300	116	83	0	160	0	32
38	1333	9	400	18	151	401	116	80	0	186	0	107
39	1333	9	400	21	151	506	116	78	0	197	0	224
40	1333	9	700	15	86	405	60	174	0	192	0	15
41	1333	9	700	18	86	505	60	184	0	252	0	36
42	1333	9	700	21	86	593	60	194	0	302	0	87
43	1333	9	1000	15	35	443	31	259	0	154	0	7
44	1333	9	1000	18	35	537	31	287	0	206	0	29
45	1333	9	1000	21	35	621	31	313	0	250	0	43
46	1333	12	400	15	223	262	202	92	0	131	0	17
47	1333	12	400	18	223	356	202	89	0	182	0	66
48	1333	12	400	21	223	455	202	86	0	208	0	143
49	1333	12	700	15	128	377	110	176	0	147	0	19
50	1333	12	700	18	128	476	110	188	0	221	0	44
51	1333	12	700	21	128	565	110	199	0	270	0	70
52	1333	12	1000	15	53	446	39	258	0	136	0	9
53	1333	12	1000	18	53	538	39	283	0	211	0	22
54	1333	12	1000	21	53	620	39	307	0	253	0	35
55	1667	6	400	15	82	341	72	75	0	152	0	92
56	1667	6	400	18	82	449	72	74	0	169	0	184
57	1667	6	400	21	82	560	72	73	0	179	0	302
58	1667	6	700	15	55	432	48	166	0	217	0	20
59	1667	6	700	18	55	534	48	176	0	270	0	50
60	1667	6	700	21	55	622	48	186	0	311	0	115
61	1667	6	1000	15	30	440	25	258	0	157	0	4
62	1667	6	1000	18	30	538	25	287	0	215	0	21
63	1667	6	1000	21	30	622	25	314	0	263	0	30
64	1667	9	400	15	167	294	156	84	0	156	0	46
65	1667	9	400	18	167	395	156	81	0	184	0	123
66	1667	9	400	21	167	501	156	79	0	197	0	218
67	1667	9	700	15	109	393	101	174	0	178	0	23
68	1667	9	700	18	109	493	101	185	0	242	0	50
69	1667	9	700	21	109	582	101	195	0	295	0	76
70	1667	9	1000	15	65	425	60	256	0	135	0	9
71	1667	9	1000	18	65	520	60	284	0	189	0	20
72	1667	9	1000	21	65	604	60	310	0	236	0	32
73	1667	12	400	15	245	252	233	95	0	132	0	8
74	1667	12	400	18	245	347	233	91	0	180	0	48
75	1667	12	400	21	245	447	233	87	0	204	0	149
76	1667	12	700	15	158	359	148	179	0	150	0	10
77	1667	12	700	18	158	459	148	192	0	211	0	46
78	1667	12	700	21	158	549	148	203	0	262	0	75
79	1667	12	1000	15	96	416	90	257	0	132	0	5
80	1667	12	1000	18	96	509	90	284	0	183	0	26
81	1667	12	1000	21	96	593	90	310	0	227	0	41

CONTINUAÇÃO... ANEXO 2C.

Regime n°	Densidade inicial (N / ha)	Idade do desbaste (anos)	Densidade pós-desbaste (N / ha)	Rotação (anos)	V total		V celulose		V laminação I		V laminação II	
					Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final
82	2000	6	400	15	93	338	81	75	0	152	0	89
83	2000	6	400	18	93	446	81	74	0	170	0	180
84	2000	6	400	21	93	557	81	73	0	179	0	298
85	2000	6	700	15	66	429	56	167	0	215	0	18
86	2000	6	700	18	66	531	56	177	0	270	0	48
87	2000	6	700	21	66	619	56	187	0	311	0	112
88	2000	6	1000	15	43	436	35	257	0	154	0	3
89	2000	6	1000	18	43	534	35	287	0	212	0	20
90	2000	6	1000	21	43	618	35	314	0	260	0	30
91	2000	9	400	15	182	290	168	85	0	150	0	32
92	2000	9	400	18	182	392	168	82	0	179	0	105
93	2000	9	400	21	182	498	168	81	0	193	0	219
94	2000	9	700	15	129	384	118	177	0	173	0	12
95	2000	9	700	18	129	485	118	188	0	236	0	51
96	2000	9	700	21	129	574	118	198	0	288	0	78
97	2000	9	1000	15	86	414	78	257	0	134	0	4
98	2000	9	1000	18	86	510	78	285	0	189	0	21
99	2000	9	1000	21	86	595	78	312	0	235	0	33
100	2000	12	400	15	265	245	225	96	0	118	0	9
101	2000	12	400	18	265	340	225	92	0	177	0	52
102	2000	12	400	21	265	441	225	89	0	201	0	132
103	2000	12	700	15	184	345	148	180	0	120	0	13
104	2000	12	700	18	184	446	148	193	0	199	0	35
105	2000	12	700	21	184	537	148	204	0	250	0	59
106	2000	12	1000	15	126	398	105	255	0	99	0	5
107	2000	12	1000	18	126	492	105	283	0	175	0	16
108	2000	12	1000	21	126	577	105	309	0	220	0	27
109	2500	6	400	15	105	337	81	75	0	145	0	97
110	2500	6	400	18	105	445	81	74	0	165	0	189
111	2500	6	400	21	105	556	81	73	0	178	0	291
112	2500	6	700	15	81	425	59	166	0	196	0	26
113	2500	6	700	18	81	527	59	176	0	264	0	61
114	2500	6	700	21	81	616	59	186	0	305	0	95
115	2500	6	1000	15	57	432	38	256	0	127	0	6
116	2500	6	1000	18	57	530	38	286	0	209	0	14
117	2500	6	1000	21	57	614	38	312	0	257	0	21
118	2500	9	400	15	205	283	186	86	0	152	0	36
119	2500	9	400	18	205	385	186	83	0	184	0	111
120	2500	9	400	21	205	491	186	81	0	198	0	206
121	2500	9	700	15	153	375	137	176	0	165	0	17
122	2500	9	700	18	153	477	137	188	0	232	0	41
123	2500	9	700	21	153	566	137	198	0	287	0	66
124	2500	9	1000	15	112	404	97	253	0	118	0	7
125	2500	9	1000	18	112	501	97	284	0	173	0	18
126	2500	9	1000	21	112	586	97	310	0	220	0	28
127	2500	12	400	15	291	238	270	100	0	120	0	5
128	2500	12	400	18	291	333	270	94	0	175	0	38
129	2500	12	400	21	291	522	270	208	0	243	0	63
130	2500	12	700	15	219	329	201	181	0	124	0	7
131	2500	12	700	18	219	431	201	195	0	189	0	37
132	2500	12	700	21	219	434	201	90	0	205	0	133
133	2500	12	1000	15	158	383	143	253	0	108	0	2
134	2500	12	1000	18	158	478	143	282	0	163	0	17
135	2500	12	1000	21	158	564	143	309	0	210	0	30
136	3333	6	400	15	124	332	97	76	0	151	0	82
137	3333	6	400	18	124	440	97	76	0	170	0	173
138	3333	6	400	21	124	551	97	74	0	180	0	292
139	3333	6	700	15	97	423	72	166	0	205	0	24
140	3333	6	700	18	97	526	72	175	0	258	0	57
141	3333	6	700	21	97	615	72	186	0	297	0	123
142	3333	6	1000	15	79	425	57	257	0	144	0	3
143	3333	6	1000	18	79	523	57	287	0	202	0	18
144	3333	6	1000	21	79	608	57	314	0	251	0	28
145	3333	9	400	15	233	278	203	88	0	145	0	23
146	3333	9	400	18	233	380	203	85	0	178	0	91
147	3333	9	400	21	233	486	203	82	0	194	0	205
148	3333	9	700	15	184	367	156	178	0	161	0	8
149	3333	9	700	18	184	469	156	190	0	226	0	43
150	3333	9	700	21	184	559	156	201	0	281	0	69
151	3333	9	1000	15	146	392	122	253	0	116	0	3
152	3333	9	1000	18	146	489	122	284	0	172	0	18
153	3333	9	1000	21	146	575	122	312	0	219	0	29
154	3333	12	400	15	327	230	270	101	0	103	0	5
155	3333	12	400	18	327	326	270	96	0	171	0	41
156	3333	12	400	21	327	427	270	91	0	201	0	115
157	3333	12	700	15	259	317	215	180	0	99	0	7
158	3333	12	700	18	259	419	215	195	0	182	0	24
159	3333	12	700	21	259	512	215	207	0	237	0	46
160	3333	12	1000	15	200	368	173	250	0	100	0	4
161	3333	12	1000	18	200	464	173	280	0	153	0	13
162	3333	12	1000	21	200	551	173	307	0	199	0	23

ANEXO 2D - VOLUME TOTAL E POR SORTIMENTO (m³ / ha) EM CADA REGIME COM UM DESBASTE SIMULADO NO SÍTIO IV.

Regime nº	Densidade inicial (N / ha)	Idade do desbaste (anos)	Densidade pós-desbaste (N / ha)	Rotação (anos)	V total		V celulose		V laminação I		V laminação II	
					Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final
1	1111	6	400	15	46	230	37	72	0	113	0	26
2	1111	6	400	18	46	305	37	73	0	141	0	71
3	1111	6	400	21	46	382	37	73	0	159	0	132
4	1111	6	700	15	22	329	19	142	0	143	0	12
5	1111	6	700	18	22	410	19	153	0	191	0	30
6	1111	6	700	21	22	481	19	164	0	228	0	51
7	1111	6	1000	15	4	333	3	218	0	77	0	1
8	1111	6	1000	18	4	411	3	247	0	119	0	3
9	1111	6	1000	21	4	479	3	271	0	183	0	6
10	1111	9	400	15	104	211	81	78	0	114	0	4
11	1111	9	400	18	104	280	81	78	0	149	0	30
12	1111	9	400	21	104	353	81	78	0	171	0	78
13	1111	9	700	15	49	312	32	152	0	142	0	2
14	1111	9	700	18	49	390	32	162	0	196	0	9
15	1111	9	700	21	49	461	32	172	0	241	0	17
16	1111	9	1000	15	9	343	9	223	0	102	0	0
17	1111	9	1000	18	9	417	9	248	0	146	0	2
18	1111	9	1000	21	9	484	9	272	0	184	0	5
19	1111	12	400	15	159	196	148	82	0	95	0	1
20	1111	12	400	18	159	260	148	82	0	140	0	15
21	1111	12	400	21	159	328	148	82	0	171	0	52
22	1111	12	700	15	77	301	69	152	0	114	0	4
23	1111	12	700	18	77	378	69	163	0	164	0	16
24	1111	12	700	21	77	448	69	174	0	206	0	29
25	1111	12	1000	15	15	359	11	224	0	94	0	1
26	1111	12	1000	18	15	430	11	246	0	134	0	6
27	1111	12	1000	21	15	495	11	268	0	194	0	12
28	1333	6	400	15	53	228	47	72	0	117	0	31
29	1333	6	400	18	53	303	47	72	0	145	0	77
30	1333	6	400	21	53	380	47	73	0	162	0	137
31	1333	6	700	15	29	325	25	144	0	153	0	10
32	1333	6	700	18	29	406	25	154	0	207	0	29
33	1333	6	700	21	29	478	25	166	0	248	0	49
34	1333	6	1000	15	13	329	11	210	0	86	0	1
35	1333	6	1000	18	13	407	11	238	0	131	0	4
36	1333	6	1000	21	13	475	11	271	0	169	0	8
37	1333	9	400	15	113	208	106	78	0	110	0	12
38	1333	9	400	18	113	277	106	78	0	146	0	44
39	1333	9	400	21	113	350	106	78	0	170	0	95
40	1333	9	700	15	66	301	61	150	0	127	0	5
41	1333	9	700	18	66	381	61	162	0	184	0	17
42	1333	9	700	21	66	452	61	174	0	233	0	30
43	1333	9	1000	15	29	329	27	211	0	84	0	1
44	1333	9	1000	18	29	404	27	237	0	128	0	6
45	1333	9	1000	21	29	472	27	269	0	165	0	11
46	1333	12	400	15	174	188	165	84	0	92	0	2
47	1333	12	400	18	174	252	165	85	0	142	0	17
48	1333	12	400	21	174	321	165	83	0	175	0	54
49	1333	12	700	15	100	285	94	152	0	109	0	4
50	1333	12	700	18	100	362	94	163	0	163	0	16
51	1333	12	700	21	100	433	94	177	0	209	0	30
52	1333	12	1000	15	43	337	40	214	0	88	0	2
53	1333	12	1000	18	43	409	40	237	0	130	0	8
54	1333	12	1000	21	43	475	40	269	0	165	0	16
55	1667	6	400	15	61	226	53	73	0	113	0	22
56	1667	6	400	18	61	301	53	74	0	141	0	65
57	1667	6	400	21	61	379	53	73	0	158	0	124
58	1667	6	700	15	40	320	33	147	0	150	0	5
59	1667	6	700	18	40	402	33	158	0	201	0	17
60	1667	6	700	21	40	474	33	168	0	241	0	33
61	1667	6	1000	15	24	324	19	219	0	89	0	0
62	1667	6	1000	18	24	402	19	247	0	135	0	1
63	1667	6	1000	21	24	471	19	274	0	173	0	3
64	1667	9	400	15	127	202	94	81	0	104	0	5
65	1667	9	400	18	127	272	94	80	0	140	0	30
66	1667	9	400	21	127	345	94	80	0	164	0	77
67	1667	9	700	15	85	291	70	156	0	121	0	1
68	1667	9	700	18	85	371	70	167	0	177	0	7
69	1667	9	700	21	85	443	70	177	0	224	0	14
70	1667	9	1000	15	50	317	45	219	0	81	0	0
71	1667	9	1000	18	50	392	45	246	0	125	0	2
72	1667	9	1000	21	50	460	45	271	0	163	0	4
73	1667	12	400	15	191	181	161	87	0	76	0	1
74	1667	12	400	18	191	245	161	87	0	125	0	13
75	1667	12	400	21	191	314	161	85	0	159	0	47
76	1667	12	700	15	125	269	99	157	0	81	0	2
77	1667	12	700	18	125	347	99	169	0	134	0	11
78	1667	12	700	21	125	419	99	180	0	179	0	22
79	1667	12	1000	15	76	314	61	221	0	59	0	1
80	1667	12	1000	18	76	387	61	245	0	99	0	4
81	1667	12	1000	21	76	454	61	269	0	160	0	9

CONTINUAÇÃO... ANEXO 2D.

Regime nº	Densidade inicial (N / ha)	Idade do desbaste (anos)	Densidade pós-desbaste (N / ha)	Rotação (anos)	V total		V celulose		V laminação I		V laminação II	
					Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final
82	2000	6	400	15	68	225	55	73	0	106	0	28
83	2000	6	400	18	68	300	55	74	0	134	0	73
84	2000	6	400	21	68	378	55	73	0	153	0	133
85	2000	6	700	15	49	318	38	146	0	134	0	8
86	2000	6	700	18	49	400	38	155	0	184	0	25
87	2000	6	700	21	49	472	38	166	0	223	0	44
88	2000	6	1000	15	31	323	21	217	0	69	0	0
89	2000	6	1000	18	31	401	21	246	0	111	0	2
90	2000	6	1000	21	31	469	21	271	0	176	0	4
91	2000	9	400	15	139	199	110	81	0	96	0	4
92	2000	9	400	18	139	269	110	80	0	138	0	29
93	2000	9	400	21	139	342	110	79	0	165	0	77
94	2000	9	700	15	100	285	83	154	0	99	0	2
95	2000	9	700	18	100	365	83	166	0	156	0	9
96	2000	9	700	21	100	437	83	176	0	204	0	19
97	2000	9	1000	15	65	310	58	217	0	58	0	0
98	2000	9	1000	18	65	386	58	245	0	99	0	2
99	2000	9	1000	21	65	454	58	269	0	162	0	6
100	2000	12	400	15	206	176	192	87	0	77	0	1
101	2000	12	400	18	206	241	192	87	0	129	0	16
102	2000	12	400	21	206	310	192	87	0	164	0	52
103	2000	12	700	15	147	258	136	152	0	82	0	2
104	2000	12	700	18	147	337	136	166	0	138	0	11
105	2000	12	700	21	147	409	136	181	0	187	0	24
106	2000	12	1000	15	99	301	91	206	0	60	0	1
107	2000	12	1000	18	99	375	91	233	0	103	0	4
108	2000	12	1000	21	99	442	91	267	0	141	0	9
109	2500	6	400	15	77	224	60	73	0	115	0	27
110	2500	6	400	18	77	299	60	74	0	144	0	72
111	2500	6	400	21	77	377	60	73	0	163	0	133
112	2500	6	700	15	60	315	45	143	0	142	0	12
113	2500	6	700	18	60	397	45	154	0	194	0	32
114	2500	6	700	21	60	469	45	166	0	233	0	55
115	2500	6	1000	15	44	318	31	207	0	77	0	1
116	2500	6	1000	18	44	396	31	237	0	122	0	4
117	2500	6	1000	21	44	465	31	270	0	161	0	7
118	2500	9	400	15	157	193	128	82	0	97	0	3
119	2500	9	400	18	157	263	128	83	0	138	0	23
120	2500	9	400	21	157	337	128	81	0	164	0	68
121	2500	9	700	15	117	279	103	156	0	110	0	1
122	2500	9	700	18	117	360	103	168	0	168	0	5
123	2500	9	700	21	117	432	103	178	0	215	0	14
124	2500	9	1000	15	88	300	75	215	0	69	0	0
125	2500	9	1000	18	88	376	75	244	0	112	0	2
126	2500	9	1000	21	88	445	75	269	0	150	0	4
127	2500	12	400	15	229	168	189	90	0	60	0	0
128	2500	12	400	18	229	233	189	90	0	116	0	7
129	2500	12	400	21	229	303	189	88	0	155	0	37
130	2500	12	700	15	173	247	142	156	0	63	0	1
131	2500	12	700	18	173	327	142	171	0	118	0	6
132	2500	12	700	21	173	400	142	182	0	165	0	16
133	2500	12	1000	15	125	289	109	214	0	43	0	0
134	2500	12	1000	18	125	364	109	242	0	82	0	3
135	2500	12	1000	21	125	432	109	266	0	142	0	7
136	3333	6	400	15	91	222	68	74	0	111	0	19
137	3333	6	400	18	91	296	68	75	0	140	0	60
138	3333	6	400	21	91	374	68	74	0	158	0	119
139	3333	6	700	15	74	312	53	145	0	141	0	7
140	3333	6	700	18	74	395	53	156	0	191	0	21
141	3333	6	700	21	74	467	53	166	0	229	0	40
142	3333	6	1000	15	60	313	41	216	0	81	0	0
143	3333	6	1000	18	60	392	41	247	0	126	0	1
144	3333	6	1000	21	60	461	41	273	0	165	0	3
145	3333	9	400	15	180	189	145	83	0	84	0	4
146	3333	9	400	18	180	259	145	82	0	128	0	29
147	3333	9	400	21	180	334	145	81	0	156	0	75
148	3333	9	700	15	141	274	117	154	0	89	0	1
149	3333	9	700	18	141	355	117	166	0	147	0	8
150	3333	9	700	21	141	428	117	177	0	193	0	21
151	3333	9	1000	15	115	291	93	212	0	46	0	0
152	3333	9	1000	18	115	368	93	242	0	86	0	2
153	3333	9	1000	21	115	437	93	268	0	148	0	5
154	3333	12	400	15	259	162	228	91	0	60	0	0
155	3333	12	400	18	259	228	228	90	0	118	0	9
156	3333	12	400	21	259	298	228	89	0	159	0	41
157	3333	12	700	15	205	238	177	150	0	64	0	1
158	3333	12	700	18	205	318	177	167	0	122	0	7
159	3333	12	700	21	205	391	177	183	0	173	0	18
160	3333	12	1000	15	163	275	137	197	0	43	0	0
161	3333	12	1000	18	163	350	137	239	0	85	0	3
162	3333	12	1000	21	163	419	137	264	0	122	0	7

ANEXO 2E - VOLUME TOTAL E POR SORTIMENTO (m³ / ha) EM CADA REGIME COM UM DESBASTE SIMULADO NO SÍTIO V.

Regime nº	Densidade inicial (N / ha)	Idade do desbaste (anos)	Densidade pós-desbaste (N / ha)	Rotação (anos)	V total		V celulose		V laminação I		V laminação II	
					Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final
1	1111	6	400	15	31	138	28	67	0	59	0	0
2	1111	6	400	18	31	184	28	71	0	92	0	5
3	1111	6	400	21	31	233	28	73	0	119	0	33
4	1111	6	700	15	15	224	13	117	0	86	0	1
5	1111	6	700	18	15	285	13	129	0	128	0	3
6	1111	6	700	21	15	340	13	140	0	162	0	21
7	1111	6	1000	15	3	225	3	166	0	31	0	0
8	1111	6	1000	18	3	284	3	193	0	59	0	0
9	1111	6	1000	21	3	336	3	217	0	85	0	1
10	1111	9	400	15	73	133	44	70	0	53	0	0
11	1111	9	400	18	73	176	44	74	0	88	0	1
12	1111	9	400	21	73	222	44	76	0	118	0	19
13	1111	9	700	15	37	213	27	128	0	67	0	0
14	1111	9	700	18	37	272	27	139	0	112	0	0
15	1111	9	700	21	37	325	27	150	0	153	0	5
16	1111	9	1000	15	8	235	8	173	0	32	0	0
17	1111	9	1000	18	8	291	8	196	0	63	0	0
18	1111	9	1000	21	8	341	8	218	0	89	0	1
19	1111	12	400	15	117	130	111	73	0	47	0	0
20	1111	12	400	18	117	169	111	77	0	81	0	0
21	1111	12	400	21	117	211	111	80	0	116	0	8
22	1111	12	700	15	56	211	53	128	0	65	0	0
23	1111	12	700	18	56	267	53	141	0	107	0	0
24	1111	12	700	21	56	320	53	151	0	146	0	5
25	1111	12	1000	15	13	252	12	183	0	39	0	0
26	1111	12	1000	18	13	304	12	200	0	72	0	0
27	1111	12	1000	21	13	353	12	220	0	99	0	2
28	1333	6	400	15	36	136	30	68	0	48	0	1
29	1333	6	400	18	36	182	30	72	0	90	0	7
30	1333	6	400	21	36	232	30	74	0	116	0	24
31	1333	6	700	15	20	221	16	124	0	63	0	0
32	1333	6	700	18	20	282	16	135	0	128	0	3
33	1333	6	700	21	20	337	16	145	0	162	0	8
34	1333	6	1000	15	10	222	7	174	0	15	0	0
35	1333	6	1000	18	10	280	7	202	0	64	0	0
36	1333	6	1000	21	10	332	7	227	0	90	0	0
37	1333	9	400	15	80	130	56	73	0	38	0	0
38	1333	9	400	18	80	172	56	76	0	85	0	2
39	1333	9	400	21	80	218	56	78	0	114	0	11
40	1333	9	700	15	48	206	38	132	0	39	0	0
41	1333	9	700	18	48	265	38	144	0	110	0	0
42	1333	9	700	21	48	319	38	153	0	149	0	1
43	1333	9	1000	15	21	226	19	180	0	13	0	0
44	1333	9	1000	18	21	282	19	204	0	64	0	0
45	1333	9	1000	21	21	333	19	227	0	90	0	0
46	1333	12	400	15	125	126	107	73	0	37	0	0
47	1333	12	400	18	125	165	107	78	0	70	0	1
48	1333	12	400	21	125	208	107	80	0	103	0	6
49	1333	12	700	15	75	198	59	133	0	37	0	0
50	1333	12	700	18	75	255	59	144	0	81	0	1
51	1333	12	700	21	75	308	59	155	0	119	0	3
52	1333	12	1000	15	34	236	26	186	0	19	0	0
53	1333	12	1000	18	34	289	26	206	0	49	0	0
54	1333	12	1000	21	34	338	26	226	0	74	0	1
55	1667	6	400	15	41	135	33	67	0	51	0	2
56	1667	6	400	18	41	181	33	71	0	83	0	10
57	1667	6	400	21	41	231	33	73	0	109	0	30
58	1667	6	700	15	27	218	21	122	0	70	0	1
59	1667	6	700	18	27	279	21	134	0	112	0	5
60	1667	6	700	21	27	334	21	144	0	146	0	12
61	1667	6	1000	15	16	219	12	172	0	20	0	0
62	1667	6	1000	18	16	278	12	200	0	44	0	0
63	1667	6	1000	21	16	330	12	225	0	67	0	0
64	1667	9	400	15	90	126	71	71	0	40	0	0
65	1667	9	400	18	90	169	71	75	0	74	0	3
66	1667	9	400	21	90	215	71	77	0	104	0	14
67	1667	9	700	15	61	199	51	130	0	44	0	0
68	1667	9	700	18	61	259	51	142	0	88	0	1
69	1667	9	700	21	61	313	51	153	0	126	0	3
70	1667	9	1000	15	36	218	31	176	0	16	0	0
71	1667	9	1000	18	36	274	31	201	0	41	0	0
72	1667	9	1000	21	36	325	31	224	0	65	0	0
73	1667	12	400	15	139	120	129	74	0	36	0	0
74	1667	12	400	18	139	159	129	79	0	69	0	0
75	1667	12	400	21	139	202	129	81	0	104	0	8
76	1667	12	700	15	93	187	86	131	0	36	0	0
77	1667	12	700	18	93	244	86	143	0	81	0	0
78	1667	12	700	21	93	298	86	155	0	120	0	3
79	1667	12	1000	15	56	220	51	171	0	19	0	0
80	1667	12	1000	18	56	274	51	193	0	48	0	0
81	1667	12	1000	21	56	324	51	214	0	75	0	1

CONTINUAÇÃO... ANEXO 2E.

Regime n°	Densidade inicial (N / ha)	Idade do desbaste (anos)	Densidade pós-desbaste (N / ha)	Rotação (anos)	V total		V celulose		V laminação I		V laminação II	
					Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final	Desb.	Corte final
82	2000	6	400	15	46	134	36	66	0	56	0	1
83	2000	6	400	18	46	181	36	70	0	87	0	6
84	2000	6	400	21	46	230	36	72	0	113	0	36
85	2000	6	700	15	34	215	26	118	0	77	0	0
86	2000	6	700	18	34	277	26	131	0	120	0	2
87	2000	6	700	21	34	332	26	142	0	156	0	17
88	2000	6	1000	15	22	217	16	162	0	27	0	0
89	2000	6	1000	18	22	276	16	190	0	54	0	0
90	2000	6	1000	21	22	328	16	216	0	79	0	1
91	2000	9	400	15	98	124	87	70	0	44	0	0
92	2000	9	400	18	98	167	87	74	0	78	0	1
93	2000	9	400	21	98	214	87	77	0	109	0	18
94	2000	9	700	15	72	195	63	126	0	49	0	0
95	2000	9	700	18	72	254	63	139	0	94	0	0
96	2000	9	700	21	72	309	63	150	0	134	0	5
97	2000	9	1000	15	46	213	39	162	0	21	0	0
98	2000	9	1000	18	46	269	39	189	0	48	0	0
99	2000	9	1000	21	46	321	39	213	0	74	0	1
100	2000	12	400	15	152	115	123	77	0	22	0	0
101	2000	12	400	18	152	154	123	82	0	56	0	0
102	2000	12	400	21	152	197	123	83	0	93	0	3
103	2000	12	700	15	109	179	88	132	0	22	0	0
104	2000	12	700	18	109	236	88	145	0	63	0	0
105	2000	12	700	21	109	290	88	157	0	101	0	1
106	2000	12	1000	15	72	212	62	177	0	10	0	0
107	2000	12	1000	18	72	265	62	200	0	35	0	0
108	2000	12	1000	21	72	316	62	222	0	59	0	1
109	2500	6	400	15	52	134	28	66	0	47	0	2
110	2500	6	400	18	52	181	28	71	0	86	0	10
111	2500	6	400	21	52	230	28	73	0	111	0	29
112	2500	6	700	15	42	214	20	122	0	60	0	1
113	2500	6	700	18	42	276	20	133	0	121	0	4
114	2500	6	700	21	42	331	20	143	0	154	0	11
115	2500	6	1000	15	31	214	11	170	0	13	0	0
116	2500	6	1000	18	31	273	11	200	0	58	0	0
117	2500	6	1000	21	31	325	11	225	0	85	0	0
118	2500	9	400	15	112	120	89	73	0	33	0	0
119	2500	9	400	18	112	163	89	77	0	68	0	2
120	2500	9	400	21	112	209	89	79	0	101	0	11
121	2500	9	700	15	84	192	68	126	0	43	0	0
122	2500	9	700	18	84	252	68	139	0	84	0	1
123	2500	9	700	21	84	307	68	151	0	121	0	5
124	2500	9	1000	15	64	205	50	170	0	12	0	0
125	2500	9	1000	18	64	262	50	197	0	34	0	0
126	2500	9	1000	21	64	313	50	221	0	57	0	0
127	2500	12	400	15	169	110	152	76	0	24	0	0
128	2500	12	400	18	169	150	152	81	0	58	0	0
129	2500	12	400	21	169	193	152	84	0	95	0	4
130	2500	12	700	15	128	172	113	126	0	26	0	0
131	2500	12	700	18	128	230	113	142	0	66	0	0
132	2500	12	700	21	128	284	113	155	0	107	0	2
133	2500	12	1000	15	95	201	82	160	0	11	0	0
134	2500	12	1000	18	95	255	82	186	0	37	0	0
135	2500	12	1000	21	95	306	82	209	0	63	0	1
136	3333	6	400	15	61	133	34	68	0	49	0	1
137	3333	6	400	18	61	179	34	71	0	81	0	10
138	3333	6	400	21	61	229	34	73	0	108	0	29
139	3333	6	700	15	51	212	25	119	0	68	0	2
140	3333	6	700	18	51	274	25	131	0	108	0	8
141	3333	6	700	21	51	330	25	142	0	141	0	16
142	3333	6	1000	15	43	211	18	169	0	17	0	0
143	3333	6	1000	18	43	270	18	199	0	40	0	0
144	3333	6	1000	21	43	323	18	223	0	62	0	0
145	3333	9	400	15	129	117	105	72	0	35	0	0
146	3333	9	400	18	129	160	105	76	0	71	0	1
147	3333	9	400	21	129	207	105	79	0	105	0	14
148	3333	9	700	15	102	187	79	127	0	41	0	0
149	3333	9	700	18	102	247	79	141	0	85	0	0
150	3333	9	700	21	102	302	79	152	0	127	0	4
151	3333	9	1000	15	84	199	63	156	0	14	0	0
152	3333	9	1000	18	84	256	63	185	0	39	0	0
153	3333	9	1000	21	84	308	63	210	0	64	0	0
154	3333	12	400	15	192	107	154	75	0	17	0	0
155	3333	12	400	18	192	146	154	81	0	49	0	0
156	3333	12	400	21	192	190	154	85	0	84	0	4
157	3333	12	700	15	153	165	126	130	0	14	0	0
158	3333	12	700	18	153	223	126	146	0	51	0	0
159	3333	12	700	21	153	278	126	158	0	88	0	1
160	3333	12	1000	15	122	192	102	168	0	5	0	0
161	3333	12	1000	18	122	246	102	195	0	24	0	0
162	3333	12	1000	21	122	298	102	218	0	46	0	0

ANEXO 3 - O MÁXIMO VET (R\$ / ha) EM REGIME SEM DESBASTE EM CADA CENÁRIO, NA PRODUÇÃO EXCLUSIVA DE MADEIRA PARA CELULOSE.

Condição de colheita	Classe de Sítio	15 km da fábrica			50 km da fábrica			85 km da fábrica		
		Taxa de desconto (% a.a.)								
		6	8	10	6	8	10	6	8	10
Terreno normal	I	1885	826	222	65	-456	-741	-1787	-1706	-1639
	II	811	47	-379	-837	-1065	-1178	-2423	-2142	-1952
	III	-477	-895	-1109	-1759	-1713	-1663	-2964	-2516	-2234
	IV	-1808	-1825	-1747	-2661	-2373	-2168	-3543	-2940	-2561
	V	-2907	-2514	-2257	-3517	-2916	-2536	-4093	-3332	-2824
Terreno acidentado	I	1215	369	-111	-584	-894	-1056	-2364	-2101	-1923
	II	244	-335	-654	-1405	-1448	-1453	-2836	-2496	-2207
	III	-922	-1188	-1313	-2182	-1995	-1864	-3386	-2798	-2434
	IV	-2118	-2024	-1903	-2970	-2572	-2310	-3853	-3139	-2697
	V	-3137	-2663	-2361	-3719	-3066	-2639	-4295	-3457	-2928

onde: VET = Valor Esperado da Terra.

OBS: O máximo Valor Presente Geral (VPG) é obtido pela subtração do Valor Esperado da Terra pelo Valor Presente da Terra ou Custo da Terra.

ANEXO 4 - O MÁXIMO VET (R\$ / ha) EM REGIME SEM DESBASTE EM CADA CENÁRIO, NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE (VENDIDA NA FÁBRICA) E LAMINAÇÃO (VENDIDA A 15 km).

Condição de colheita	Preço (laminação)	Classe de Sítio	15 km da fábrica			50 km da fábrica			85 km da fábrica		
			Taxa de desconto (% a.a.)			Taxa de desconto (% a.a.)			Taxa de desconto (% a.a.)		
			6	8	10	6	8	10	6	8	10
Terreno normal	+ 20%	I	6259	3453	1946	5363	2862	1465	4605	2251	1042
		II	4275	2053	928	3517	1548	507	2768	1031	149
		III	2192	707	14	1573	242	-357	959	-160	-728
		IV	99	-628	-981	-348	-1016	-1246	-810	-1356	-1520
		V	-1721	-1905	-1945	-2111	-2140	-2095	-2500	-2383	-2250
	Inalterado	I	4761	2478	1362	3854	1887	801	2975	1276	367
		II	3047	1265	478	2288	760	-19	1512	251	-389
		III	1235	186	-342	616	-343	-722	-3	-760	-1106
		IV	-514	-993	-1230	-1027	-1380	-1495	-1489	-1765	-1769
		V	-2099	-2133	-2051	-2488	-2367	-2240	-2888	-2610	-2396
	- 20%	I	3263	1657	778	2356	912	217	1419	301	-308
		II	1818	615	29	1059	-28	-468	274	-529	-928
		III	373	-327	-679	-340	-864	-1081	-965	-1359	-1471
		IV	-1080	-1357	-1479	-1682	-1744	-1744	-2168	-2145	-2017
		V	-2476	-2346	-2141	-2865	-2595	-2380	-3269	-2838	-2541
Terreno acidentado	+ 20%	I	5760	3128	1665	4872	2537	1241	4164	1926	817
		II	3862	1761	675	3103	1267	307	2367	769	-50
		III	1835	431	-179	1228	18	-550	645	-384	-877
		IV	-157	-827	-1117	-604	-1215	-1382	-1066	-1510	-1656
		V	-1923	-2027	-2023	-2313	-2262	-2173	-2696	-2505	-2328
	Inalterado	I	4262	2153	1082	3355	1562	565	2534	951	142
		II	2633	973	226	1874	487	-232	1110	-12	-589
		III	878	-90	-542	266	-582	-915	-317	-983	-1276
		IV	-823	-1192	-1366	-1283	-1579	-1631	-1745	-1919	-1905
		V	-2301	-2254	-2155	-2690	-2489	-2318	-3084	-2732	-2474
	- 20%	I	2764	1267	498	1857	587	-63	928	-24	-533
		II	1404	263	-224	645	-293	-721	-140	-792	-1121
		III	-46	-608	-879	-696	-1139	-1281	-1279	-1583	-1664
		IV	-1390	-1556	-1615	-1962	-1943	-1880	-2424	-2329	-2154
		V	-2678	-2482	-2245	-3067	-2717	-2464	-3471	-2960	-2619

onde: VET = Valor Esperado da Terra.

OBS: O máximo Valor Presente Geral (VPG) é obtido pela subtração do Valor Esperado da Terra pelo Valor Presente da Terra ou Custo da Terra.

ANEXO 5 - O MÁXIMO VET (R\$ / ha) EM REGIME SEM DESBASTE EM CADA CENÁRIO, NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE (VENDIDA NA FÁBRICA) E LAMINAÇÃO (VENDIDA A 50 km).

Condição de colheita	Preço (laminação)	Classe de Sítio	15 km da fábrica			50 km da fábrica			85 km da fábrica		
			Taxa de Desconto (% a.a.)			Taxa de Desconto (% a.a.)			Taxa de Desconto (% a.a.)		
			6	8	10	6	8	10	6	8	10
Terreno normal	+ 20%	I	5600	3023	1689	4696	2433	1168	3893	1822	745
		II	3736	1706	729	2977	1201	269	2217	688	-88
		III	1770	477	-148	1151	-23	-518	536	-424	-902
		IV	-198	-789	-1091	-647	-1176	-1356	-1110	-1536	-1630
		V	-1888	-2006	-2001	-2277	-2240	-2159	-2671	-2483	-2315
	Inalterado	I	4101	2112	1105	3194	1458	544	2272	846	70
		II	2507	964	280	1748	412	-218	963	-92	-627
		III	814	-44	-491	194	-573	-884	-426	-1024	-1267
		IV	-764	-1153	-1340	-1326	-1541	-1605	-1789	-1941	-1878
		V	-2265	-2233	-2091	-2655	-2468	-2305	-3058	-2711	-2460
	- 20%	I	2668	1300	521	1696	520	-40	757	-129	-606
		II	1278	339	-170	519	-353	-667	-266	-872	-1166
		III	23	-536	-828	-762	-1094	-1230	-1388	-1624	-1633
		IV	-1330	-1518	-1589	-1933	-1905	-1853	-2468	-2305	-2127
		V	-2643	-2404	-2181	-3032	-2695	-2420	-3435	-2938	-2606
Terreno acidentado	+ 20%	I	5101	2699	1408	4206	2108	943	3452	1497	520
		II	3322	1414	477	2563	925	70	1815	426	-288
		III	1413	201	-341	805	-246	-711	222	-648	-1053
		IV	-456	-988	-1227	-903	-1375	-1492	-1366	-1691	-1766
		V	-2090	-2127	-2087	-2479	-2362	-2237	-2867	-2605	-2392
	Inalterado	I	3603	1724	825	2695	1133	268	1822	522	-155
		II	2093	626	27	1334	144	-469	559	-354	-825
		III	457	-320	-691	-157	-846	-1077	-740	-1248	-1452
		IV	-1074	-1352	-1476	-1582	-1740	-1741	-2045	-2100	-2015
		V	-2467	-2355	-2195	-2857	-2590	-2383	-3255	-2833	-2538
	- 20%	I	2104	910	241	1197	158	-320	262	-453	-830
		II	864	-13	-422	105	-636	-920	-680	-1135	-1352
		III	-395	-818	-1028	-1119	-1370	-1430	-1702	-1847	-1826
		IV	-1640	-1717	-1725	-2242	-2104	-1990	-2724	-2504	-2264
		V	-2845	-2554	-2285	-3234	-2817	-2524	-3637	-3060	-2683

onde: VET = Valor Esperado da Terra.

OBS: O máximo Valor Presente Geral (VPG) é obtido pela subtração do Valor Esperado da Terra pelo Valor Presente da Terra ou Custo da Terra.

ANEXO 6 - O MÁXIMO VET (R\$ / ha) EM REGIME SEM DESBASTE EM CADA CENÁRIO, NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE (VENDIDA NA FÁBRICA) E LAMINAÇÃO (VENDIDA A 85 km).

Condição de colheita	Preço (laminação)	Classe de Sítio	15 km da fábrica			50 km da fábrica			85 km da fábrica		
						Taxa de Desconto (% a.a.)					
			6	8	10	6	8	10	6	8	10
Terreno normal	+ 20%	I	4917	2579	1423	4010	1988	863	3156	1377	437
		II	3177	1346	524	2418	841	27	1646	334	-334
		III	1333	239	-308	714	-290	-685	98	-698	-1069
		IV	-457	-956	-1205	-958	-1343	-1469	-1420	-1724	-1743
		V	-2060	-2110	-2042	-2450	-2344	-2226	-2849	-2587	-2381
	Inalterado	I	3419	1742	839	2511	1013	278	1582	402	-238
		II	1948	678	74	1189	53	-423	404	-447	-873
		III	453	-279	-645	-242	-811	-1047	-864	-1298	-1434
		IV	-1023	-1320	-1454	-1625	-1707	-1718	-2099	-2108	-1992
		V	-2438	-2333	-2132	-2827	-2572	-2371	-3230	-2815	-2527
	- 20%	I	2165	970	326	1013	150	-306	74	-573	-886
		II	977	159	-299	-40	-639	-873	-825	-1227	-1387
		III	-320	-753	-982	-1141	-1320	-1384	-1825	-1879	-1800
		IV	-1589	-1684	-1699	-2192	-2071	-1967	-2778	-2472	-2241
		V	-2815	-2463	-2222	-3205	-2799	-2461	-3608	-3042	-2672
Terreno acidentado	+ 20%	I	4418	2254	1143	3516	1664	636	2715	1053	212
		II	2763	1054	271	2005	570	-176	1244	71	-534
		III	976	-37	-508	367	-520	-878	-216	-922	-1235
		IV	-766	-1155	-1341	-1214	-1542	-1605	-1676	-1878	-1879
		V	-2262	-2231	-2146	-2652	-2466	-2304	-3045	-2709	-2459
	Inalterado	I	2920	1352	559	2013	689	-2	1092	77	-463
		II	1534	327	-178	776	-211	-676	-10	-709	-1065
		III	34	-558	-845	-595	-1087	-1244	-1177	-1522	-1628
		IV	-1333	-1519	-1590	-1893	-1906	-1854	-2355	-2287	-2128
		V	-2640	-2459	-2236	-3029	-2694	-2449	-3432	-2937	-2604
	- 20%	I	1541	540	-6	514	-240	-586	-425	-898	-1138
		II	409	-224	-574	-453	-991	-1125	-1239	-1490	-1591
		III	-742	-1035	-1182	-1556	-1601	-1584	-2139	-2121	-1993
		IV	-1899	-1883	-1839	-2501	-2270	-2103	-3034	-2671	-2377
		V	-3017	-2613	-2326	-3407	-2921	-2565	-3810	-3164	-2750

onde: VET = Valor Esperado da Terra.

OBS: O máximo Valor Presente Geral (VPG) é obtido pela subtração do Valor Esperado da Terra pelo Valor Presente da Terra ou Custo da Terra.

ANEXO 7 - O MÁXIMO VET (R\$ / ha) EM REGIME COM UM DESBASTE EM CADA CENÁRIO, NA PRODUÇÃO EXCLUSIVA DE MADEIRA PARA CELULOSE.

Condição de colheita	Classe de Sítio	15 km da fábrica			50 km da fábrica			85 km da fábrica		
		Taxa de Desconto (% a.a.)								
		6	8	10	6	8	10	6	8	10
Terreno normal	I	3045	1566	730	706	-19	-416	-1715	-1659	-1603
	II	1710	599	33	-263	-708	-913	-2304	-2061	-1892
	III	171	-497	-805	-1360	-1474	-1500	-2902	-2485	-2218
	IV	-1310	-1421	-1460	-2375	-2130	-1957	-3460	-2851	-2472
	V	-2503	-2244	-2043	-3234	-2727	-2386	-3990	-3222	-2742
Terreno acidentado	I	2719	1345	571	380	-240	-576	-2041	-1880	-1763
	II	1435	417	-99	-538	-890	-1045	-2565	-2243	-2024
	III	-43	-634	-904	-1573	-1610	-1597	-3107	-2621	-2314
	IV	-1458	-1520	-1529	-2523	-2227	-2027	-3605	-2948	-2542
	V	-2604	-2311	-2091	-3336	-2794	-2434	-4092	-3289	-2789

onde: VET = Valor Esperado da Terra.

OBS: O máximo Valor Presente Geral (VPG) é obtido pela subtração do Valor Esperado da Terra pelo Valor Presente da Terra ou Custo da Terra.

ANEXO 8 - O MÁXIMO VET (R\$ / ha) EM REGIME COM UM DESBASTE EM CADA CENÁRIO, NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE (VENDIDA NA FÁBRICA) E LAMINAÇÃO (VENDIDA A 15 km).

Condição de colheita	Preço (laminação)	Classe de Sítio	15 km da fábrica			50 km da fábrica			85 km da fábrica		
			Taxa de Desconto (% a.a.)			Taxa de Desconto (% a.a.)			Taxa de Desconto (% a.a.)		
			6	8	10	6	8	10	6	8	10
Terreno normal	+ 20%	I	12327	7244	4598	11113	6366	3939	9869	5458	3257
		II	8924	5038	3019	7848	4282	2427	6758	3500	1815
		III	5085	2399	1034	4273	1831	594	3432	1244	156
		IV	1260	153	-375	721	-297	-729	164	-707	-1065
		V	-1265	-1560	-1636	-1640	-1831	-1829	-2004	-2072	-2006
	Inalterado	I	9693	5589	3468	8431	4712	2808	7187	3804	2126
		II	6835	3745	2159	5758	2989	1567	4658	2206	954
		III	3586	1508	470	2774	940	29	1934	352	-426
		IV	389	-328	-704	-198	-813	-1057	-755	-1246	-1408
		V	-1669	-1788	-1772	-2152	-2121	-2017	-2540	-2379	-2208
	- 20%	I	7059	3965	2371	5783	3058	1678	4506	2150	996
		II	4745	2451	1298	3669	1695	706	2558	913	94
		III	2087	616	-95	1275	48	-535	435	-539	-991
		IV	-369	-808	-1032	-1071	-1293	-1385	-1673	-1784	-1751
		V	-2052	-1994	-1903	-2602	-2378	-2178	-3052	-2686	-2404
Terreno acidentado	+ 20%	I	12002	7027	4442	10795	6150	3783	9551	5244	3101
		II	8656	4860	2887	7580	4104	2295	6495	3321	1683
		III	4887	2270	940	4075	1702	500	3234	1114	70
		IV	1130	56	-445	592	-385	-798	36	-795	-1130
		V	-1349	-1618	-1675	-1724	-1884	-1868	-2076	-2122	-2041
	Inalterado	I	9367	5373	3312	8114	4496	2652	6870	3588	1970
		II	6567	3566	2027	5490	2810	1435	4395	2028	822
		III	3388	1378	376	2576	810	-64	1736	223	-514
		IV	254	-425	-773	-326	-910	-1126	-883	-1333	-1473
		V	-1769	-1853	-1819	-2235	-2176	-2055	-2618	-2429	-2242
	- 20%	I	6733	3744	2211	5457	2842	1522	4188	1934	840
		II	4477	2273	1166	3400	1517	574	2295	735	-38
		III	1889	487	-189	1077	-81	-629	237	-669	-1084
		IV	-514	-905	-1101	-1205	-1390	-1455	-1802	-1872	-1816
		V	-2152	-2061	-1949	-2703	-2442	-2225	-3135	-2736	-2443

onde: VET = Valor Esperado da Terra.

OBS: O máximo Valor Presente Geral (VPG) é obtido pela subtração do Valor Esperado da Terra pelo Valor Presente da Terra ou Custo da Terra.

ANEXO 9 - O MÁXIMO VET (R\$ / ha) EM UM REGIME COM UM DESBASTE EM CADA CENÁRIO, NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE (VENDIDA NA FÁBRICA) E LAMINAÇÃO (VENDIDA A 50 km).

Condição de colheita	Preço (laminação)	Classe de Sítio	15 km da fábrica			50 km da fábrica			85 km da fábrica		
			Taxa de Desconto (% a.a.)			Taxa de Desconto (% a.a.)			Taxa de Desconto (% a.a.)		
			6	8	10	6	8	10	6	8	10
Terreno normal	+ 20%	I	11268	6570	4138	10035	5693	3479	8791	4788	2797
		II	8077	4514	2665	7001	3758	2073	5916	2975	1461
		III	4476	2037	802	3664	1470	361	2824	882	-84
		IV	883	-58	-519	339	-530	-873	-217	-940	-1215
		V	-1454	-1660	-1700	-1863	-1961	-1912	-2240	-2207	-2095
	Inalterado	I	8634	4921	3020	7358	4039	2348	6110	3131	1666
		II	5988	3221	1805	4911	2465	1213	3816	1682	600
		III	2978	1146	237	2166	578	-203	1325	-10	-659
		IV	50	-538	-848	-577	-1024	-1201	-1136	-1479	-1558
		V	-1837	-1884	-1830	-2375	-2247	-2100	-2763	-2514	-2297
	- 20%	I	6000	3312	1924	4724	2393	1224	3429	1477	535
		II	3898	1932	944	2821	1171	352	1716	389	-260
		III	1495	270	-326	667	-313	-768	-173	-901	-1223
		IV	-697	-1018	-1176	-1410	-1504	-1529	-2055	-2007	-1895
		V	-2221	-2082	-1961	-2771	-2472	-2236	-3275	-2814	-2487
Terreno acidentado	+ 20%	I	10943	6354	3982	9718	5477	3323	8474	4578	2641
		II	7809	4335	2533	6736	3579	1941	5652	2797	1329
		III	4278	1908	708	3466	1340	268	2626	752	-170
		IV	748	-155	-589	211	-618	-942	-345	-1028	-1280
		V	-1554	-1725	-1746	-1947	-2016	-1950	-2312	-2257	-2129
	Inalterado	I	8309	4705	2860	7036	3823	2192	5792	3131	1510
		II	5719	3042	1673	4643	2286	1081	3552	1682	468
		III	2780	1016	143	1968	449	-297	1127	-10	-753
		IV	-95	-635	-917	-708	-1121	-1270	-1264	-1479	-1623
		V	-1937	-1950	-1877	-2458	-2302	-2138	-2847	-2514	-2331
	- 20%	I	5674	3091	1764	4398	2176	1064	3111	1260	379
		II	3630	1750	812	2553	993	220	1452	210	-392
		III	1281	131	-421	469	-443	-861	-371	-1031	-1317
		IV	-842	-1115	-1245	-1554	-1601	-1599	-2183	-2101	-1965
		V	-2321	-2149	-2007	-2871	-2539	-2282	-3358	-2869	-2526

onde: VET = Valor Esperado da Terra.

OBS: O máximo Valor Presente Geral (VPG) é obtido pela subtração do Valor Esperado da Terra pelo Valor Presente da Terra ou Custo da Terra.

ANEXO 10 - O MÁXIMO VET (R\$ / ha) EM REGIME COM UM DESBASTE EM CADA CENÁRIO, NA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA CELULOSE (VENDIDA NA FÁBRICA) E LAMINAÇÃO (VENDIDA A 85 km).

Condição de colheita	Preço (laminação)	Classe de Sítio	15 km da fábrica			50 km da fábrica			85 km da fábrica		
			Taxa de Desconto (% a.a.)			Taxa de Desconto (% a.a.)			Taxa de Desconto (% a.a.)		
			6	8	10	6	8	10	6	8	10
Terreno normal	+ 20%	I	10173	5874	3662	8921	4996	3003	7677	4099	2321
		II	7201	3971	2298	6127	3215	1706	5044	2433	1094
		III	3847	1663	561	3035	1095	121	2195	508	-332
		IV	493	-276	-668	-56	-762	-1022	-612	-1182	-1370
		V	-1628	-1764	-1759	-2094	-2091	-1998	-2482	-2347	-2187
	Inalterado	I	7538	4243	2558	6262	3345	1872	4995	2439	1190
		II	5111	2678	1438	4035	1922	846	2944	1140	233
		III	2348	771	-4	1536	204	-444	696	-384	-899
		IV	-289	-756	-997	-967	-1242	-1350	-1531	-1720	-1713
		V	-2012	-1974	-1890	-2562	-2354	-2165	-2994	-2654	-2385
	- 20%	I	4904	2635	1462	3628	1714	762	2314	785	59
		II	3021	1396	577	1945	629	-15	844	-154	-627
		III	963	-46	-561	38	-688	-1008	-803	-1275	-1464
		IV	-1036	-1237	-1325	-1749	-1722	-1678	-2447	-2225	-2044
		V	-2379	-2173	-2008	-2946	-2563	-2296	-3506	-2944	-2573
Terreno acidentado	+ 20%	I	9847	5657	3506	8603	4780	2847	7359	3888	2165
		II	6933	3793	2167	5864	3037	1575	4780	2254	962
		III	3649	1533	467	2837	966	27	1997	378	-418
		IV	358	-373	-738	-184	-859	-1091	-740	-1269	-1435
		V	-1728	-1829	-1806	-2177	-2147	-2036	-2556	-2397	-2221
	Inalterado	I	7213	4026	2398	5937	3128	1716	4678	2228	1034
		II	4843	2500	1306	3766	1743	714	2680	961	102
		III	2150	642	-97	1338	74	-538	498	-514	-993
		IV	-434	-853	-1066	-1102	-1339	-1419	-1659	-1808	-1778
		V	-2112	-2041	-1936	-2662	-2418	-2212	-3077	-2704	-2423
	- 20%	I	4578	2415	1302	3303	1498	602	1996	569	-97
		II	2753	1213	446	1677	450	-146	580	-332	-759
		III	749	-185	-657	-160	-817	-1102	-1001	-1405	-1558
		IV	-1181	-1333	-1394	-1894	-1819	-1748	-2578	-2322	-2114
		V	-2480	-2240	-2056	-3046	-2630	-2342	-3589	-3000	-2611

onde: VET = Valor Esperado da Terra.

OBS: O máximo Valor Presente Geral (VPG) é obtido pela subtração do Valor Esperado da Terra pelo Valor Presente da Terra ou Custo da Terra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACERBI JR., F.W., 1998. **Definição de regimes de desbaste e poda economicamente ótimos para *Pinus taeda***. Dissertação de Mestrado, UFPA, Lavras - MG. 135 p.
- AHRENS, S., 1985. **A concepção de regimes de manejo para plantações de *Pinus* sp. no Brasil**. Curitiba, EMBRAPA-CNPFlorestas. 23p. (Circular Técnica, 10).
- AHRENS, S., 1992. **A seleção simultânea do ótimo regime de desbastes e da idade de rotação, para povoamentos de *Pinus taeda* L. através de um modelo de programação dinâmica**. Tese de Doutorado, UFPR. 189 p.
- ARCE, J.E., 1997. **Um sistema de programação do transporte principal de multiprodutos florestais visando a minimização de custos**. Dissertação de Mestrado, UFPR. 98 p.
- BENNET, F.A. 1971, Modern thinning practice: technical and economic effects. In: ANNUAL FORESTRY SYMPOSIUM, 20., Baton Rouge 1971. **Proceedings...** Baton Rouge, Louisiana State University, p. 33-45.
- BENTLEY, W.; TEENGUARDEN, D., 1965. Financial maturity: a theory review. **Forest Science** 11 (3): 76-87.
- BERGER, R., 1985. **Aplicação de critérios econômicos para determinação da maturidade financeira de povoamentos de eucaliptos**. Tese (Professor Titular), UFPR. 85 p.
- BERGER, R.; GARLIPP, R.C.D.; PEREIRA, R.S., 1983. Preço máximo de terras para reflorestamento: sua importância na viabilização de empreendimentos florestais. **IPEF, Piracicaba** (23): 11-20.
- BIBLIS, E.J.; CARINO, H.; TEETER, L., 1998. Comparative economic analysis of two management options for loblolly pine timber plantations. In: **Forest Products Journal** 48: 29-33.
- BRANCO, R., 1997. **A utilização da Programação Linear na simulação de regimes de manejo em função da produtividade e localização dos povoamentos florestais**. Dissertação de Mestrado, UFPR.
- BREDENKAMP, B., 1980. Initial spacing of *Pinus patula* for maximum yield of pulpwood over a 16-year rotation. In: **South-African-Forestry-Journal** 115: 47-49, South African.
- BRODERICK, S.H.; THURMES, J.F.; KLEMPERER, W.D., 1982. Economic evaluation of old-field loblolly pine plantation management alternatives. In: **Southern-Journal-of-Applied-Forestry** 6 (1): 9-15, Virginia, U.S.A.
- BRODIE, J.D.; ADAMS, D.M. & KAO, C., 1978. Analysis for economic impacts on thinning and rotation for Douglas-fir, using dynamic programming. **Forest Science**, 24 (4):513-22.

- BURGER, D., 1980. **Ordenamento Florestal I: a produção florestal**. UFPR, Apostila do Curso de Graduação em Engenharia Florestal.
- CABRAL, F.C.P., 1990. **Desenvolvimento de um sistema computacional para simular e comparar economicamente alternativas de manejo de plantações florestais**. Dissertação de Mestrado, UFV, Viçosa - MG. 108 p.
- CHAPMAN, H.H. & MEYER, W.H., 1947. **Forest Valuation**. McGraw-Hill. 521 p.
- CONRAD, L.W.; STRAKA, T.J.; WATSON, W.F., 1992. Economic evaluation of initial spacing for a 30-year-old unthinned loblolly pine plantation. **Southern-Journal-of-Applied-Forestry**, 16 (2): 89-93, Mississippi, U.S.A..
- CLUTTER, J.L.; FORTSON, J.C.; PIENAAR, L.V.; BRISTER, G.H.; BAILEY R.L., 1983. **Timber Management: A Quantitative Approach**. New York: John Willey; Sons. 333 p.
- COZZO, D., 1976. **Tecnologia de la forestación en Argentina y América Latina**. Buenos Aires. 610 p.
- DAVIS, L.S.; JOHNSON, K.N., 1987. **Timber Management**. 3. Ed. New York: McGraw-Hill. 790 p.
- EVANS, J., 1992. **Plantation forestry in the tropics**. Oxford, Oxford University Press, 2. Ed. 403 p.
- FEDUCCIA, D.P., 1983. Thinning pine plantations. **Forest Farmer**, 42 (10): 10-1.
- FENTON, R., 1967. Rotations in man-made forests. In **Proceedings of the World Symposium on Man-made Forest and their Industrial Importance**, p. 600-14. FAO, Rome.
- FENTON, R. & TUSTIN, J.R., 1972. Profitability of Radiata Pine Afforestation for the Export log Trade on Site Index 95. **New Zealand Journal of Forest Science** 2 (1): 7-69.
- FENTON, R. & DICK, M.M., 1972. Significance of the Profit Studies of Afforestation for the Export Log Trade. **New Zealand Journal of Forest Science** 2 (1): 144-163.
- FORBOSEH, P.F.; BRAZEE, R.J.; PICKENS, J.B., 1996. A Strategy for Multiproduct Stand Management with Uncertain Future Prices. **Forest Science** 42 (1): 58-66.
- GAFFNEY, M.M., 1960. **Concepts of financial maturity of timber and other assets**. Agric. Econ. Inf. Ser. 62. Raleigh, North Carolina State University. 105 p.
- GOEBEL, N.B.; WARNER, J.R.; LEAR, D.H. van., 1974. Periodic thinnings in Loblolly Pine stands: growth, yield, and economic analyses. **Forest-Research-Series** 28: 11 p. Clemson-University, U.S.A..

- GOMES, F.S., 1995. **Planejamento da produção em povoamentos de *Pinus* spp. no Sul do Brasil**. Monografia, Programa Especial de Treinamento (P.E.T.) do Curso de Engenharia Florestal, UFPR. 102 p.
- GOMES, F.S.; MAESTRI, R.; SANQUETTA, C.R., 1997. Avaliação da produção em volume total e sortimento em povoamentos de *Pinus taeda* L. submetidos a diferentes condições de espaçamento inicial e sítio. **Revista Ciência Florestal** 7 (1):101-126.
- GOMES, F.S.; MAESTRI, R.; SANQUETTA, C.R., 1998. Análise financeira de regimes de manejo em povoamentos de *Pinus taeda* L. visando a produção de madeira para processo na indústria de papel e celulose. **Revista Árvore** 22 (2): 227-243.
- HAIGHT, R.G. & SMITH, W.D., 1991. Harvesting loblolly pine plantations with hardwood competition and stochastic prices. **Forest Science** 37: 1266-1282.
- HILDEBRAND, E.; MENDES, J.B.; GRAÇA, L.R., 1991. Processos para a determinação da rotação florestal. **In: II Encontro Brasileiro de Economia Florestal**, v.2, 467-484.
- HILEY, W.E., 1967. **Economics of plantations**. London, Faber and Faber, 2.Ed.
- HOSOKAWA, R.T. & MENDES, J.B., 1984. Planejamento florestal. **Revista Floresta** 15 (1,2): 4-7.
- HUSCH, B.; MILLER, C. I. & BEERS, T. W., 1982. **Forest Mensuration**. USA: John Wiley & Sons. 402 p.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 1994. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina - PR. 49 p. (Documentos, 18).
- JOHNSTON, D.R.; GRAYSON, A. J.; BRADLEY, R.T., 1977. **Planejamento Florestal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- KAUL, R.N. & SHARMA, K.K., 1982. Initial spacings and growth of *Pinus caribaea*. **Indian-Forester** 108 (1): 69-74. Uttar-Pradesh, India.
- LAPPONI, J.C., 1996. **Avaliação de Projetos de Investimento**. São Paulo, Lapponi Treinamento e Editora Ltda.
- LEUSCHNER, W. A., 1984. **Introduction to Forest Resource Management**. New York: John Wiley.
- MAACK, R., 1981. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2. Ed. Rio de Janeiro: J. Olympio / Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Paraná. 450 p.
- MAESTRI, R., 1994. Manejo florestal para obtenção de múltiplos produtos. **In: SEMANA DO MEIO AMBIENTE**, 3.: Produção e proteção - a busca do desenvolvimento sustentável. Palestras... Lavras: ESAL. 12 p. (não publicado).

- MANN, W.F. & ENGHARDT, H.G., 1972. Growth of planted Slash Pine under several thinning regimes. **USDA Forest Service Research Paper, Southern Forest Experiment Station, n.SO-76**. 10 p. U.S.A..
- MARTINI, E.L. & LEITE, N.B., 1988. Planejamento florestal: a importância e a aplicação da Programação Linear. **In: I ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA FLORESTAL**, v.2, 545 - 565. Curitiba - PR.
- MUSALEM, M.A., 1989. Espaciamento de plantacion. **In: Problematica de la reforestacion en America Latina**. Turrialba, Costa Rica: CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA.
- NEWMAN.D.H., 1988. The optimal forest rotation: a discution and annotated bibliography. **General Technical Report SE-48**.
- NICOLIELO, N., 1991. Manejo de *Pinus* spp. em regime de alto fuste na DURAFLORA S.A. **In: MANEJO DE FLORESTAS PLANTADAS**, Esteio, RS, **Anais**. Santa Maria, RS, UFSM, Centro de Pesquisas Florestais & Associação Gaúcha de Empresas Florestais - AGEFLOR. 33-47.
- OLIVEIRA, E. B., 1995. **Um sistema integrado de prognose do crescimento e da produção de *Pinus taeda* L., com critérios quantitativos para a avaliação técnica e econômica de regimes de manejo**. Tese de Doutorado, UFPR.
- REZENDE, J.L.P.; LOPES, H.V.S.; BARROS, A.A.A., 1994. Efeito das variações no preço da madeira e no custo de exploração sobre as idades ótimas de corte de povoamentos florestais. **Revista Árvore 18 (3)**: 230-242.
- REZENDE, J.L.P.; LOPES, H.V.S.; NEVES, A.R.; PAULA JR., G.G., 1994. A importância do custo da terra na determinação da idade ótima de corte de povoamentos de Eucalipto. **Revista Árvore 18 (1)**: 45-55.
- REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A., 1995. **Avaliação de Projetos 1 e 2**. UFLA, FAEPE. 65 p.
- RIBEIRO, C.A.A.S. & GRAÇA, L.R., 1996. Manejo por talhadas: estabelecimento das idades ótimas de corte. **Revista Árvore 20 (1)**: 29-36.
- RITTERS, K. & BRODIE, J.D., 1984. Implementing optimal thinning strategies. **Forest Science 30 (1)**: 82-85.
- RODRIGUEZ, L.C.E.; BUENO, A.R.S.B.; RODRIGUES, F., 1997. Rotações de eucaliptos mais longas: análise volumétrica e econômica. **Revista Scientia Forestalis 51**: 15-28.
- SANQUETTA, C.R., 1996. **Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal**. Curitiba, FUPEF. (Série didática Nº 08).

- SCOLFORO, J.R.S., 1990. **Sistema integrado para predição e análise presente e futura do crescimento e produção com otimização de remuneração de capitais para *Pinus caribaea* var. *hondurensis***. Tese de Doutorado, UFPR. 290 p.
- SCOLFORO, J.R.S., 1993. **Mensuração florestal 3: relações quantitativas em volume, peso e a relação hipsométrica**. Lavras - MG. ESAL/FAEPE. 292 p.
- SCOLFORO, J.R.S., 1997a. **Manejo florestal**. Lavras - MG. UFLA/FAEPE, 438 p.
- SCOLFORO, J.R.S., 1997b. **O sistema PISAPRO**. Lavras - MG. UFLA/FAEPE. 99 p.
- SEIXAS, F. & WIDMER, J.A., 1993. Seleção e dimensionamento da frota de veículos rodoviários para o transporte principal da madeira utilizando-se Programação Linear não inteira. **IPEF, Piracicaba (46)**: 107 - 118.
- SILVA, M.L.; MACHADO C.C.; LADEIRA H.P., 1995. Influência do custo de corte, do diâmetro da árvore e do volume por hectare na rotação econômica de povoamentos de eucalipto. **Revista Árvore 19 (4)**: 501-516.
- SMITH, D., 1962. **The practice of silviculture**. 6.Ed. New York, J. Wiley. 578 p.
- SMITH, W.D.; STRUB, M.R., 1991. Initial spacing: how many trees to plant. **In: DURYEA, M.L.; DOUGHERTY, P.M.** Forest regeneration manual. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 281-289.
- SOUZA, N.R., 1989. **Efeito de dois espaçamentos na produção em peso e volume de *Eucalyptus grandis* (W. Hill ex-Maiden)**. Dissertação de Mestrado, UFV, Viçosa - MG. 88 p.
- SOUZA, D.R., 1995. **Efeitos do espaçamento na produtividade volumétrica de madeira em povoamentos de *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* até os 16 anos de idade**. Dissertação de Mestrado. ESALQ. Piracicaba - SP. 80 p.
- SPEIDEL, G., 1966. **Economia Florestal**. UFPR. Curitiba - PR. 167 p.
- STRAKA, T.J. & CONRAD, L.W., 1991. Effect of establishment density and timber product mix on the land expectation value of unthinned loblolly pine plantations. **Resource Management and Optimization 8 (2)**: 103-114. Mississippi, USA..
- VOLPI, N.M.P., 1997. **O impacto de perturbações estocásticas em um modelo de planejamento florestal**. Tese de Doutorado. UFPR. 268 p.
- WILLIAMS, M.R.W., 1988. **Decision-Making in Forest Management**. England, Res. Stud. Press. 133 p.
- ZOBEL, B.J. & KELLISON, R.C., 1972. Short-rotation forestry in the southeast of the USA. **Tappi, 55 (8)**: 1205-1208. U.S.A..