

EFEITOS DO SÍTIO E DE CENÁRIOS DE CUSTOS E PREÇOS NA ANÁLISE DE REGIMES DE MANEJO COM E SEM DESBASTE EM *Pinus taeda* L.

Fernando dos Santos Gomes¹, Carlos Roberto Sanquetta², José Roberto S. Scolforo³,
Luiz Roberto Graça⁴, Romualdo Maestri⁵

RESUMO: Foram analisados regimes de manejo sem desbaste e com um desbaste em *Pinus taeda*, com o objetivo de produzir 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: 2.000, 1.667, 1.333 e 1.111 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: 2.000, 1.667, 1.333 e 1.111 plantas por hectare; (b) idades do desbaste: 6, 9 e 12 anos; (c) densidades após o desbaste: 400, 700 e 1.000 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) taxas de desconto: 6% e 8% ao ano; (b) custos de colheita: em terreno plano e em terreno acidentado; (c) distâncias de transporte da madeira para celulose e laminação: 15 km, 50 km e 85 km e (d) preços da madeira para laminação: valor de mercado e acréscimo de 20%. 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). A distância de transporte da madeira para celulose exerceu efeito maior sobre a rentabilidade, em relação à distância de transporte da madeira para laminação. O melhor regime com desbaste apresentou rentabilidade superior em relação ao melhor regime sem desbaste, em todos os cenários de custos e preços simulados. Essa superioridade foi mais acentuada nos melhores sítios e nas melhores condições de custos e preços consideradas na análise de sensibilidade.

Palavras-chave: Desbaste, simulação, regimes de manejo.

¹ Engenheiro Florestal M.Sc., Departamento de Tecnologia Florestal da International Paper do Brasil Ltda. Arapoti. PR.

² Engenheiro Florestal M.Sc. Ph.D., Departamento de Ciências Florestais da UFPR. Curitiba. PR.

³ Engenheiro Florestal M.Sc. Ph.D., Departamento de Ciências Florestais da UFLA. Lavras. MG.

⁴ Engenheiro Agrônomo M.Sc. Ph.D., EMBRAPA Florestas. Colombo. PR.

⁵ Engenheiro Florestal M.Sc., Centro de Pesquisa e Tecnologia da Aracruz Celulose S.A. Aracruz. ES.

THECNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THINNED AND UNTHINNED MANAGEMENT REGIMES OF *Pinus taeda* L.

ABSTRACT: *This study presented an economic analysis of management systems in unthinned and thinned Pinus taeda L. stands, where the objective was pulpwood and veneer yield. 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: 2000, 1667, 1333 and 1111 stems per hectare; and, (b) rotation ages: from 9 until 20 years. The regimes simulated with one thinning considered: (a) initial densities: 2,000, 1,667, 1,333 and 1,111 stems per hectare; (b) thinning ages: 6, 9 and 12 years; (c) densities after thinning: 400, 700 and 1,000 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) discount rates: 6% and 8% p.a.; (b) harvesting costs: in stands with good harvest conditions (flat) and stands with steep terrain; (c) pulpwood and veneer transportation distances: 15 km, 50 km and 85 km; and, (d) veneer log prices: medium prices and increase of 20%. Site index and prices and costs parameters produced remarkable effect on the best management system. Pulpwood transportation cost had highly expressive effect on the profitability than veneer transportation cost. The best thinned regime allowed higher profitability than the best unthinned regime, in all the simulated conditions of sensitive analysis. This superiority of oncethinned regimes was greater under best sites and best costs and prices conditions considered in the sensitivity analysis.*

Key words: Thinning, simulation, management regimes.

1. INTRODUÇÃO

A definição de quais técnicas de manejo empregar em plantios de *Pinus* spp., em função do objetivo da produção, é um dos principais problemas na administração florestal em empresas de médio e grande porte.

Especificamente na indústria de papel e celulose, a prática de desbastes pode ser questionada em florestas localizadas perto da fábrica e destinadas exclusivamente ao seu suprimento. No entanto, um fator importante a ser considerado e que pode contribuir de forma acentuada para a valorização da atividade florestal, é a crescente demanda por produtos de maior valor agregado, como toras para serraria e laminação. O manejo adequado da floresta para produção de

madeira para diferentes usos torna-se, dentro desse contexto, fundamental para aumentar rentabilidade e reduzir riscos de projetos florestais.

Levando-se em conta esses aspectos e considerando a necessidade principal de abastecimento da fábrica de papel em indústrias verticalizadas, a realização de desbastes passa a ter dois propósitos principais: (a) aumento da rentabilidade dos projetos florestais; e (b) suprimento da fábrica, pela madeira retirada no(s) desbaste(s).

Um processo de simulação de alternativas de manejo, por meio do uso de um sistema de estimativas do crescimento e da produção, agregado a critérios de análise econômica, torna-se uma ferramenta imprescindível na avaliação de regimes com e sem desbaste.

Scolforo (1997) desenvolveu um simulador de crescimento e produção, denominado PISAPRO, para povoamentos de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* da Empresa PISA Florestal S.A.. A este simulador, foram associados critérios de análise econômica de projetos florestais, pelo *software* INVEST. Acerbi Jr. (1998) utilizou esse sistema para selecionar os melhores regimes com desbaste na produção de madeira para usos múltiplos e na produção de madeira livre de nós. Aspectos de produção e análise econômica na definição de regimes sem desbaste (*Pulpwood*) foram abordados por Gomes *et al* (1997) e Gomes *et al* (1998).

O objetivo principal do presente estudo foi determinar, por meio do uso dos *softwares* PISAPRO e INVEST, os regimes de manejo, com e sem desbaste, mais rentáveis em *Pinus taeda*, considerando a produção de madeira para a indústria de papel e celulose e o aproveitamento de madeira com maiores dimensões para o mercado local.

Os objetivos específicos foram: (a) selecionar o regime que maximiza o Incremento Médio Anual (IMA), em volume total e em volume para laminação, por classe de sítio, comparando regimes com um desbaste em relação a regimes sem desbaste, e (b) analisar o efeito do desbaste e de alterações em variáveis como classe de sítio, condição de colheita, distância de transporte, preço da madeira e taxa de desconto sobre a escolha do regime que maximiza o Valor Esperado da Terra (VET).

Tabela 1. Sortimentos gerados nos regimes “Utility” e “Pulpwood”.

Table 1. Assortments from “Utility” and “Pulpwood” regimes.

d (cm) ⁽¹⁾	Regime “Utility” ⁽²⁾	Regime “Pulpwood” ⁽³⁾
8 a 17,9	Celulose	Celulose
18 a 24,9	Serraria	Celulose
25 a 34,9	Laminação I	Laminação I
≥ 35	Laminação II	Laminação II

⁽¹⁾ Diâmetro mínimo (ponta fina da tora) exigido por produto (comprimento das toras = 2,2 m).

⁽²⁾ Regime com desbaste (s) realizado, prioritariamente, a maiores distâncias da fábrica de papel.

⁽³⁾ Regime com ou sem desbaste, realizado, prioritariamente, a menores distâncias da fábrica de papel.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Sistema para prognose do crescimento e produção

Para a prognose do crescimento e produção, foi utilizado um sistema desenvolvido com dados provenientes de parcelas permanentes dos plantios de *Pinus taeda* da empresa PISA Florestal S.A. A descrição detalhada do sistema de equações que compõem o programa PISAPRO é apresentada por Scolforo (1997).

2.2. Destino da produção de madeira

A Tabela 1 ilustra os sortimentos obtidos em duas situações de manejo: (1) regime para múltiplos produtos (*Utility*), em que o objetivo é a produção de madeira de maior valor agregado e (2) regime avaliado no presente estudo, que considera como principal objetivo o suprimento da indústria de papel e celulose (*Pulpwood*). Esse tipo de regime é priorizado em povoamentos localizados nas proximidades da indústria.

2.3. Cenários de produção

Diversos cenários, considerando variações de classe de sítio, densidade de plantio, idade e intensidade de desbaste, e idade de corte final, em regime “Pulpwood”, foram simulados pelo sistema PISAPRO, conforme representado nas Figuras 1 e 2.

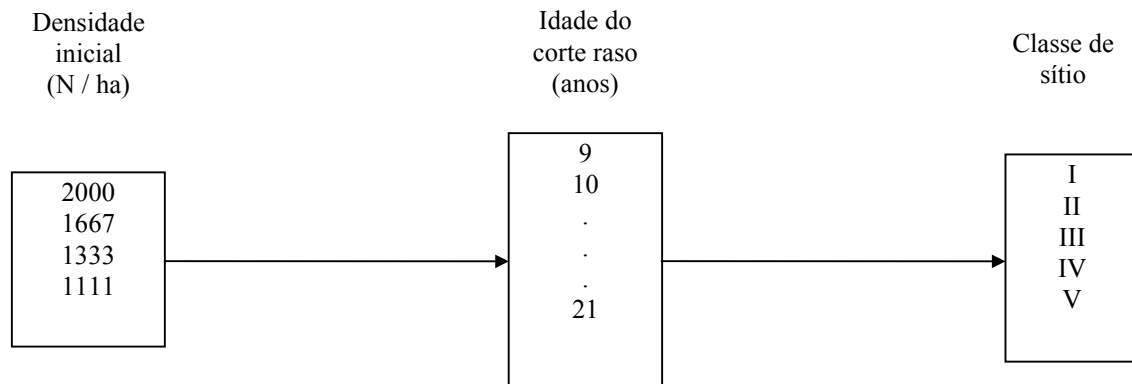


Figura 1. Cenários de produção simulados em regime sem desbaste.
Figure 1. Options in unthinned regimes.

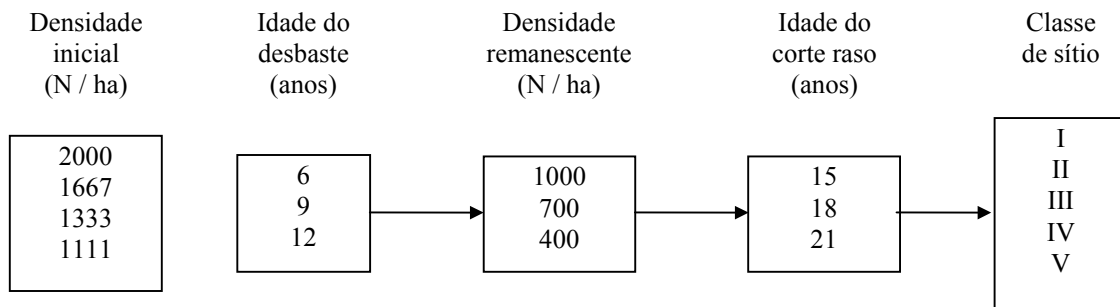


Figura 2. Cenários de produção simulados em regime com um desbaste.
Figure 2. Options in thinned regimes.

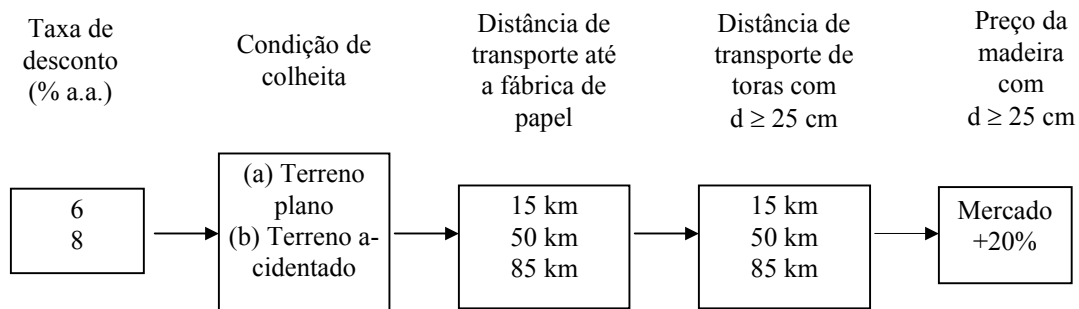
As alternativas simuladas consideraram densidades de plantio, idades e intensidades de desbaste mais comumente adotadas na empresa e, conseqüentemente, mais utilizadas para compor os ajustes do modelo de prognose (PISAPRO).

O desbaste adotado prevê a retirada de um ramal (linha de plantio) de forma sistemática, a cada 6 linhas, com o objetivo de viabilizar o subsequente desbaste seletivo nas linhas remanescentes. Para compor o número de árvores desejado após o desbaste, são selecionadas as me-

lhores árvores, considerando aspectos de dominância (diâmetro e altura) e qualidade de fuste.

2.4. Cenários de custos e preços

Os resultados de produção estimados foram utilizados na avaliação da rentabilidade de cada regime de manejo por classe de sítio. Para verificar o impacto de alterações nos parâmetros da análise econômica sobre a escolha do melhor regime, diversos cenários de custos e preços foram simulados, conforme ilustrado na Figura 3.



onde: d = diâmetro mínimo (ponta fina) das toras.
Os custos e preços adotados são apresentados na Tabela 2.

Figura 3. Cenários de custos e preços na análise de sensibilidade.

Figure 3. Costs and prices options at the sensibility analysis.

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 na Análise de Sensibilidade. Os resultados de rentabilidade (Valor Esperado da Terra) foram fornecidos pelo *software* INVEST, para cada um dos cenários simulados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Efeitos do regime de manejo sobre a produção

3.1.1. Regimes sem desbaste

A Tabela 3 mostra o máximo Incremento Médio Anual (IMA) em volume total por hectare e a respectiva idade de rotação, obtidos por sítio e densidade de plantio, em regimes sem desbaste.

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. Numa mesma densidade, rotações mais curtas foram obtidas nos sítios mais produtivos.

A Tabela 4 mostra o máximo IMA em volume de madeira para laminação (diâmetro mínimo maior ou igual a 25 cm) e a respectiva idade de rotação obtidos em função do sítio e da densidade de plantio, em regimes sem desbaste.

Ao contrário do que ocorreu para a produção em volume total, o máximo IMA em volume de madeira grossa aumentou nas menores densidades de plantio. Na maioria dos casos, a idade que produz o máximo IMA é, provavelmente, superior a 21 anos.

3.1.2. Regimes com um desbaste

A Tabela 5 indica o máximo IMA em volume total e o correspondente regime de manejo, obtidos por sítio e densidade de plantio, quando um desbaste é realizado.

O máximo IMA identificado em regimes com um desbaste (Tabela 5) foi levemente inferior àquele observado em regimes sem desbaste (Tabela 3).

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 e maior idade de corte final. Nas menores densidades de plantio, o maior volume

individual permite a antecipação do desbaste. Um menor número de árvores remanescentes, acompanhado pelo prolongamento da rotação, acentua o efeito do desbaste sobre o crescimento, gerando maior volume por hectare no corte raso.

Efeitos iguais ocorreram nos sítios mais produtivos, onde a maximização do IMA em volume total se deu em desbastes mais precoces e mais pesados, e numa maior idade de rotação, em relação aos sítios menos produtivos. No entanto, quando a densidade pós-desbaste permaneceu a mesma, sítios mais produtivos geraram menores rotações.

Tabela 2. Custos e preços utilizados na análise econômica.

Table 2. Costs and prices at the economic analysis.

CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO ⁽¹⁾		
Atividade	Custo (R\$/ha/ano)	
Preparo do terreno e plantio (Ano 0)	540	
Tratos culturais e proteção florestal (Ano 1)	270	
Tratos culturais e proteção florestal (Ano 2)	250	
Tratos culturais e proteção florestal (Ano 3)	190	
Administração direta (Ano 4 até corte raso)	30	
CUSTOS DE COLHEITA (CORTE + ARRASTE + CARREGAMENTO) ⁽²⁾		
Volume médio / árvore (m ³ c.c.)	Custo de Colheita (R\$/m ³)	
	Terreno plano	Terreno acidentado
< 0,10	13,00	14,50
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
CUSTOS DE TRANSPORTE		
Distância (Km)	Custo (R\$/m ³)	
15	2,51	
50	5,60	
85	9,14	
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 ⁽³⁾
≥ 35	Laminação II	42,3 ⁽³⁾

⁽¹⁾ Inclui custos de administração; Tratos culturais e proteção florestal: custos terceirizados.

⁽²⁾ De acordo com informações da empresa, quando o volume de madeira para laminação é inferior a 10% do volume total por hectare, torna-se inviável sua comercialização (em razão dos custos de colheita) ou utilização na indústria de papel (em razão do maior diâmetro). Nesse caso, os custos de colheita dessa madeira não consideram o carregamento.

⁽³⁾ Foram simulados acréscimos de 20% sobre o preço de madeira para laminação.

Tabela 3. Rotação que maximiza o “IMA” em volume total, por sítio e densidade de plantio, em regime sem desbaste.

Table 3. Age rotation that maximizes “MAI” in total volume, according to site and initial density, under unthinned regime.

Sítio	Densidade de plantio (N / ha)			
	1111	1333	1667	2000
	Máximo IMA (m ³ /ha/ano)			
I	47,2	48,9	49,9	51,7
II	41,3	42,3	43,8	45,2
III	34,7	35,4	36,5	37,6
IV	27,5	28,1	28,9	29,8
V	20,7	21,1	21,8	22,4
	Rotação que maximiza o IMA (anos)			
I	15	15	15	15
II	17	16	16	15
III	19	18	18	18
IV	20	20	20	20
V	21	21	21	21

onde: IMA = Incremento Médio Anual.

Tabela 4. Rotação que maximiza o “IMA” em volume de madeira para laminação ($d \geq 25$ cm), por sítio e densidade de plantio, em regime sem desbaste.

Table 4. Rotation age that maximizes “MAI” in veneer wood volume, according to site and initial density, under unthinned regime.

Sítio	Densidade de plantio (N/ha)			
	1111	1333	1667	2000
	Máximo IMA (m ³ /ha/ano)			
I	24,9	20,1	15,0	12,7
II	21,0	15,5	12,8	11,0
III	15,2	12,0	9,0	7,2
IV	11,1	7,9	5,3	5,1
V	6,3	3,9	3,6	2,5
	Rotação que maximiza o IMA (anos)			
I	21	21	21	19
II	21	21	21	21
III	21	21	21	21
IV	21	21	21	21
V	21	21	21	21

onde: d = diâmetro mínimo (ponta fina da tora); IMA = Incremento Médio Anual.

Tabela 5. Regime com um desbaste que maximiza o “IMA” em volume total, por sítio e densidade de plantio.

Table 5. Thinned regime that maximizes “MAI” in total volume, according to site and initial density.

Sítio	Densidade de plantio (N/ha)											
	1111	1333	1667	2000								
	Máximo IMA (m ³ /ha/ano)											
I	47,0	48,4	49,2	50,1								
II	39,1	41,1	42,1	43,3								
III	32,2	33,7	34,5	35,3								
IV	25,3	25,7	26,3	27,0								
V	17,9	18,3	18,7	19,2								
	Manejo que maximiza o IMA											
	D	DR	R	D	DR	R	D	DR	R	D	DR	R
I	6	400	21	9	400	21	9	400	21	12	400	21
II	6	400	21	12	700	15	12	700	15	12	700	15
III	9	700	18	12	700	15	12	700	15	12	700	15
IV	12	700	18	12	700	18	12	700	15	12	700	15
V	12	700	18	12	700	18	12	700	18	12	700	15

onde: IMA = Incremento Médio Anual; D = idade do desbaste (anos); DR = densidade remanescente do desbaste (N/ha); e, R = Rotação (anos).

A Tabela 6 mostra o máximo IMA, em volume de madeira para laminação e o correspondente regime com um desbaste, obtidos por sítio e densidade de plantio. Essa produtividade foi bastante superior à identificada em regime sem desbaste (Tabela 4), principalmente nos melhores sítios.

O “IMA” em volume de madeira para laminação não sofreu grande influência da densidade de plantio. Neste caso, uma densidade mais elevada pode ser preferível, por gerar maior volume total, sem provocar grande redução na produção de madeira grossa.

O regime que proporcionou o máximo IMA em volume de madeira para laminação se caracterizou, normalmente, pela menor idade de desbaste (6 anos), pelo menor número de árvores após o desbaste (400 árvores/ha) e pela maior rotação (21 anos).

3.2. Análise econômica de regimes sem desbaste

Os regimes sem desbaste que forneceram a máxima rentabilidade, em função dos cenários de custos e preços simulados, são apresentados na Tabela 7.

No regime selecionado em função da máxima rentabilidade, a densidade inicial (1.111 plantas por hectare) diminuiu em relação à identificada no regime de máximo IMA em volume total (2.000 plantas por hectare). Isto ocorreu em razão do preço diferenciado da madeira para laminação, cujo volume por hectare é maximizado na menor densidade.

A rotação econômica (Tabela 7) tornou-se maior ou menor que a rotação silvicultural (Tabela 3), dependendo dos cenários de custos e preços adotados. Os efeitos representados na Tabela 8 foram iguais aos gerados em regimes com desbaste.

Tabela 6. Regime com um desbaste que maximiza o “IMA” em volume de madeira para laminação ($d \geq 25$ cm), por sítio e densidade de plantio.

Table 6. *Oncethinned regime that maximizes “MAI” in veneer wood volume, according to site and initial density.*

Sítio	Densidade de plantio (N/ha)											
	1111			1333			1667			2000		
Máximo IMA (m ³ /ha/ano)												
I	39,9			39,5			39,2			39,1		
II	31,9			31,7			31,6			31,5		
III	23,1			22,6			22,9			22,7		
IV	13,9			14,2			13,4			13,6		
V	8,7			8,1			7,5			8,2		
Manejo que maximiza o IMA												
	D	DR	R	D	DR	R	D	DR	R	D	DR	R
I	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
III	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
V	6	700	21	6	700	21	6	700	21	6	700	21

onde: d = diâmetro mínimo (ponta fina da tora); IMA = Incremento Médio Anual; D = idade do desbaste (anos); DR = densidade remanescente do desbaste (N/ha); e, R = Rotação (anos).

Tabela 7. Regime sem desbaste que maximiza o Valor Esperado da Terra, por sítio e condição de custos e preços.

Table 7. *Untinned regime that maximizes Land Expectation Value, by site and costs and prices condition.*

Condição de Colheita	Preço (laminação)	Sítio	15 km da fábrica				50 km da fábrica				85 km da fábrica			
			Taxa de desconto (% a.a.)											
			6		8		6		8		6		8	
		DI	R	DI	R	DI	R	DI	R	DI	R	DI	R	
15 Km do entreposto (laminação)														
Terreno	+ 20%	I	1111	14	1111	14	1111	15	1111	14	1111	17	1111	14
		II	1111	16	1111	15	1111	16	1111	15	1111	18	1111	16
		III	1111	17	1111	15	1111	17	1111	15	1111	19	1111	17
		IV	1111	19	1111	16	1111	19	1111	16	1111	20	1111	20
		V	1111	20	1111	19	1111	20	1111	19	1111	21	1111	20
Plano	Mercado	I	1111	14	1111	12	1111	14	1111	14	1111	16	1111	14
		II	1111	16	1111	13	1111	16	1111	15	1111	17	1111	15
		III	1111	16	1111	13	1111	17	1111	15	1111	19	1111	16
		IV	1111	16	1111	16	1111	19	1111	16	1111	20	1111	20
		V	1111	20	1111	19	1111	20	1111	19	1111	21	1111	20

Continua...

Continuação Tabela 7...

Terreno	+ 20%	I	1111	14	1111	14	1111	15	1111	14	1111	17	1111	14
		II	1111	16	1111	15	1111	16	1111	16	1111	18	1111	16
		III	1111	17	1111	15	1111	19	1111	16	1111	19	1111	17
		IV	1111	19	1111	16	1111	19	1111	16	1111	20	1111	20
		V	1111	20	1111	19	1111	20	1111	19	1111	21	1111	20
Acidentado	Mercado	I	1111	14	1111	12	1111	14	1111	14	1111	16	1111	14
		II	1111	16	1111	13	1111	16	1111	16	1111	17	1111	16
		III	1111	16	1111	13	1111	17	1111	16	1111	19	1111	16
		IV	1111	17	1111	16	1111	19	1111	16	1111	20	1111	20
		V	1111	20	1111	19	1111	20	1111	19	1111	21	1111	20
50 Km do entreposto (laminação)														
Terreno	+ 20%	I	1111	14	1111	14	1111	15	1111	14	1111	17	1111	14
		II	1111	16	1111	15	1111	16	1111	15	1111	18	1111	16
		III	1111	17	1111	15	1111	17	1111	15	1111	19	1111	17
		IV	1111	17	1111	16	1111	19	1111	16	1111	19	1111	19
		V	1111	20	1111	19	1111	20	1111	19	1111	21	1111	19
Plano	Mercado	I	1111	14	1111	11	1111	14	1111	14	1111	15	1111	14
		II	1111	16	1111	11	1111	16	1111	15	1111	16	1111	15
		III	1111	16	1111	13	1111	17	1111	15	1111	19	1111	15
		IV	1111	16	1111	16	1111	19	1111	16	1111	19	1111	16
		V	1111	20	1111	19	1111	20	1111	19	1111	20	1111	19
Terreno	+ 20%	I	1111	14	1111	14	1111	15	1111	14	1111	17	1111	14
		II	1111	16	1111	15	1111	16	1111	16	1111	18	1111	16
		III	1111	17	1111	15	1111	19	1111	16	1111	19	1111	17
		IV	1111	19	1111	16	1111	19	1111	16	1111	19	1111	19
		V	1111	20	1111	19	1111	21	1111	19	1111	21	1111	19
Acidentado	Mercado	I	1111	14	1111	12	1111	14	1111	14	1111	16	1111	14
		II	1111	16	1111	12	1111	16	1111	16	1111	17	1111	16
		III	1111	16	1111	13	1111	17	1111	16	1111	19	1111	16
		IV	1111	17	1111	16	1111	19	1111	16	1111	19	1111	19
		V	1111	20	1111	19	1111	20	1111	19	1111	21	1111	19
85 Km do entreposto (laminação)														
Terreno	+ 20%	I	1111	14	1111	14	1111	15	1111	14	1111	17	1111	14
		II	1111	16	1111	15	1111	16	1111	15	1111	18	1111	16
		III	1111	17	1111	15	1111	17	1111	15	1111	19	1111	17
		IV	1111	17	1111	16	1111	19	1111	16	1111	19	1111	19
		V	1111	20	1111	19	1111	20	1111	19	1111	21	1111	19
Plano	Mercado	I	1111	14	1111	11	1111	14	1111	14	1111	15	1111	14
		II	1111	16	1111	11	1111	16	1111	15	1111	16	1111	15
		III	1111	16	1111	12	1111	17	1111	15	1111	19	1111	15
		IV	1111	16	1111	16	1111	17	1111	16	1111	19	1111	16
		V	1111	20	1111	18	1111	20	1111	19	1111	20	1111	19

Continua...

Continuação Tabela 7...

Terreno	I	1111	14	1111	14	1111	15	1111	14	1111	17	1111	14	
	II	1111	16	1111	15	1111	16	1111	16	1111	18	1111	16	
	+ 20%	III	1111	17	1111	15	1111	19	1111	16	1111	19	1111	17
	IV	1111	18	1111	16	1111	19	1111	16	1111	19	1111	19	
	V	1111	20	1111	19	1111	20	1111	19	1111	21	1111	19	
Acidentado	I	1111	14	1111	11	1111	14	1111	14	1111	15	1111	14	
	Mercado	II	1111	16	1111	11	1111	16	1111	15	1111	16	1111	16
		III	1111	16	1111	13	1111	17	1111	15	1111	19	1111	16
		IV	1111	17	1111	16	1111	19	1111	16	1111	19	1111	19
		V	1111	20	1111	19	1111	20	1111	19	1111	20	1111	19

onde: DI = Densidade Inicial (N / ha); e, R = Rotação (anos).

Tabela 8. Comportamento do melhor regime sem desbaste em função do sítio e dos custos e preços.

Table 8. Effects of site, costs and prices on the best unthinned regime.

	Melhor sítio	> Taxa de desconto	> Custo de colheita	> Distância de transporte (celulose)	> Distância de transporte (laminação)	> Preço (laminação)
Idade de rotação (anos)	↓	↓	↑	↑	↓	↑

onde: ↑ = prorrogação do corte; e, ↓ = antecipação do corte.

Obs: A melhor densidade inicial (1.111 plantas/ha) não foi alterada.

3.3. Análise Econômica de Regimes com um Desbaste

Os regimes com um desbaste que forneceram a máxima rentabilidade, em função dos cenários de custos e preços simulados, são apresentados na Tabela 9.

3.3.1. Análise econômica x análise de produtividade

Na Tabela 9, 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 5. Isto ocorreu em razão dos efeitos de determinados parâmetros de análise econômica. 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.

3.3.2. Fatores determinantes na escolha do melhor regime

O comportamento do melhor regime com um desbaste, em função de alterações no sítio e nos custos e preços, é representado na Tabela 10 e discutido na seqüência.

3.3.2.1. Sítio

Conforme observado na Tabela 9, menores densidades de plantio foram selecionadas, em algumas situações, no Sítio V (a 85 km da fábrica). Em virtude do baixo volume individual nesse sítio, uma densidade inicial menor (maior espaçamento) pode ser desejável para amenizar o efeito de elevados custos de colheita no desbaste.

Em geral, a melhor densidade após o desbaste foi de 400 árvores/ha nos sítios I, II e III, e de 700 árvores/ha nos sítios IV e V. A alta resposta de sítios mais produtivos a um desbaste mais pesado compensa o maior custo de colheita desse desbaste.

Tabela 9. Regime com um desbaste que maximiza o Valor Esperado da Terra, por sítio e condição de custos e preços.**Table 9.** Thinned regime that maximizes Land Expectation Value, by site and costs and prices condition.

Condição de Colheita	Preço (laminação)	Sítio	15 km da fábrica				50 km da fábrica				85 km da fábrica			
			Taxa de desconto (% a.a.)											
			6		8		6		8		6		8	
DI	R	DI	R	DI	R	DI	R	DI	R	DI	R			
15 Km do entreposto (laminação)														
Terreno	+ 20%	I	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15
		II	2000	18	2000	18	2000	18	2000	18	2000	21	2000	18
		III	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21
		IV	2000	18	2000	15	2000	21	2000	18	2000	21	2000	18
		V	2000	*21	2000	21	2000	21	2000	21	1333	21	1333	21
Plano	Mercado	I	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15
		II	2000	18	2000	18	2000	18	2000	18	2000	21	2000	18
		III	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21
		IV	2000	18	2000	15	2000	21	2000	15	2000	21	2000	18
		V	2000	*21	2000	*2	2000	21	2000	21	2000	21	1333	21
50 Km do entreposto (laminação)														
Terreno	+ 20%	I	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15	2000	18	2000	18
		II	2000	18	2000	18	2000	18	2000	18	2000	21	2000	18
		III	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21
		IV	2000	21	2000	15	2000	21	2000	18	2000	21	2000	18
		V	2000	*21	2000	21	2000	21	2000	21	1111	21	1111	21
Acidentado	Mercado	I	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15
		II	2000	18	2000	18	2000	18	2000	18	2000	21	2000	18
		III	2000	*21	2000	*2	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21
		IV	2000	18	2000	15	2000	21	2000	15	2000	21	2000	18
		V	2000	*21	2000	*2	2000	21	2000	21	1111	21	1111	21
50 Km do entreposto (laminação)														
Terreno	+ 20%	I	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15
		II	2000	18	2000	18	2000	18	2000	18	2000	21	2000	18
		III	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21
		IV	2000	18	2000	15	2000	21	2000	18	2000	21	2000	18
		V	2000	*21	2000	*2	2000	21	2000	21	1333	21	1333	21
Plano		I	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15
		II	2000	18	2000	18	2000	18	2000	18	2000	21	2000	18

Mercado	III	2000	*21	2000	*2	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21
	IV	2000	15	2000	15	2000	18	2000	15	2000	21	2000	18
	V	2000	*21	2000	*1	2000	21	2000	18	2000	21	2000	18

...Continua

Continuação Tabela 9...

Terreno	I	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15	2000	18	2000	18	
	II	2000	18	2000	18	2000	18	2000	18	2000	21	2000	18	
	+ 20%	III	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21
	IV	2000	21	2000	15	2000	21	2000	18	2000	21	2000	18	
	V	2000	*21	2000	*2	2000	21	2000	21	1333	21	1333	21	

Acidentado	I	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15	
	II	2000	18	2000	18	2000	18	2000	18	2000	21	2000	18	
	Mercado	III	2000	*21	2000	*2	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21
	IV	2000	15	2000	15	2000	21	2000	15	2000	21	2000	18	
	V	2000	*21	2000	*1	2000	21	2000	18	2000	21	2000	18	

85 Km do entreposto (laminação)

Terreno	I	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15	
	II	2000	18	2000	18	2000	18	2000	18	2000	21	2000	18	
	+ 20%	III	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21
	IV	2000	18	2000	15	2000	21	2000	15	2000	21	2000	18	
	V	2000	*21	2000	*2	2000	21	2000	21	1333	21	1333	21	

Plano	I	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15	
	II	2000	18	2000	18	2000	18	2000	18	2000	21	2000	18	
	Mercado	III	2000	*21	2000	*2	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21
	IV	2000	15	2000	15	2000	18	2000	15	2000	21	2000	18	
	V	2000	*21	2000	*1	2000	*21	2000	*1	2000	21	2000	18	

Terreno	I	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15	2000	18	2000	18	
	II	2000	18	2000	18	2000	18	2000	18	2000	21	2000	18	
	+ 20%	III	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21
	IV	2000	18	2000	15	2000	21	2000	15	2000	21	2000	18	
	V	2000	*21	2000	*2	2000	21	2000	21	1333	21	1333	21	

Acidentado	I	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15	2000	18	2000	15	
	II	2000	18	2000	18	2000	18	2000	18	2000	21	2000	18	
	Mercado	III	2000	*21	2000	*2	2000	21	2000	21	2000	21	2000	21
		IV	2000	15	2000	15	2000	18	2000	15	2000	21	2000	18
	V	2000	*21	2000	*1	2000	*21	2000	*1	2000	21	2000	18	

onde: DI = Densidade Inicial (N/ha); e, R = Rotação (anos).

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

Densidade após o desbaste: 700 árvores / ha; e, demais casos: 400 árvores / ha.

Tabela 10. Comportamento do melhor regime com um desbaste em função do sítio e dos custos e preços.
Table 10. Effects of site, costs and prices on the best thinned regime.

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

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

Esse aumento na densidade pós-desbaste antecipou a rotação (a estagnação do crescimento ocorre mais cedo em maiores densidades). Em consequência, o desbaste também foi antecipado, como pode ser visto no seguinte cenário (Tabela 9): 15 km da fábrica, 50 km do entreposto, colheita em terreno plano e preço de mercado. As idades do desbaste e da rotação, neste caso, aumentaram do Sítio I para o sítio III (nesses sítios,

a melhor densidade após o desbaste foi de 400 árvores por hectare). No sítio IV (700 árvores por hectare após desbaste), as idades de desbaste e de rotação foram reduzidas.

3.3.2.2. Taxa de desconto

O aumento da taxa de desconto acarretou antecipação do corte final e, em alguns casos, antecipação do desbaste.

Efeito indireto da taxa sobre a densidade remanescente do desbaste pode ser observado na Tabela 9, no seguinte cenário: 50 km da fábrica, 50 km do entreposto, colheita em terreno plano, acréscimo no preço da madeira grossa e classe de sítio IV. Neste caso, o aumento na taxa, de 6% para 8%, reduziu a rotação, de 21 para 18 anos, e, em consequência, alterou a densidade após o desbaste, de 400 para 700 árvores por hectare. Numa idade reduzida, a produção é maximizada em maiores densidades.

3.3.2.3. Custo de colheita

O acréscimo no custo de colheita gerou, em algumas situações (sítio V, a 85 km da fábrica), a redução na densidade de plantio. Em alguns casos, verificou-se também o prolongamento da rotação. Essas mudanças no manejo permitem aumento no volume individual, amenizando o efeito do maior custo de colheita em terreno acidentado.

3.3.2.4. Distância de transporte da madeira para celulose

No sítio V, verificou-se redução na densidade de plantio na medida em que se aumentou a distância de transporte da madeira para celulose. Verificou-se também, em alguns casos, a antecipação do desbaste, de 9 para 6 anos.

Em algumas situações, o aumento no custo de transporte da madeira para celulose ocasionou redução na densidade pós-desbaste (de 700 para 400 árvores por hectare). Em vários casos, a maior distância até a fábrica provocou prolongamento da rotação.

Tais alterações no melhor regime, decorrentes do aumento do custo de transporte da madeira para celulose, favorecem a produção de madeira de maior valor (laminação).

3.3.2.5. Distância de transporte da madeira para laminação

O aumento na distância até o entreposto gerou, em alguns casos (sítio V), maior densida-

de de plantio. Nesse mesmo sítio, ocorreu também a postergação do desbaste. Em outras situações, o acréscimo no custo de transporte gerou a antecipação da rotação.

Essas alterações no melhor regime, decorrentes do maior custo de transporte da madeira para laminação, tendem a favorecer a produção (IMA) em volume para celulose.

3.3.2.6. Preço da madeira para laminação

No sítio V, verificou-se redução na densidade de plantio decorrente do acréscimo no preço da madeira grossa. Em algumas situações, no sítio IV, o aumento no preço gerou menor densidade remanescente do desbaste.

Em alguns cenários (ex: 15 km da fábrica, 50 km do entreposto, taxa de desconto de 6% e classe de sítio III) o acréscimo no preço provocou a antecipação do desbaste. Em outras situações, o maior preço acarretou prolongamento da rotação.

Os efeitos causados pelo acréscimo no preço da madeira para laminação foram iguais aos provocados pela redução no custo de transporte desta madeira e pelo aumento no custo de transporte da madeira para celulose. O maior valor da madeira grossa faz com que os custos adicionais decorrentes da alteração do manejo (como por exemplo, antecipação do desbaste) sejam compensados pela receita adicional gerada no corte raso.

3.3.3. Efeitos da distância de transporte sobre a rentabilidade

A Figura 4 ilustra o efeito de duas situações sobre a rentabilidade obtida no melhor regime, 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.

O alto custo de transporte da madeira para celulose (85 km da fábrica) gera menor rentabilidade em relação ao alto custo da madeira para laminação (85 km do entreposto), indicando que a madeira de maior valor permite a adoção de maiores distâncias.

3.3.4. Efeitos do desbaste sobre a rentabilidade

A Figura 5 ilustra o máximo Valor Esperado da Terra, gerado em regime sem desbaste e aquele obtido em regime com um desbaste, por classe de sítio. O exemplo se refere à situação intermediária de custos e preços adotada nas simulações.

Desde que o melhor regime seja implementado, a realização de um desbaste propicia maior rentabilidade em relação à adoção de regime sem desbaste, em todas as classes de sítio. No entanto, esse efeito do desbaste se acentua nos melhores sítios e em condições mais favoráveis de custos e preços (ex: menores distâncias de transporte).

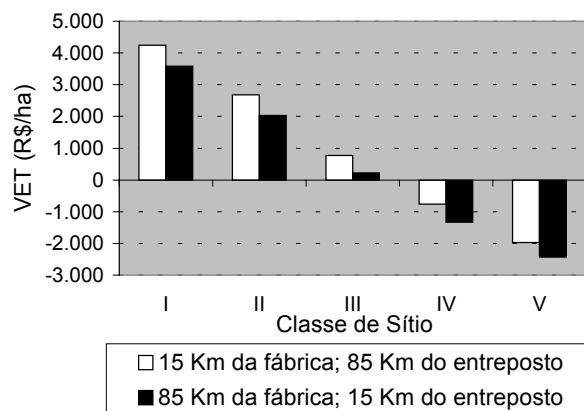
Conforme demonstrado por Gomes (1999), a rentabilidade (VET) tende a ser extremamente satisfatória em condições melhores

de preços e custos (em relação às apresentadas na Figura 4), principalmente em regime com desbaste. Em sistema sem desbaste, na maior parte dos cenários, o projeto florestal é inviável, indicando que, nas condições de preços analisadas, existem subsídios da atividade florestal para a industrial.

A Tabela 11 mostra fluxos de caixa decorrentes do melhor sistema de manejo (sem desbaste e com um desbaste) em um dos cenários avaliados na classe de sítio I.

3.3.5. Efeitos do desbaste sobre a densidade de plantio e a idade de rotação

A Tabela 12 mostra o melhor regime sem desbaste e o melhor regime com um desbaste, em um dos cenários de custos e preços avaliados.



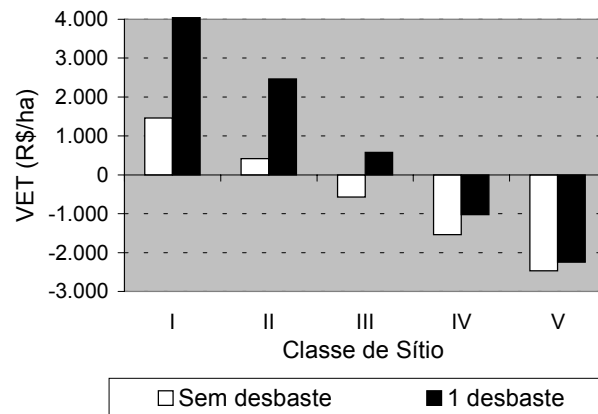
OBS: Taxa de desconto de 8% a.a.; preço de mercado e colheita em terreno plano.

Entreposto: local de entrega da madeira para laminação.

Custo da terra: R\$ 900,00/ha (O projeto é considerado viável quando o "VET" supera esse valor).

Figura 4. Efeito simultâneo das distâncias de transporte até a fábrica (celulose) e até o entreposto (laminado) sobre o máximo “VET” de regimes com um desbaste.

Figure 4. Effects of transporting costs (pulpwood and veneer) on the maximum Land Expectation Value, under thinned regime



OBS: Taxa de desconto de 8% a.a.; distância de transporte de 50 km (fábrica e entreposto); preço de mercado; e, colheita em terreno plano.

Custo da terra: R\$ 900,00/ha (O projeto é considerado viável quando o “VET” supera esse valor).

Figura 5. O máximo “VET” (R\$/ha) em regime sem desbaste e com um desbaste.

Figure 5. The maximum Land Expectation Value (R\$/ha) under thinned and oncethinned regime.

Tabela 11. Fluxo de caixa no melhor regime sem desbaste e com um desbaste.

Table 11. Cash flow at the best unthinned and thinned regime.

Idade (anos)	Sem desbaste		Com desbaste	
	VET = R\$ 1.460,00		VET = R\$ 4.040,00	
	Custo (R\$/ha)	Receita (R\$/ha)	Custo (R\$/ha)	Receita (R\$/ha)
0	530,00		530,00	
1	270,00		270,00	
2	250,00		250,00	
3	190,00		190,00	
4	30,00		30,00	
5	30,00		30,00	
6	30,00		2.800,00	2.820,00
7	30,00		30,00	
8	30,00		30,00	
9	30,00		30,00	

10	30,00		30,00
11	30,00		30,00
12	30,00		30,00
13	30,00		30,00
14	7.500,00	14.300,00	30,00
15			5.800,00 18.700,00

Obs: Sítio I; colheita em terreno plano; distância de transporte de 50km (fábrica e entreposto).

Tabela 12. O melhor regime sem desbaste e o melhor regime com um desbaste.

Table 12. *The best unthinned regime and the best thinned regime.*

Classe de Sítio	Regime sem desbaste		Regime com um desbaste	
	Densidade inicial (N / ha)	Rotação (anos)	Densidade inicial (N / ha)	Rotação (anos)
I	1111	14	2000	15
II	1111	15	2000	18
III	1111	15	2000	21
IV	1111	16	2000	15
V	1111	19	2000	18

onde: Idade do desbaste: 6 anos.

Densidade após o desbaste: 700 árvores / ha; e, demais casos: 400 árvores / ha.

OBS: taxa de desconto de 8% a.a.; distância de transporte de 50 km (fábrica e entreposto); preço de mercado; e, colheita em terreno plano.

A densidade de plantio aumentou em regimes com desbaste, permitindo maior volume para celulose e, conseqüentemente, maior receita líquida no desbaste

A escolha da menor densidade em regime sem desbaste se deve ao acentuado efeito do espaçamento de plantio sobre o volume de madeira grossa neste tipo de regime.

Existe a clara tendência do prolongamento da rotação quando um desbaste é realizado, apesar da amplitude diferenciada das idades simuladas (9 a 21 anos em regimes sem desbaste e 15, 18 e 21 anos em regime com desbaste) dificultar tal comparação.

4. CONCLUSÕES

A comparação de sistemas de manejo com e sem desbaste permitiu identificar Incremento Médio Anual (IMA) em volume total por hectare levemente superior nos regimes sem desbaste. Por outro lado, o IMA em volume de madeira para laminação é bastante superior nos regimes com desbaste, indicando significativa vantagem da adoção do desbaste e do conseqüente prolongamento da rotação para produção de madeira de maior valor agregado.

A adoção de regime com um desbaste forneceu maior Valor Esperado da Terra (VET) 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. Desta forma, maiores investimentos em práticas de desbaste devem ser priorizados nos sítios mais produtivos e em condições mais adequadas de custos e preços (como, por exemplo, menores distâncias de transporte).

O melhor sistema de manejo variou de forma significativa com o critério de análise adotado (máximo Incremento Médio Anual e máximo Valor Esperado da Terra).

A prática de desbaste exige maior densidade de plantio e maior idade de rotação, em relação a adoção de regimes sem desbaste. As melhores alternativas de densidade inicial, idade e intensidade de desbaste, e idade de rotação, variaram com a capacidade produtiva (sítio) e com os parâmetros de custos e preços adotados (taxa de desconto, custo de colheita, custo de transporte dos diferentes produtos e preço da madeira).

Para as condições de manejo avaliadas (sem desbaste e um desbaste), povoamentos localizados perto da indústria e longe do mercado de madeira de maior valor geraram maior rentabilidade em relação a projetos distantes da indústria e perto do mercado de madeira grossa. Recomenda-se a realização dessa análise para as condições de produção de madeira para múltiplos produtos (um ou mais desbastes).

O efeito do manejo sobre a qualidade da madeira deve ser quantificado em análises futuras e relacionado com a rentabilidade obtida. A qualidade requerida para o processo de produção da celulose, pode, por exemplo, inviabilizar a realização do desbaste em uma idade muito precoce.

Outra restrição com respeito aos regimes selecionados se refere à capacidade de sustentação das árvores remanescentes de um desbaste pesado (por exemplo, de 2.000 para 400 árvores por hectare). A identificação de um ponto de equilíbrio até o qual seja possível a adoção de prá-

ticas de manejo não convencionais é um aspecto importante a ser discutido em futuros estudos.

5. AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à empresa PISA Florestal S.A., por ter propiciado todas as condições para o desenvolvimento deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACERBI JR., F.W., 1998. **Definição de regimes de desbaste e poda economicamente ótimos para *Pinus taeda***. Dissertação de Mestrado, UFLA, Lavras - MG. 135 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.

GOMES, F. S., 1999. **A seleção de regimes de manejo mais rentáveis em *Pinus taeda* L., na produção de madeira para papel e celulose**. Dissertação de Mestrado, UFPR, 137 p.

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