

# EXPLORAÇÃO FLORESTAL E EFICIÊNCIA DOS TRATAMENTOS SILVICULTURAIS REALIZADOS EM UMA ÁREA DE 136ha NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, BELTERRA - PARÁ.<sup>1</sup>

Lia Cunha de OLIVEIRA<sup>2</sup>  
Hilton Thadeu Zarate do COUTO<sup>3</sup>  
José Natalino Macedo SILVA<sup>4</sup>  
João Olegário Pereira de CARVALHO<sup>4</sup>

**RESUMO:** Foram determinadas as quantidades de madeira extraídas, os danos ocasionados pela atividade de extração e a redução da área basal obtida após a aplicação de três intensidades de desbaste sistemático em uma área explorada na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará. O monitoramento da floresta foi realizado através de parcelas permanentes medidas antes e após a exploração e a aplicação dos desbastes. A exploração florestal extraiu em média 11 árvores.ha<sup>-1</sup>, 4,5m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> de área basal e 61,0m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> de volume, ocorrendo grande variação entre os tratamentos. Para cada árvore comercial explorada foram perdidos em média 4,3 indivíduos com DAP 10cm e, aproximadamente, 0,5m<sup>2</sup> de área basal, afetados severamente pela exploração. A redução da área basal, obtida com a exploração de madeira e os desbastes realizados através do anelamento e desvitalização de árvores de espécies sem valor comercial conhecido, foi, aproximadamente, 10% inferior ao planejado em todos os tratamentos devido à presença de grande número de espécies com reentrâncias no fuste e exudação de látex ou resina que dificultaram a execução do anelamento e a aplicação do arboricida.

**TERMOS PARA INDEXAÇÃO:** Monitoramento, Parcelas Permanentes, Tratamentos Silviculturais, Desbaste, Exploração Florestal, Danos da Exploração, Anelamento.

## TIMBER HARVESTING AND EFFICIENCY OF SILVICULTURAL TREATMENTS IN AN AREA OF THE TAPAJÓS NATIONAL FOREST, BELTERRA, PARA, BRAZIL

**ABSTRACT:** The quantities of wood harvested, damages caused by logging and the reduction of basal area after the application of three intensities of systematic thinning in a logged area of the Tapajos National Forest, in the municipality of Belterra, Para, Brazil, were determined. Monitoring of the forest

<sup>1</sup> Aprovado para publicação em 14.12.06

<sup>2</sup> Extraído da tese apresentada pelo primeiro autor para obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais da ESALQ/USP.

<sup>3</sup> Engenheira Florestal, Dra., Professora da UFRA. Unidade Descentralizada do Tapajós - Ufra Tapajós. Rua Vera Paz, s/n, Salé, CEP: 68.035-110, Santarém (PA).

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Deptº de Ciências Florestais da ESALQ/USP. Av. Pádua Dias, 11- Cx. Postal 09, CEP: 13418-900, Piracicaba(SP).

<sup>4</sup> Engenheiro Florestal, Dr., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental. CEP: 66.095-100 Belém(PA).

was carried out through permanent plots measured before and after logging and thinning. Logging extracted, on the average, 11 trees.ha<sup>-1</sup>, 4.5m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> of basal area and 61.0m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> of volume with a major variation occurring among the treatments. For each commercial tree harvested, on the average, 4.3 individuals with DBH 10cm were lost and approximately 0.5m<sup>2</sup> of basal area was severely affected by logging. Reduction of the basal area through logging and thinning carried out by means of girdling and devitalization of species without commercial value, was approximately 10% less than planned in all treatments due to the presence of a large number of species with recesses in the stem, exudation of latex and resin which complicated performance of girdling and application of arboricide.

**INDEX TERMS:** Reduction of Basal Area, Damages Caused by Logging, Thinning, Monitoring Permanent Plots.

## 1 INTRODUÇÃO

A extração de madeira em florestas tropicais é uma atividade que causa grandes impactos ao ecossistema, e, por isso, constitui o momento mais crítico na aplicação de um sistema de manejo visando a produção sustentável. O planejamento adequado dessa atividade é a chave para se obter bons resultados sob os pontos de vista ambiental e econômico (SILVA et al, 2001).

A aplicação de técnicas que reduzem os impactos da atividade madeireira sobre a floresta residual tem sido intensificada recentemente, e constitui o primeiro passo para manter a produtividade das florestas tropicais (PINARD; PUTZ, 1996; JOHNS; BARRETO; UHL, 1998; HOLMES et al., 2002; SILVA, 2004). Entretanto, a aplicação única e simples de técnicas de exploração florestal de impacto reduzido não é o suficiente para se obter os resultados desejados.

A ausência de uma adequada regeneração natural da maioria das espécies comerciais depois da colheita comercial de

madeira e a elevada competição dos indivíduos remanescentes com espécies sem valor de mercado são algumas das causas que põem em risco a sustentabilidade do manejo de florestas tropicais.

Para complementar a abertura ocasionada pela exploração florestal, incrementando os níveis de luz e incentivando a regeneração natural de espécies madeireiras mais valiosas, recomenda-se o tratamento de refinamento que elimina fustes defeituosos e sem valor econômico (FREDERICKSEN, 1998). Além disso, esta técnica proporciona um maior espaço as árvores da futura colheita e permite o equilíbrio das espécies comerciais, diminuídas pela exploração, com a massa remanescente (PARIONA; FREDERICKSEN; LICONA, 2001).

A redução da vegetação sem aproveitamento comercial pode ser feita por meio da aplicação de uma técnica conhecida como anelamento, que consiste na retirada da casca e da entrecasca formando um anel

completo em torno do fuste da árvore. As árvores aneladas perdem, de forma lenta, primeiramente as folhas, depois os pequenos ramos e, finalmente, os galhos mais desenvolvidos (JARDIM, 1995). Conseqüentemente, quando a árvore está totalmente morta, sua queda diminui o impacto sobre a vegetação remanescente. Esse processo não implica em brusca admissão de luz sobre o solo florestal, reduzindo ao mínimo as possibilidades de sua dessecação pela ação do sol e do vento.

Dubois (1978) descreve três modalidades de anelamento: anelamento simples (retirada da casca em anel completo), anelamento com entalhes (anelagem simples e entalhes feitos com machadinha ou terçado no anel) e anelamento profundo (retirada da casca e camada superficial do alburno com espessura em torno de 2mm).

No entanto, a técnica de anelamento é pouco eficiente na eliminação de indivíduos de algumas espécies, principalmente as com reentrâncias no fuste (COSTA; SILVA; SILVA, 2001). Para melhorar a eficiência do anelamento e acelerar a morte das árvores pode-se aplicar arboricida no anel.

Pariona, Frederickson e Licona (2001) estudando a efetividade de três tratamentos de anelamento na Bolívia, concluíram que o anelamento sem aplicação de arboricida somente causou a mortalidade de 10% das árvores tratadas, treze meses depois da aplicação. Os autores comentam que o principal motivo da baixa efetividade foi a cicatrização do anel em muitas das árvores

tratadas sem arboricida, que permitiu a rápida reconexão dos tecidos cortados.

O uso do anelamento com aplicação de arboricida vem sendo praticado em florestas tropicais desde 1930 (SIST; ABDURACHMAN, 1998). Um dos arboricidas mais utilizados atualmente tem sido o Tordon 2,4 D, que é um fitormônio de ação seletiva que não afeta a fauna e possui baixa toxidez e rápida degradação (LAMPRECHT, 1990; SIST; ABDURACHMAN, 1998).

A exploração seletiva de madeira realizada dentro dos critérios técnicos, aliada ao tratamento silvicultural de refinamento pós-exploração visando abrir dossel e induzir a regeneração e o crescimento de espécies de valor comercial, são importantes atividades para aumentar a qualidade e a produtividade das florestas após a exploração. Todavia, para que esse objetivo seja alcançado, os métodos utilizados devem ser eficientes para que os níveis de redução de área basal obtidos sejam equivalentes ao planejado.

Neste trabalho foram determinadas as quantidades de madeira extraídas, os danos ocasionados pela atividade de extração e a redução da área basal obtida após a aplicação dos desbastes sistemáticos nas parcelas de cada tratamento, visando responder a seguinte questão: qual a intensidade de redução da área basal efetivamente alcançada em cada tratamento?

## 2 MATERIALE MÉTODOS

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA

O experimento se localiza na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará, à altura do km 114 da Rodovia Santarém-Cuiabá, entre as coordenadas 2° 40' - 4° 10' de Latitude Sul e 54° 45' - 55° 30' de Longitude Oeste (Figura 1). A área total cobre, aproximadamente, 600 000ha. É uma faixa de terra limitada a leste pela BR163 (Santarém - Cuiabá), e a oeste pelo rio Tapajós e Estado do Pará.

A altitude está em torno de 175 m acima do nível do mar, sendo o relevo plano a levemente ondulado. O clima é do tipo Ami,

segundo a classificação de Köppen, que é um clima tropical com uma estação seca de 2 a 3 meses por ano e precipitação anual em torno de 2 110mm. A média anual de temperatura gira em torno de 25oC. A umidade relativa é de, aproximadamente, 86% (76-93%). O solo predominante é o Latossolo Amarelo moderado com textura pesada (FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ, 1986).

A Floresta Nacional do Tapajós é uma floresta de terra firme, classificada como Floresta Ombrófila Densa (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991). Esta área foi selecionada por representar uma típica floresta densa de terra firme da região, sem interferência humana.

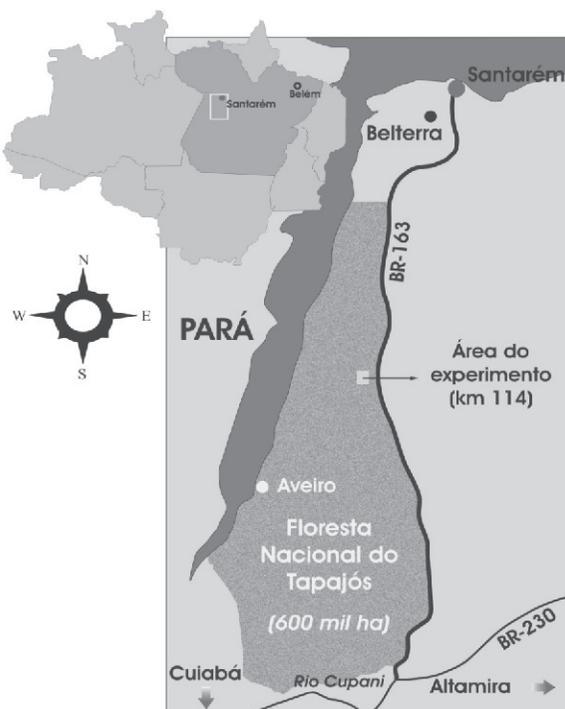


Figura 1 – Localização da Floresta Nacional do Tapajós, área de pesquisa do projeto

## 2.2 HISTÓRICO DA ÁREA ESTUDADA

O experimento foi iniciado em 1981 pela equipe de manejo florestal da Embrapa Amazônia Oriental.

Do total de 180ha da área experimental, 144ha foram explorados em 1982 (36ha para cada tratamento) ficando uma área de 36ha como testemunha (tratamento T0). As operações iniciais da exploração experimental realizadas na área compreenderam: inventário pré-exploratório de 100% de intensidade, onde foram mensuradas todas as árvores com DAP > 45,0cm; corte de cipós, realizado um ano antes da exploração; mapeamento logístico das árvores que seriam exploradas; abertura de quatro pátios de estocagem de 0,7ha e construção de oito ramais principais de arraste com 4m de largura por 1 200m de comprimento (CARVALHO et al., 1984).

A exploração comercial de madeira extraiu 23 espécies comerciais, escolhidas com base na abundância e volume presentes na área e por serem comercializadas no mercado regional de Santarém.

Os tratamentos silviculturais foram iniciados em 1993 e concluídos em 1994. O desbaste objetivou reduzir a competição entre árvores por espaço, luz e nutrientes, proporcionando aumento da sobrevivência, do crescimento e estabelecimento da regeneração natural das espécies de valor econômico.

A técnica utilizada foi o desbaste sistemático, que consistiu em eliminar árvores de espécies não comerciais a partir de

um diâmetro mínimo de 15cm, até atingir a redução de área basal planejada. A determinação das áreas basais a serem reduzidas foi feita com base nas tabelas de distribuição de AB por espécie antes da exploração. Nessa redução da área basal foi considerada a inicialmente provocada pela exploração florestal, ou seja, o impacto ocasionado pela exploração foi incluído (COSTA; SILVA; SILVA, 2001).

Tomou-se o cuidado, durante o planejamento, de evitar a eliminação ou o risco de extinção de qualquer espécie, preservando, com isso, a riqueza florística da comunidade. Cuidados especiais foram tomados para evitar o anelamento de árvores das espécies consideradas importantes para a fauna e para as atividades extrativistas.

Os tratamentos silviculturais ficaram assim definidos:

a) T0: controle, representado pela floresta sem nenhuma intervenção;

b) T1: Exploração tradicional abate de árvores com DAP  $\geq$  45cm, sem nenhuma intervenção posterior. A exploração reduziu a área basal em torno de 24%;

c) T2: Abate de árvores comerciais com DAP  $\geq$  55cm + anelamento de todas as árvores de espécies não comerciais com DAP a partir de 45cm, com desvitalização para reduzir a área basal em 20% da original.

d) T3: Abate de árvores comerciais com DAP  $\geq$  55cm + anelamento com desvitalização para reduzir a área basal em

40% da original. Para atingir esse percentual foram aneladas todas as árvores de espécies não comerciais com DAP a partir de 15cm, mais espécies potenciais com DAP a partir de 65cm;

e) T4: Abate de árvores comerciais com DAP 55cm + anelamento com desvitalização para reduzir a área basal em 60% da original. Nesse caso, foram aneladas todas as árvores de espécies não comerciais e potenciais com DAP a partir de 15cm, com exceção do tauari (*Couratari* sp. e *Cariniana* sp.) e do pau-rosa.

A desvitalização foi realizada através da técnica de anelamento com entalhes, que consiste em um anel feito com golpes contínuos de machadinha em torno do fuste das árvores, sem a retirada da casca. O arboricida utilizado foi uma mistura de óleo diesel e 2,4 D (Tordon) a uma concentração de 95% de óleo e 5% do produto, aplicados com pulverizador costal nos anéis, na base das árvores (COSTA; SILVA; SILVA, 2001).

### 2.3 MONITORAMENTO DA FLORESTA

Em cada tratamento, foram instaladas ao acaso três parcelas permanentes de 0,25ha, totalizando 12 parcelas por tratamento. O controle do experimento foi realizado em 36ha de floresta primária não explorada, onde foram instaladas 12 parcelas de 0,25ha. No total, o experimento possuía 60 parcelas permanentes de 0,25ha. Porém, um incêndio acidental ocorrido em 1997 atingiu severamente 19 das 60 parcelas permanentes instaladas, e o número de parcelas por

tratamento foi reduzido conforme a Tabela 1 (Figura 2).

As medições das parcelas permanentes foram realizadas um ano antes da exploração (1981), e após a exploração, nos anos de 1983, 1987, 1989, 1995 e 2003.

A metodologia utilizada para a medição das parcelas foi baseada em Silva e Lopes (1984). Todas as árvores com DAP  $\geq$  5 cm foram numeradas e etiquetadas. Os diâmetros foram medidos em um ponto fixo chamado ponto de medição PDM. O PDM foi estabelecido sempre que possível a 1,30m do solo (DAP diâmetro à altura do peito). A identificação das espécies foi realizada primeiramente no campo pelo nome comum, pelos identificadores botânicos da Embrapa Amazônia Oriental. Após a primeira medição, foi preparada uma listagem contendo as espécies menos comuns e, durante a segunda coleta de dados, atenção especial foi dispensada para a coleta de material botânico para posterior identificação por comparação no Herbário IAN da Embrapa.

As poucas espécies que não puderam ser identificadas, nem ao nível de família, foram agrupadas em uma categoria especial de espécies não identificadas. E para o propósito de cálculos, os gêneros *Inga*, *Pouteria*, *Ocotea*, entre outros, formaram grupos, e cada grupo foi contado como uma espécie. Nas discussões, a palavra espécie inclui os grupos.

O acompanhamento de danos da exploração foi realizado dentro das parcelas

permanentes de cada tratamento, por isso não foram considerados os danos ocorridos em áreas adjacentes, relativos a abertura de estradas e construção de pátios de estocagem. Para os cálculos dos danos, foram consideradas: a) árvores remanescentes,

mortas em consequência das operações de exploração; b) árvores caídas; c) árvores sem copa; d) árvores com mais de 50% da copa quebrada, ainda que não haja danos no fuste; e) árvores com danos extensos no fuste (>3,0m), ainda que a copa esteja sã.

Tabela 1- Distribuição dos tratamentos no experimento após o incêndio de 1997 ocorrido na Flona do Tapajós

Tratamento	N.º de parcelas após incêndio	Área amostral
T0	6	1,50 ha
T1	10	2,50 ha
T2	7	1,75 ha
T3	12	3,00 ha
T4	6	1,50 ha

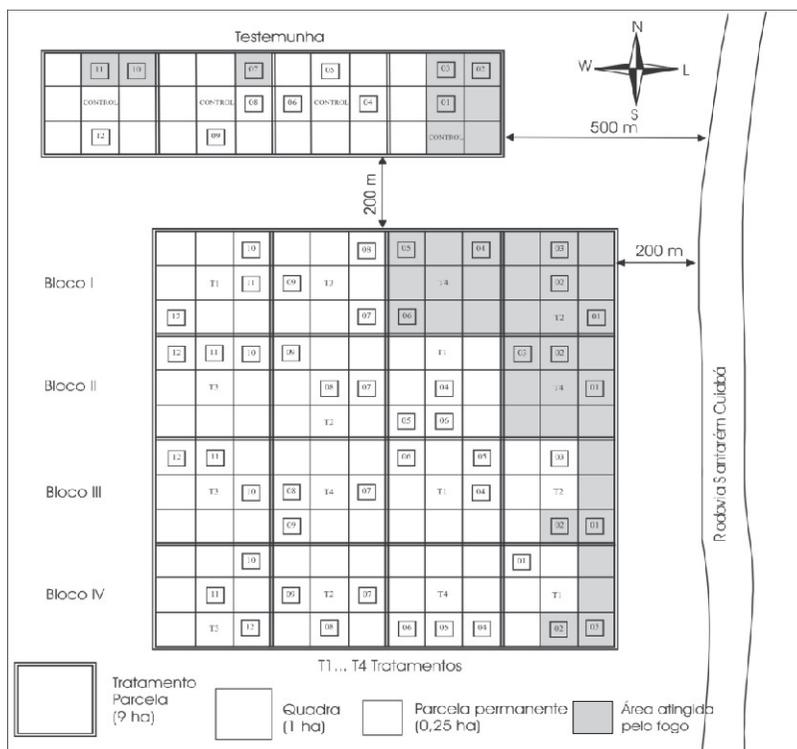


Figura 2 - Croqui da área experimental na Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 EXPLORAÇÃO FLORESTAL

Os resultados referentes à colheita de madeira são estimativas baseadas na análise das parcelas permanentes, medidas antes e após a exploração, ou seja, não correspondem ao valor real extraído na época, o qual não foi possível resgatar devido à ausência de registros precisos dessa atividade.

A exploração florestal, realizada em 1982, extraiu em média 11 árvores.ha<sup>-1</sup>, 4,5m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> de área basal e 61,0m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> de volume. Esses valores variaram entre os tratamentos, devido a diferenças de intensidade (T1: exploração de árvores com DAP ≥ 45,0cm e T2=T3=T4: exploração com DAP ≥ 55,0cm) e a variabilidade existente na distribuição de árvores de espécies comerciais aptas ao abate nas parcelas de cada tratamento (Tabela 2).

No tratamento T1, onde a exploração foi mais intensa, foi retirado o maior número de árvores, aproximadamente 13 ha<sup>-1</sup>, porém, em relação a área basal e volume, o tratamento T2 foi o que extraiu os maiores valores, 5,2m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> e 72,3m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, isso porque várias árvores extraídas nas parcelas desse tratamento possuíam diâmetros elevados, acima de 85cm. Por outro lado, a maioria das árvores extraídas no tratamento T1 estava entre 45 cm e 70cm de DAP (Tabela 2).

Os valores médios de 11 árvores e 61m<sup>3</sup> extraídos por hectare neste experimento são semelhantes aos reportados por Silva (1989), em outra área experimental da Flona Tapajós, onde foram exploradas 16 árvores.ha<sup>-1</sup> e

volume de 75m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Porém, são considerados bastante elevados em relação ao que é citado na literatura para outras áreas de florestas tropicais exploradas no Brasil. Silva et al. (2001) reporta que, na extração de madeira realizada no campo experimental da Embrapa, em Moju (PA), foram retirados 3,3 árvores.ha<sup>-1</sup> e um volume geométrico romaneado de 23m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, equivalente a 66% do volume em pé planejado para a exploração que era de 35m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Na região de Paragominas-PA, Barreto et al. (1998) relatam que o volume extraído durante a exploração de madeira foi de 38,6m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Na Fazenda Cauaxi, a sudoeste de Paragominas, Holmes et al. (2002) extraíram, aproximadamente, 4 árvores.ha<sup>-1</sup> com um volume de 25,3m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Em Tailândia, também no Estado do Pará, Veríssimo et al. (1996) reportam a exploração de duas árvores e 16m<sup>3</sup> por hectare.

A redução da área basal original, considerando árvores extraídas, mortas e severamente danificadas pela exploração, foi maior no tratamento T4, (25,6%), seguido pelos tratamentos T1, T2 e T3 com valores de 23,6%; 19,5%; e 17,2%, respectivamente.

O número total de espécies exploradas, considerando as quatro áreas estudadas, foi 23. Destas, apenas, *Carapa guianensis*, *Manilkara huberi* e *Holopyxidium jarana* estavam presentes em todos os tratamentos, totalizando 25,2 indivíduos.ha<sup>-1</sup> ou 58% do total das árvores extraídas.

A espécie mais explorada foi *Carapa guianensis* (andiroba) com uma densidade de 4,8 indivíduos por hectare no tratamento T1; 2,3.ha<sup>-1</sup> no tratamento T2; 1,0.ha<sup>-1</sup> no T3 e 2,0.ha<sup>-1</sup> no T4. Considerando as quatro áreas juntas, 23% de todas as árvores extraídas eram de andiroba.

A maioria das espécies exploradas (56%) era exclusiva, ou seja, estava presente em apenas um dos tratamentos. A listagem contendo o número de árvores e área basal por espécie, extraídas em cada tratamento encontra-se na Tabela 3.

Tabela 2-Características da exploração de madeira realizada em cada tratamento em uma área Experimental na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

	T1	T2	T3	T4	Média
<b>Características gerais</b>					
Tamanho da área de estudo (ha)	2,5	1,75	3,0	1,5	2,2
N.º de árvores extraídas/há	13,2	11,4	7,7	11,3	10,9
Área basal extraída (m <sup>2</sup> /ha)	4,6	5,2	3,2	4,9	4,5
Volume extraído (m <sup>3</sup> /ha)	61,6	72,3	43,5	66,8	61,1
N.º de espécies extraídas	11	11	11	9	-
<b>Árvores mortas e/ou severamente danificadas pela exploração</b>					
Árvores > 10cm DAP (n <sup>o</sup> /ha)	41,6	32,6	41,0	66,7	55,35
Área basal > 10cm DAP (m <sup>2</sup> /ha)	2,95	1,04	1,75	2,48	2,05
Volume > 20cm DAP (m <sup>3</sup> /ha)	31,76	7,48	15,08	19,4	18,45
<b>Índice de danos</b>					
Árvores danificadas/árvore extraída	3,1	2,9	5,3	5,9	4,3
m <sup>2</sup> danificado/m <sup>2</sup> de AB extraída	0,64	0,20	0,54	0,51	0,46
m <sup>3</sup> danificado/m <sup>3</sup> extraído	0,52	0,10	0,35	0,29	0,30

Tabela 3 - Efetividade do anelamento com aplicação de arboricida, por Tratamento, realizada na Floresta Nacional do Tapajós (Km114 da Br 163)

	T2		T3		T4	
	n/ha	%	n/ha	%	n/ha	%
Nº de árvores aneladas	11,4	100	163,7	100	242	100
Nº de aneladas mortas após 1 ano	1,7	14,9	75,3	46,0	118	48,8
Nº de aneladas mortas após 9 anos	4,0	35,1	129,3	79,0	204	84,3
	m <sup>2</sup> /ha	%	m <sup>2</sup> /ha	%	m <sup>2</sup> /ha	%
Área basal original	31,9	100	28,9	100	28,8	100
Redução da AB pela exploração	5,2	16,3	3,2	11,1	4,9	17,0
Redução da AB pelo TS	1,0	3,1	5,9	20,4	9,3	32,3
<b>Redução total da AB</b>	<b>6,2</b>	<b>19,4</b>	<b>9,1</b>	<b>31,5</b>	<b>14,2</b>	<b>49,3</b>

### 3.1.1 Danos causados a vegetação remanescente

A quantidade de danos provocada pela extração de madeira depende, principalmente, do planejamento, da intensidade de exploração e do controle exercido durante a derrubada e extração das árvores. Todas as operações que envolveram a exploração florestal na área do presente estudo (corte de cipós; mapeamento logístico das árvores a serem exploradas; abertura de pátios de estocagem e ramais de arraste; derrubada; traçamento e extração) foram planejadas de modo a reduzir danos à floresta remanescente.

Considerando a média de todos os tratamentos, para cada árvore comercial explorada foram perdidos 4,3 indivíduos com DAP 10cm. Em termos de área basal, para cada metro quadrado extraído foram perdidos, aproximadamente, 0,5m<sup>2</sup> afetados severamente pela exploração. Em relação ao volume esse valor foi de 0,3m<sup>3</sup> (Tabela 2).

Esses valores são considerados baixos se comparados aos obtidos por Veríssimo et al. (1996), para a exploração convencional na região de Tailândia (PA), onde foram destruídas 29 árvores com DAP<sub>≥</sub> 10cm para cada árvore extraída e 1,2m<sup>3</sup> de madeira em tora foi danificada para cada m<sup>3</sup> extraído. Em outro estudo, na região de Paragominas (PA), Johns, Barreto e Uhl (1998) reportam que na exploração sem planejamento para cada árvore comercial derrubada foram danificadas 27 árvores com DAP 10cm. Por outro lado, utilizando técnicas de exploração de impacto reduzido, como as que foram utilizadas neste experimento, os danos às árvores remanescentes podem ser bem menores. No Mojú (PA), foi observado que para cada árvore extraída outras 19 foram danificadas, o que corresponde a 0,7m<sup>3</sup> por m<sup>3</sup> retirado (SILVA et al., 2001). Na região de Paragominas (PA), esses valores foram em

torno de 12,2 árvores severamente danificadas por indivíduo extraído e 0,95m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> retirado (JOHNS; BARRETO; UHL, 1998).

Os danos às árvores remanescentes não foram proporcionais ao volume retirado. O tratamento T2, que extraiu o maior volume e área basal, foi o que causou os menores danos, afetando apenas 0,2m<sup>2</sup> de árvores remanescentes por m<sup>2</sup> extraído e 0,1 m<sup>3</sup> por m<sup>3</sup> retirado durante as operações de colheita de madeira. Por outro lado, o tratamento T1, de exploração mais intensa (DAP $\geq$ 45,0cm) onde se extraiu o maior número de árvores.ha<sup>-1</sup> foi o que provocou maior perda em termos de

área basal e volume devido aos danos ocasionados durante a exploração.

Para todos os tratamentos, de forma geral, o maior impacto em termos de danos devido à exploração (cerca de 60%) foi observado entre as árvores pequenas (10cm DAP $\geq$  20cm). O número médio de árvores comerciais impactadas foi 7,2 indivíduos por hectare (17%) no tratamento T1; 5,1.ha<sup>-1</sup> (16%) no T2; 3,6.ha<sup>-1</sup> (9,0%) no T3 e 15,3.ha<sup>-1</sup> (23%) no T4. Assim como na comunidade de maneira geral, mais de 50% das perdas entre as espécies comerciais ocorreu entre as árvores pequenas, com DAP< 20cm (Figura 3).

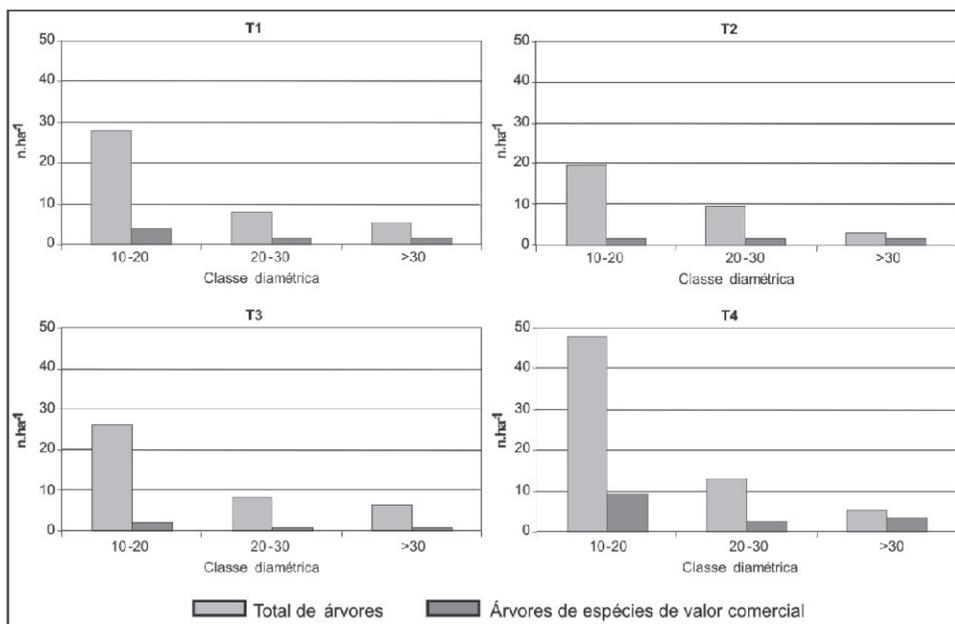


Figura 3 - Distribuição do número de árvores afetadas severamente pela exploração de madeira, por classe diamétrica, em cada tratamento. Floresta Nacional do Tapajós ( Km 114 da BR 163)

### 3.2 DESBASTES SISTEMÁTICOS

Pode-se observar na Tabela 4, que a quantidade de árvores mortas, em relação ao número de árvores aneladas, variou consideravelmente entre os tratamentos, mesmo após nove anos de sua aplicação, sendo as parcelas do T4 as que apresentaram a maior efetividade, com a mortalidade de, aproximadamente, 84% das árvores que foram aneladas.

A baixa taxa de mortalidade observada no T2 se deve, em parte, às características morfológicas e dendrológicas da espécie *Geissospermum sericeum* (quinarana) e do grupo das sapotaceas (abius). A quinarana e os abius responderam por 55% do total de árvores aneladas e apresentaram mortalidade de apenas 18%. *Geissospermum sericeum*, da família Apocynaceae, possui o fuste bastante sulcado, o que dificultou a execução do anelamento e a aplicação do arboricida. As sapotaceas apresentam exsudação de látex, o que as torna relativamente resistentes a ação do arboricida.

A resistência ao anelamento e ao arboricida demonstrados por árvores com fustes sulcados ou canelados e com exsudação tem sido observada por diversos autores. Pitt (1969) afirma que árvores de espécies com fustes sulcados somente são susceptíveis ao anelamento quando são pequenas (DAP em torno de 10cm) e que espécies que exsudam látex ou resina têm grande resistência a ação do arboricida. Jardim, Santos e Coic (1990) também concluíram que o anelamento profundo com

aplicação de óleo diesel tem efeito muito pequeno em árvores com essas características. Sandel e Carvalho (2000), estudando diferentes métodos de anelamento na Floresta Nacional do Tapajós, em área adjacente a esta pesquisa, no Km 69 da Rodovia Santarém-Cuiabá, concluíram que as espécies *Pouteria heterosepala* e *Hevea guianensis*, pelo seu alto teor de látex, apresentaram-se resistentes ao anelamento com baixas taxas de mortalidade, avaliadas cinco anos após a aplicação do arboricida.

Os resultados da efetividade do desbaste, por espécie tratada, considerando todos os tratamentos, podem ser vistos na Tabela 5. As espécies com maior número de indivíduos anelados foram *Inga* sp. (ingá), *Pouteria* sp. (abiu), *Rinorea guianensis* (acariquarana) e *Cecropia sciadophylla* (embaúba). Estas quatro espécies corresponderam a, aproximadamente, 45% do número total de árvores aneladas.

De modo geral, os gêneros *Inga*, *Miconia*, *Brosimum*, *Cecropia* e *Pouroma*, que apresentam espécies pioneiras de madeira branca e rápido crescimento, foram mais susceptíveis, enquanto que espécies com reentrâncias no fuste como *Aspidosperma rigidum* (carapanauba), *Geissospermum senceum* (quinarana) e *Chimarrhis turbinata* (pau-de-remo); que exsudam látex ou resina como *Terminalia amazonica* (cuiarana), *Lacmellia sculenta* (pau-de-colher) e as do gênero *Pouteria* (abius); e algumas Annonaceae, chamadas

enviras, que possuem a casca com fibras longas que facilitam a cicatrização do anel como *Guatteria ovalifolia* (envira-cana) e *Xylopia benthamiana* (envira amarela) apresentaram maior resistência, com taxas abaixo de 40% de mortalidade (Tabela 5).

Outro fator que pode ter reduzido a eficiência do desbaste, considerando todas as áreas, foi a utilização do anelamento com entalhes que é menos eficiente do que o anelamento completo. Segundo Sandel e Carvalho (2000), o anelamento completo, apesar de demandar mais tempo e, conseqüentemente, aumentar os custos, é mais indicada para tratamentos silviculturais, porque, além de dificultar a recuperação da incisão pela regeneração da casca, também mostra uma taxa de mortalidade maior que o anelamento com entalhes.

De maneira geral, o anelamento com a aplicação do arboricida mostrou maior efeito nas árvores com diâmetro inferior a 40cm, que apresentaram sobrevivência em torno de 14% a 29%. Nas classes diamétricas superiores, apesar do número de árvores aneladas por hectare ter sido bem menor, a taxa média de sobrevivência foi em torno de 44%, com um máximo de 73% na classe de 50-60cm de DAP, mesmo após nove anos da aplicação (Figura 4).

Esses resultados são comparáveis aos encontrados por Jardim; Santos e Coic (1990), que, estudando diferentes intensidades de anelamento em uma floresta tropical próxima a Manaus (AM), observaram que a percentagem de árvores vivas, dois anos após a aplicação do tratamento, estava entre 28% e 33% nas classes acima de 70cm de diâmetro e entre 6% e 17% nas classes inferiores. Costa; Silva e Silva (2001), avaliando a efetividade de desbastes aplicados na região do Tapajós (PA) e Jarí (AP), verificaram que a sobrevivência nas classes acima de 45cm de diâmetro ficou entre 40% e 60%, enquanto que, entre as árvores menores, esses valores foram de 5% a 30%. Os dados obtidos nesta pesquisa concordam também com Dubois (1971), quando afirma que o anelamento perde eficácia com o aumento do diâmetro das árvores.

Pode-se observar também na Tabela 3 que a redução da área basal, somando-se o efeito da exploração e dos tratamentos silviculturais, ficou abaixo do esperado, sendo parcialmente alcançada no tratamento T2 (19,4%) quando o planejado foi 20%, no tratamento T3 que deveria ser de 40%, foi obtida uma redução de 31,5% e no tratamento T4 a redução foi de, aproximadamente, 50%, quando o esperado era de 60% da área basal.

Tabela 4-Listagem das espécies extraídas durante a exploração de madeira, na área de cada tratamento, na Floresta Nacional do Tapajós (Km 144 da BR 1630)

Nome científico	Nome Vulgar	T1		T2		T3		T4	
		n.ha <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>						
<i>Carapa guianensis</i>	Andiroba	4,8	1,3	2,3	0,6	1,0	0,2	2,0	0,6
<i>Manilkara huberi</i>	Maçaranduba	2,0	0,7	1,1	0,2	2,3	1,0	2,0	1,0
<i>Holopyxidium jarana</i>	Jarana	2,4	0,57	2,9	1,1	1,0	0,5	1,3	0,4
<i>Hymenaea courbaril</i>	Jutai-acu	0,8	0,56	0,6	0,1	0,3	0,2	-	-
<i>Didymopanax morototoni</i>	Morototo	0,4	0,16	0,6	0,2	-	-	0,7	0,2
<i>Bertholletia excelsa</i>	Castanha-do-pará	0,4	0,22	1,2	1,6	-	-	1,3	0,8
<i>Vatairea sericea</i>	Fava-amargosa	0,4	0,1	0,6	0,3	-	-	-	-
<i>Tabebuia serratifolia</i>	Pau-d'arco-amarelo	-	-	0,6	0,2	0,3	0,1	-	-
<i>Goupia glabra</i>	Cupiuba	-	-	-	-	1,0	0,5	2,0	1,1
<i>Cordia bicolor</i>	Freijó-branco	-	-	-	-	0,3	0,1	0,7	0,2
<i>Trattinickia rhoifolia</i>	Breu-sucuruba	0,4	0,16	-	-	-	-	-	-
<i>Caryocar glabrum</i>	Piquiarana	0,4	0,28	-	-	-	-	-	-
<i>Bagassa guianensis</i>	Tatajuba	0,8	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Pouteria bilocularis</i>	Abiu-casca-grossa	0,4	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Astronium gracile</i>	Aroeira	-	-	0,6	0,4	-	-	-	-
<i>Caryocar villosum</i>	Piquia	-	-	0,6	0,3	-	-	-	-
<i>Swartzia stipulifera</i>	Gombeira	-	-	0,6	0,2	-	-	-	-
<i>Ocotea rubra</i>	Louro-vermelho	-	-	-	-	0,3	0,1	-	-
<i>Hymenaea parvifolia</i>	Jutai-mirim	-	-	-	-	0,3	0,1	-	-
<i>Jacaranda copaia</i>	Parapará	-	-	-	-	0,3	0,1	-	-
<i>Simaruba amara</i>	Marupá	-	-	-	-	0,3	0,2	-	-
<i>Licaria canella</i>	Louro-preto	-	-	-	-	-	-	0,7	0,2
<i>Hymenolobium excelsum</i>	Angelim-da-mata	-	-	-	-	-	-	0,7	0,4

Estimativa baseada na análise das parcelas permanentes medidas antes e após a exploração

Tabela 5-Efetividade da anelagem com envenenamento, por espécie, aplicado na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Família	Espécies aneladas	Nome Vulgar	continua .....		
			Nº áarv. tot.	Nº mort.	%
LEGUMINOSAE	<i>Inga</i> sp.	Ingá	106	105	99,1
SAPOTACEAE	<i>Pouteria</i> sp.	Abiu	103	82	79,6
VIOLACEAE	<i>Rinorea guianensis</i>	Acariquarana	98	82	83,7
MORACEAE	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Embaúba	96	96	100
NYCTAGINACEAE	<i>Neea</i> sp.	João-mole	41	16	39,0
APOCYNACEAE	<i>Geissospermum senceum</i>	Quinarana	37	6	16,2
MORACEAE	<i>Cecropia leucoma</i>	Embaúba-branca	36	32	88,9
LECYTHIDACEAE	<i>Eschweilera blanchetiana</i>	Matamatá-preto	25	22	88,0
LECYTHIDACEAE	<i>Eschweilera odora</i>	Matamatá-branco	21	16	76,2
ANNONACEAE	<i>Guatteria poeppigiana</i>	Envira-preta	15	12	80
CARICACEAE	<i>Jacaratia spinosa</i>	Mamui	14	14	100
VIOLACEAE	<i>Rinorea flavescens</i>	Canela-de-jacamim	13	10	76,9
VERBENACEAE	<i>Aegiphilla</i> sp.	Tamanqueiro	11	10	90,9
MORACEAE	<i>Sahagunia racemifera</i>	Janita	10	6	60
MORACEAE	<i>Perebea mollis</i>	Pama	8	8	100
LEGUMINOSAE	<i>Sclerobium chrysophyllum</i>	Taxi-vermelho	8	8	100
ANNONACEAE	<i>Duguetia echinophora</i>	Envira-surucucu	8	7	87,5
LECYTHIDACEAE	<i>Eschweilera amara</i>	Matamatá-vermelho	8	7	87,5
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma rigidum</i>	Carapanaua	8	1	12,5
BIXACEAE	<i>Bixa arborea</i>	Urubu-da-mata	7	7	100
CLUSIACEAE	<i>Caraipa</i> sp.	Tamaquaré	7	6	85,7
ELAEOCARPACEAE	<i>Sloanea froesii</i>	Urucurana	7	5	71,4
EUPHORBIACEAE	<i>Sagotia racemosa</i>	Arataciú	7	4	57,1
MELIACEAE	<i>Guarea kunthiana</i>	Andirobarana	6	6	100
CHRYSOBALANACEAE	<i>Licania</i> sp.	Caraipé	6	6	100
MYRISTICACEAE	<i>Virola melinonii</i>	Ucuuba-da-terra-firme	6	6	100
MORACEAE	<i>Maquira sclerophylla</i>	Muiratinga-folha-lisa	6	5	83,3
MYRTACEAE	<i>Myrcia</i> cf. <i>m paivae</i>	Goiabarana	6	5	83,3
MORACEAE	<i>Perebea guianensis</i>	Muiratinga	6	5	83,3
RUBIACEAE	<i>Chimarrhis turbinata</i>	Pau-de-remo	6	2	33,3
BOMBACACEAE	<i>Quararibea guianensis</i>	Inajarana	5	5	100
HUMIRIACEAE	<i>Saccoglottis</i> sp.	Achuá	5	5	100
STERCULIACEAE	<i>Theobroma speciosum</i>	Cacau-da-mata	5	5	100
EBENACEAE	<i>Diospyros</i> sp.	Caqui	5	3	60
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia favitensis</i>	Caneleira	5	2	40
THEOPHRASTACEAE	<i>Clavija lancifolia</i>	Marapuama	4	4	100
LEGUMINOSAE	<i>Enterolobium maximum</i>	Fava-bolacha	4	4	100
LECYTHIDACEAE	<i>Eschweilera amazonica</i>	Matamatá-cí	4	4	100
MELIACEAE	<i>Guarea</i> sp.	Jataúba	4	4	100
LEGUMINOSAE	<i>Inga heterophylla</i>	Inga-xixi-vermelho	4	4	100
BURSERACEAE	<i>Protium apiculatum</i>	Breu	4	4	100
MYRISTICACEAE	<i>Iryanthera juruensis</i>	Ucubarana	4	3	75,0
QUIINACEAE	<i>Lacunaria jenmani</i>	Papo-de-mutum	4	3	75,0

Tabela 5-Efetividade da anelagem com envenenamento, por espécie, aplicado na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Família	Espécies aneladas	Nome Vulgar	Nº árv.tot.	conclusão	
				Nº mort.	%
LEGUMINOSAE	<i>Ormosia</i> sp.	Tento	4	3	75,0
RUBIACEAE	<i>Duroia sprucei</i>	Purui	3	3	100
FLACOURTIACEAE	<i>Lindackeria paraensis</i>	Farinha-seca	3	3	100
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia</i> sp.	Papaterra	3	3	100
MORACEAE	<i>Porouma longipendula</i>	Embaubarana	3	3	100
LEGUMINOSAE	<i>Swartzia acuminata</i>	Pitaíca	3	3	100
TILIACEAE	<i>Apeiba albiflora</i>	Pente-de-macaco	3	2	66,7
MORACEAE	<i>Brosimum guianensis</i>	Amapa-amargoso	3	2	66,7
RUBIACEAE	<i>Duroia macrophylla</i>	Cabeça-de-urubu	3	2	66,7
VERBENACEAE	<i>Vitex triflora</i>	Taruma	3	2	66,7
MYRTACEAE	<i>Eugenia lambertiana</i>	Goiaba	3	1	33,3
MORACEAE	<i>Lacmellia sculenta</i>	Pau-de-colher	3	0	0
RUBIACEAE	<i>Coussarea paniculata</i>	Caferana	2	2	100
SAPOTACEAE	<i>Micropholis venulosa</i>	Rosadinho	2	2	100
NI	Ni ni	ni	2	2	100
VIOLACEAE	<i>Paypayrola grandiflora</i>	Paparola	2	2	100
LEGUMINOSAE	<i>Pterocarpus amazonicus</i>	Mututi	2	2	100
STERCULIACEAE	<i>Sterculia pilosa</i>	Axixa	2	2	100
LEGUMINOSAE	<i>Piptadenia suaveolens</i>	faveira-folha-fina	2	1	50
LEGUMINOSAE	<i>Stryphnodendron barbatim</i>	Barbatimao	2	1	50
SAPINDACEAE	<i>Talisia longifolia</i>	Pitomba	2	1	50
MELIACEAE	<i>Trichilia lecointei</i>	Pracuuba-da-terra-firme	2	1	50
COMBRETACEAE	<i>Terminalia amazonica</i>	Cuiarana	2	0	0
MORACEAE	<i>Brosimum lactescens</i>	Amapai	1	1	100
MORACEAE	<i>Brosimum obovata</i>	Murure	1	1	100
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima crispera</i>	Muruci-da-mata	1	1	100
MORACEAE	<i>Clarisia racemosa</i>	Guariuba	1	1	100
MYRTACEAE	<i>Eugenia</i> sp.	Goiabinha	1	1	100
ANNONACEAE	<i>Guatteria</i> sp.	Envira	1	1	100
CHRYSOBALANACEAE	<i>Licania heteromorpha</i>	Macucu	1	1	100
TILIACEAE	<i>Luehea speciosa</i>	Acoita-cavalo	1	1	100
APOCYNACEAE	<i>Malouetia</i> sp.	Cúmai	1	1	100
CELASTRACEAE	<i>Maytenus pruinosa</i>	Chichua	1	1	100
LAURACEAE	<i>Mezilaurus lindaviana</i>	Itauba-abacate	1	1	100
LAURACEAE	<i>Ocotea</i> sp.	Louro	1	1	100
MONIMIACEAE	<i>Siparuna decipiens</i>	Capitú	1	1	100
LEGUMINOSAE	<i>Swartzia brachyrachis</i>	Paraputaca	1	1	100
MYRISTICACEAE	<i>Virola cuspidata</i>	Ucuuba-vermelha	1	1	100
MYRISTICACEAE	<i>Virola divergens</i>	Ucuuba-folha-peluda	1	1	100
ANNONACEAE	<i>Guatteria ovalifolia</i>	Envira-cana	1	0	0
MELASTOMATACEAE	<i>Mouriria plasschaerti</i>	Muirauga	1	0	0
MYRTACEAE	<i>Myrcia</i> sp.	Murta	1	0	0
EUPHORBIACEAE	<i>Phyllanthus nobilis</i>	Aquiqui	1	0	0
SAPOTACEAE	<i>Pouteria bilocularis</i>	Abiu-casca-grossa	1	0	0
ANNONACEAE	<i>Xylopia benthamiana</i>	Envira-amarela	1	0	0
	----	---	<b>874</b>	<b>706</b>	<b>80,8</b>

NI: não identificado

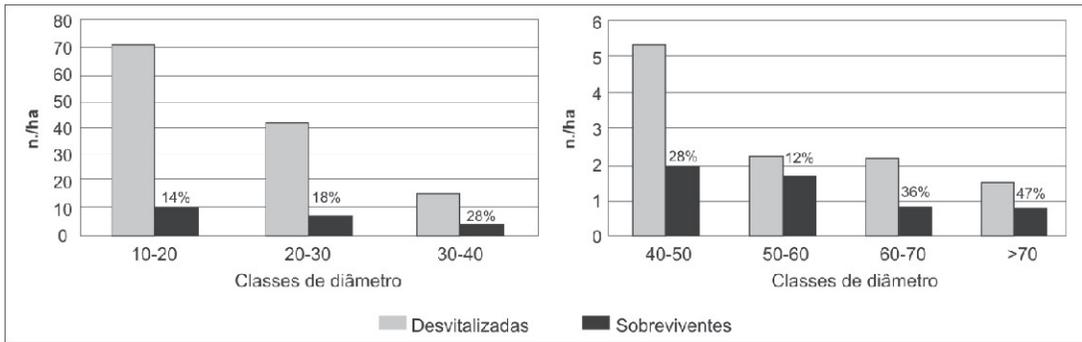


Figura 4 - Número de árvores desvitalizadas e sobreviventes, por classe diamétrica. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163).

#### 4 CONCLUSÃO

a) houve grande variação na quantidade de madeira extraída nas parcelas dos tratamentos, mesmo considerando uma única lista de espécies a extrair e o mesmo diâmetro mínimo de corte. Isso era esperado devido à heterogeneidade natural existente entre as parcelas, uma vez que somente 13% das espécies exploradas eram comuns a todos os tratamentos;

b) a redução da área basal, obtida com a exploração e os desbastes, foi inferior ao planejado em todos os tratamentos. Isso pode levar a uma diminuição dos efeitos esperados no ingresso e crescimento das espécies de valor comercial reservadas para a futura colheita;

c) recomenda-se que outros desbastes, baseados no mesmo método e realizados em áreas com a presença de espécies com essas características dendrológicas (fuste com reentrâncias e exudação de látex ou resina),

sejam executados com uma intensidade de, aproximadamente, 10% acima do planejado, para que sejam atingidos níveis satisfatórios de redução da área basal. Outra alternativa é utilizar a técnica do anelamento completo, que poderá apresentar maior eficiência que o anelamento com entalhes.

#### REFERÊNCIAS

BARRETO, P.; AMARAL, P.; VIDAL, E.; UHL, C. Costs and benefits of forest management for timber production in Eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, v.108, p.9-26, 1998.

CARVALHO, J. O. P. de; SILVA, J. N. M.; LOPES, J. do C.A.; COSTA, H. B. da. *Manejo de florestas naturais do trópico úmido com referência especial à Floresta Nacional do Tapajós no Estado do Pará*. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1984. 14p. (Documento, 26)

- COSTA, D.H.M.; SILVA, S.M.A. da; SILVA, J.N.M. Efetividade e custo do desbaste com aplicação de arboricida em floresta natural na região do Tapajós, Pará e Jarí, Amapá. In: SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. de; YARED, J.A.G. *A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: DFID, 2001. p. 277-290.
- DUBOIS, J.L.C. *Silvicultural research in the Amazon*. Rome: FAO, 1971. 53p. (Technical Report, 3).
- \_\_\_\_\_. *Tratamentos silvicultuais*. Belém: (s.n.), 1978. 22p.
- FREDERICKSEN, T.S. Limitations of low-intensity selective logging fo sustainable tropical forestry. *Comm. For. Rev.*, v.77, p. 262-266, 1998.
- FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ. *Relação entre solos e a vegetação natural em área da Floresta Nacional do Tapajós*. Curitiba, 1986.
- HOLMES, T. P.; BLATE, G. M.; ZWEEDE, J. C.; PEREIRA-JUNIOR, R.; BARRETO, P.; BOLTZ, F. *Custos e benefícios financeiros da exploração de impacto reduzido em comparação à exploração florestal convencional na Amazônia oriental*. Belém: Fundação Floresta Tropical, 2002. 69p.
- JARDIM, F.C. da S. *Comportamento da regeneração natural de espécies arbóreas em diferentes intensidades de desbaste por anelamento, na região de Manaus-AM*. 1995. 169p. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), 1995.
- JARDIM, F.C. da S.; SANTOS, J.; COIC, A. Efeitos do anelamento de espécies indesejáveis sobre a regeneração natural de espécies comerciais. In: ATELIER SUR L'AMÉNAGEMENT ET LA CONSERVATION DE L'ECOSYSTÈME FOESTIER TROPICAL HUMIDE, 1990, Cayenne, 1990. *Anais...* Cayenne: Actes Cayenne, 1990.
- JOHNS, J. S.; BARRETO, P.; UHL, C. *Os danos da exploração de madeira com e sem planejamento na Amazônia Oriental*. Belém: IMAZON, 1998. 40p. (Série Amazônia, n.16).
- LAMPRECHT, H. *Silvicultura em los trópicos*. Rossdorf: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 1990. 335p.
- PARIONA, W.; FREDERICKSEN, T.; LICONA, J. C. *Comparación de tres tratamientos para el mejoramiento de rodales en dos tipos de bosque bolivianos*. La Paz: Proyecto BOLFOR, 2001.16p. (Documento Técnico 102).
- PINARD, M. A.; PUTZ, F. E. Retaining forest biomass by reducing logging damage. *Biotropica*, v. 28, p. 278-295, 1996.
- PITT, J. *Relatório ao governo do Brasil sobre aplicação de métodos silviculturais a algumas florestas da Amazônia*. Belém: SUDAM, 1969. p.151-153.
- SANDEL, M. P.; CARVALHO, J. O. P. de. Anelagem de árvores como tratamento silvicultural em florestas naturais da Amazônia Brasileira. *Revista de Ciências Agrárias*, n.33, p. 9-32, jan./jun. 2000.

SILVA, E. J. V. *Dinâmica de florestas manejadas e sob exploração convencional na Amazônia oriental*. 2004. 148p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

SILVA, J.N.M. *The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging*. 1989. 302 p. Tese (Doutorado)- University of Oxford, Oxford, 1989.

\_\_\_\_\_; LOPES, J. do C.A. *Inventário florestal contínuo em florestas tropicais: a metodologia utilizada pela EMBRAPA-CPATU na Amazônia brasileira*. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1984. 36 p. (Documentos, 33).

SILVA, S.M.A. da; SILVA, J.N.M.; BAIMA, A.M.V.; LOBATO, N.M.; THOMPSON, I.S.; COSTA-FILHO, P.P. Impacto da exploração madeireira em floresta de terra firme no Município de Moju, Estado do Pará. In: SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. de; YARED, J.A.G. *A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: DFID, 2001. p. 309-323.

SIST, P.; ABDURACHMAN. Liberation thinnings in logged-over forests. In: BERTAULT, J.G.; KADIR, K. (Ed.). *Silvicultural research in a lowland mixed dipterocarp forest of East Kalimantan: the contribution of STREK project*. Montpellier: CIRAD-Forêt, 1998. cap. 9, p. 171-180.

VELOSO H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. *Classificação da vegetação brasileira a um sistema universal*. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991. 123p.

VERÍSSIMO, A.; UHL, C.; MATTOS, M.; BRANDINO, Z.; VIEIRA, I. Impactos sociais, econômicos e ecológicos da exploração seletiva de madeira numa região de fronteira na Amazônia Oriental: o caso de Tailândia. In: BARROS, A.C.; VERÍSSIMO, A. (Ed.). *A expansão da atividade madeireira na Amazônia: impactos e perspectivas para o desenvolvimento do setor florestal na Pará*. Belém: IMAZON, 1996. p.8-44.