

**EFEITO DA EXPLORAÇÃO DA MADEIRA E DE
DIFERENTES INTENSIDADES DE DESBASTES SOBRE A
DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DE UMA ÁREA DE 136ha NA
FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS**

LIA CUNHA DE OLIVEIRA

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de Doutor em
Recursos Florestais, com opção em Silvicultura e
Manejo.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro – 2005

**EFEITO DA EXPLORAÇÃO DA MADEIRA E DE
DIFERENTES INTENSIDADES DE DESBASTES SOBRE A
DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DE UMA ÁREA DE 136ha NA
FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS**

LIA CUNHA DE OLIVEIRA

Engenheiro Florestal

Orientador: Prof. Dr. **HILTON THADEU ZARATE DO COUTO**

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de Doutor em
Recursos Florestais, com opção em Silvicultura e
Manejo.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro – 2005

Dedico
aos que cercam minha vida de amor e carinho:
Ao meu esposo Marcelo Melo
Ao meu filho Daniel
Aos meus pais Lúcio Oliveira e Ocirema

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Hilton Thadeu Zarate do Couto pela orientação deste trabalho e pelo apoio e auxílio nas análises de dados;
- À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Recursos Florestais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pela oportunidade concedida;
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos durante o período do curso;
- A Embrapa Amazônia Oriental, através do projeto “Determinação de intensidades de exploração e avaliação de alternativas silviculturais para o manejo de florestas naturais da Amazônia”, pelo apoio logístico e financeiro e por ceder o banco de dados;
- A International Tropical Timber Organization – ITTO, através do projeto PD 57/99 “Sustainable Management of Production Forests at the Commercial Scale in the Brazilian Amazon” pelo suporte logístico e financeiro;
- A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio financeiro durante as coletas de dados;
- A Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) pelo apoio financeiro e institucional;
- Aos Pesquisadores José Natalino Macedo Silva, João Olegário P. de Carvalho e Paulo Contente de Barros pelas revisões no texto e comentários relevantes;
- Ao Eng. Florestal MsC. Marcelo Santos Melo pelas contribuições técnicas no texto e pelo auxílio na confecção das ilustrações do trabalho;
- Aos identificadores botânicos Erly e Nilson pelo precioso auxílio na identificação de material botânico em campo; e aos estagiários Breno, Sergio e Gustavo pela ajuda durante a coleta de dados no Tapajós;
- A todos os amigos de Piracicaba, que com seu apoio e amizade ajudaram a abrandar os momentos de solidão e saudade da família e do Pará.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ix
SUMMARY.....	xi
1 INTRODUÇÃO	1
1.2 Objetivo geral.....	5
1.3 Objetivos específicos.....	6
1.4 Material e métodos.....	6
1.4.1 Características gerais da área.....	6
1.4.2 Histórico da área estudada.....	8
1.4.3 Monitoramento da floresta.....	12
a) Numeração das árvores.....	13
b) Classe de identificação do fuste – CIF.....	14
c) Identificação botânica.....	15
d) Classificação de espécies.....	16
e) Medição do diâmetro.....	17
1.4.4 Análise dos dados.....	18
2 EXPLORAÇÃO FLORESTAL E EFICIÊNCIA DOS TRATAMENTOS SILVICULTURAIS REALIZADOS EM UMA ÁREA DE 136ha NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, BELTERRA – PARÁ	20
Resumo.....	20
Summary.....	20
2.1 Introdução.....	21
2.2 Material e métodos.....	23
2.3 Resultados e discussão.....	26
2.3.1 Exploração florestal.....	26
2.3.1.1 Danos causados a vegetação remanescente.....	28
2.3.2 Desbastes sistemáticos.....	30
2.4 Conclusão.....	33

3 EFEITO DA EXPLORAÇÃO DE MADEIRA E TRATAMENTOS SILVICULTURAIS NA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES EM UMA ÁREA DE 136ha NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, BELTERRA-PARÁ	35
Resumo.....	35
Summary.....	36
3.1 Introdução.....	36
3.2 Material e métodos.....	38
3.3 Resultados.....	40
3.3.1 Comparação da riqueza e diversidade florística entre os tratamentos aplicados.....	40
3.3.1.1 Tratamento T1: Exploração de espécies comerciais madeiras com DAP $\geq 45\text{cm}$ (2,5ha).....	45
3.3.1.2 Tratamento T2: Exploração de espécies comerciais madeiras com DAP $\geq 55\text{cm}$ + desbaste de espécies não comerciais totalizando 20% de redução da área basal original (1,75ha).....	47
3.3.1.3 Tratamento T3: Exploração de espécies comerciais madeiras com DAP $\geq 55\text{cm}$ + desbaste de espécies não comerciais totalizando 40% de redução da área basal original (3,0ha).....	50
3.3.1.4 Tratamento T4: Exploração de espécies comerciais madeiras com DAP $\geq 55\text{cm}$ + desbaste de espécies não comerciais totalizando 60% de redução da área basal original (1,5ha).....	53
3.3.1.5 Tratamento T0: Testemunha, área sem intervenção (1,5ha).....	56
3.4 Discussão.....	57
3.5 Conclusão.....	59
4 EFEITO DA EXPLORAÇÃO DE MADEIRA E TRATAMENTOS SILVICULTURAIS SOBRE A ESTRUTURA HORIZONTAL DE UMA ÁREA DE 136ha NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, BELTERRA-PARÁ.	61
Resumo.....	61
Summary.....	62
4.1 Introdução.....	63
4.2 Material e métodos.....	65
4.3 Resultados.....	66

4.3.1 Número de árvores/ha.....	66
4.3.1.1 Tratamento T1: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP ≥ 45cm (2,5ha).....	70
4.3.1.2 Tratamento T2: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP ≥ 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando 20% de redução da área basal original (1,75ha).....	72
4.3.1.3 Tratamento T3: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP ≥ 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando 40% de redução da área basal original (3,0ha).....	74
4.3.1.4 Tratamento T4: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP ≥ 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando 60% de redução da área basal original (1,5ha).....	76
4.3.1.5 Tratamento T0: Testemunha, área sem intervenção (1,5ha).....	79
4.3.2 Área basal.....	80
4.3.2.1 Tratamento T1: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP ≥ 45cm (2,5ha).....	83
4.3.2.2 Tratamento T2: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP ≥ 55cm + desbastes de espécies não comerciais totalizando 20% de redução da área basal original (1,75ha).....	86
4.3.2.3 Tratamento T3: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP ≥ 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando 40% de redução da área basal original (3,0ha).....	89
4.3.2.4 Tratamento T4: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP ≥ 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando 60% de redução da área basal original (1,5ha).....	91
4.3.2.5 Tratamento T0: Testemunha, área sem intervenção (1,5ha).....	94
4.3.3 Volume.....	96
4.4 Discussão.....	98
4.5 Conclusão.....	103
5 FEITO DA EXPLORAÇÃO DE MADEIRA E TRATAMENTOS SILVICULTURAIS SOBRE A DINÂMICA DA VAGETAÇÃO DE UMA ÁREA DE 136 ha NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, BELTERRA-PARÁ.....	105
Resumo.....	105
Summary.....	106

5.1 Introdução.....	107
5.2 Material e métodos.....	109
5.3 Resultados.....	111
5.3.1 Ingressos.....	111
5.3.2 Mortalidade.....	117
5.3.3 Balanço dinâmico.....	122
5.3.4 Crescimento em diâmetro.....	123
5.3.5. Incremento em área basal.....	129
5.3.6. Incremento em volume.....	131
5.4 Discussão.....	134
5.4.1 Ingressos.....	134
5.4.2 Mortalidade.....	135
5.4.3 Balanço entre ingresso e mortalidade.....	138
5.4.4 Crescimentos em diâmetro.....	139
5.4.5 Crescimento em área basal e volume.....	141
5.5 Conclusão.....	143
6 CONCLUSÕES GERAIS.....	145
ANEXOS.....	147
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	174

**EFEITO DA EXPLORAÇÃO DA MADEIRA E DE DIFERENTES
INTENSIDADES DE DESBASTES SOBRE A DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DE
UMA ÁREA DE 136ha NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS**

Autor: LIA CUNHA DE OLIVEIRA

Orientador: Prof. Dr. HILTON THADEU Z. DO COUTO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar o efeito de quatro intensidades de redução da área basal, representadas pela exploração e desbastes sistemáticos, na composição florística, diversidade, estrutura e dinâmica do extrato arbóreo, durante um período de 22 anos. O experimento se localiza na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará, a altura do km 114 da Rodovia Santarém-Cuiabá. O delineamento estatístico utilizado foi Blocos ao Acaso com 4 repetições onde foram testados os seguintes tratamentos: T0: controle, representado pela floresta não explorada; T1: Abate de árvores comerciais com DAP ≥ 45 cm, sem nenhuma intervenção posterior; T2: Abate de árvores comerciais DAP ≥ 55 cm + desbaste de espécies não comerciais para reduzir a área basal em 20% da original; T3: Abate de árvores comerciais DAP ≥ 55 cm + desbaste de espécies não comerciais para reduzir a área basal em 40% da original; T4: Abate de árvores comerciais DAP ≥ 55 cm + desbaste de espécies não comerciais para reduzir a área basal em 60% da original. Cada bloco possui uma área de 36ha, sendo 9ha por tratamento. Em cada tratamento foram instaladas ao acaso 12 parcelas permanentes (PP) de 0,25ha, onde foram medidas todas árvores com diâmetro $\geq 5,0$ cm. A exploração de madeira foi realizada em 1982 e os desbastes foram iniciados em 1993 e concluídos,

em 1994 com a finalidade de reduzir a área basal do povoamento e, com isso, propiciar a maior penetração de luz, favorecendo o desenvolvimento e estabelecimento das espécies comerciais. As medições das PP na área explorada foram realizadas 1 ano antes da exploração (1981), e após a exploração nos anos de 1983, 1987, 1989, 1995 e 2003. Para a área testemunha foram realizadas 5 medições: 1983, 1987, 1989, 1995 e 2003. Os resultados mostraram que, 21 anos depois da exploração e nove após os desbastes, todos os tratamentos, exceto o testemunha, apresentaram aumento no número de espécies, o que indica o efeito positivo das intervenções. Cinco anos após a exploração, todos os tratamentos apresentaram número de árvores superior ao encontrado antes da intervenção, inclusive considerando somente as espécies de valor comercial. Porém, a área basal e o volume apresentaram recuperação mais lenta, ocorrendo de forma mais efetiva nas primeiras classes de diâmetro (5-45cm). Nas classes acima de 45cm, que foram as mais afetadas pela extração de madeira, a área basal, 21 anos após a exploração, ainda está, em média, 30% abaixo do valor original. As intervenções também alteraram a dinâmica da floresta, elevando as taxas de mortalidade, estimulando o aumento no número de ingressos e a aceleração nas taxas crescimento das árvores remanescentes. O tratamento T3 foi considerado o mais adequado porque induziu ao maior aumento na riqueza florística e favoreceu várias espécies de valor comercial madeireiro que aumentaram sua participação na abundância e área basal no povoamento. Esse tratamento também mostrou a maior taxa de recuperação da área basal comercial (aproximadamente 90%), e as maiores taxas de incremento em AB e volume, no período após a aplicação do desbaste.

**EFEITO DA EXPLORAÇÃO DA MADEIRA E DE DIFERENTES
INTENSIDADES DE DESBASTES SOBRE A DINÂMICA DA VEGETAÇÃO DE
UMA ÁREA DE 136ha NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS**

Author: LIA CUNHA DE OLIVEIRA

Adviser: Prof. Dr. HILTON THADEU Z. DO COUTO

SUMMARY

The objective of this work was to analyze the effect of four intensities of basal area reduction, represented by systematic logging and liberation thinning, on the floristic composition, diversity, structure and dynamics of arboreal extract, over a period of 22 years. The experiment is located in the Tapajós National Forest, municipality of Belterra, Pará, at km 114 of the Santarém-Cuiabá Highway. The statistical delineation employed was Random Blocks with 4 repetitions, in which the following treatments were tested: T0: control, represented by unlogged forest; T1: Felling of commercial trees with DBH ≥ 45 cm, with no posterior intervention; T2: Felling of commercial trees DBH ≥ 55 cm + thinning of non-commercial species to reduce the original basal area by 20%; T3: Felling of commercial trees DBH ≥ 55 cm + thinning of non-commercial species to reduce the original basal area by 40%; T4: Felling of commercial trees DBH ≥ 55 cm + thinning of non-commercial species to reduce the original basal area by 60%. Each block measured 36ha, with 9ha for each treatment. In each treatment 12 0,25ha permanent parcels (PP) were randomly installed, in which all trees with diameter $\geq 5,0$ cm were measured. Logging was carried out in 1982 and the thinning treatments were begun in 1993 and concluded in 1994, with the purpose of reducing the basal area of the.

population and, so provide greater light penetration, favoring the development and establishment of commercial species. The measurements of PP in the harvested area were carried out 1 year before logging (1981), and after logging in the years 1983, 1987, 1989, 1995 and 2003. For the unlogged area 5 measurements were done: 1983, 1987, 1989, 1995 and 2003. The results showed that, 21 years after logging nine after the thinnings, all of the treatments, except the witness, showed an increase in the number of species, which indicates the positive effect of the interventions. Five years after logging, all the treatments showed a greater number of trees than what was found before the intervention, including a count only of species with commercial value. However, the basal area and volume showed a lower recovery, occurring most effectively in the first diameter classes (5-45cm). In the classes above 45cm, which were the ones most affected by timber harvesting, the basal area, 21 years after logging, is still on average 30% below the original value. The interventions also alter forest dynamics, increasing mortality rates, stimulating an increase in the number of ingresses and acceleration in growth of remaining trees. Treatment T3 was considered the most adequate one, because it induced a greater increase in floristic diversity and favored several species with commercially valuable timber, which increased their participation in terms of abundance and basal area in the population. This treatment also showed the highest recovery rate for the commercial basal area (approximately 90%), and the greatest increments in AB and volume, in the period after application of the thinnings.

1 INTRODUÇÃO

As florestas tropicais estão localizadas entre as latitudes 10°N e 10°S e representam aproximadamente 25% da superfície total de florestas do mundo, estando presentes em cerca de 70 países, sendo 23 nas Américas, 16 na Ásia e 31 na África (Ofosu-Asiedu, 1997). Estima-se que possuam cerca de 50% da biodiversidade do planeta, numa área que cobre apenas 7% das áreas continentais (Salati et al., 1998).

A América do Sul tem cerca de 885 milhões de hectares de florestas que correspondem a 54% das florestas tropicais úmidas do planeta (FAO, 2001). Dentro dela, a Amazônia é a região que possui a maior reserva contínua, cobrindo uma área de aproximadamente 250 milhões de hectares onde estão contidos mais de 50% do estoque de madeira dura tropical do mundo (Higuchi et al., 2000). Isso representa um volume estimado de 60 bilhões de metros cúbicos de madeira em tora, cujo valor econômico potencial pode alcançar 4 trilhões de reais em madeira serrada (Barros & Veríssimo, 1996).

A exploração comercial dessa riqueza começou há aproximadamente três séculos, porém o volume de madeira extraído era pequeno e estava restrito às florestas de várzea ao longo dos principais rios da Amazônia. Com a abertura de estradas estratégicas de acesso (Belém-Brasília, Santarém-Cuiabá e Transamazônica) e o esgotamento dos estoques de madeira na região sul do Brasil, a exploração madeireira na Amazônia tornou-se uma atividade de grande importância sócio-econômica para a região.

No início dos anos 90, cerca de 75% da madeira consumida no Brasil provinha da floresta Amazônica (Barros & Veríssimo, 1996). Em 1997, a produção de madeira em toras na Amazônia, foi de aproximadamente 28 milhões de metros cúbicos, o que

equivale a 85% da produção do país (Smeraldi & Veríssimo, 1999). No Pará, a exploração de madeira em 1990, estava em segundo lugar na geração de divisas para o Estado, sendo ultrapassada somente pelos minérios (Yared, 1990), e em 1997 o setor florestal contribuiu com 15% do Produto Interno Bruto (PIB) com projeções de crescimento em torno de 10% ao ano (Stone, 1997). Em 2001, as madeireiras instaladas no Pará extraíram 10,8 milhões de metros cúbicos de madeira em tora. O desdobro dessas toras resultou em uma produção de aproximadamente 4,0 milhões de metros cúbicos de madeira processada (Veríssimo et al., 2002)

Apesar de gerar todos esses dividendos, a exploração florestal na Amazônia brasileira se faz em bases tipicamente extrativistas. A retirada da madeira, tanto em terra firme como na várzea, é realizada em intensidades variáveis, que vão desde as bem leves ($10-20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) em áreas pouco povoadas, até extrações pesadas ($50-100 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) em regiões mais densamente habitadas (Veríssimo et al., 1992; Silva & Uhl, 1992). De maneira geral, a exploração da madeira é feita de forma predatória, causando grandes impactos ambientais e econômicos às florestas remanescentes e sem qualquer preocupação com a sustentabilidade da produção futura.

No Pará, as madeireiras extraem de quatro a oito árvores por hectare (Holdsworth & Uhl, 1997; Johns et al., 1996), reduzem a cobertura vegetal em 50% ou mais (Uhl & Vieira, 1989), afetam gravemente os solos (Johns et al., 1996; Holmes, et al., 2002) e danificam em torno de 25 árvores, com DAP maior que 10cm, para cada árvore extraída durante as operações de exploração (Johns et al., 1998).

Entretanto, a literatura nos mostra vários casos onde o planejamento das operações de exploração utilizando corte de cipós, mapeamento das árvores a serem extraídas, técnicas de derruba direcional, planejamento de trilhas de arraste e pátios de estocagem, entre outros, reduzem consideravelmente os danos causados pela extração madeireira (Vidal et al., 1997; Gerwing et al., 1996; Holmes, et al., 2002). Hendrison (1990), em pesquisas conduzidas na região de Mapane no Suriname, mostrou que a exploração controlada reduziu de 16,5% para 6,0 % a área de clareiras abertas pela derruba quando comparada com a extração não controlada. Pinard & Putz (1996) aplicando métodos de exploração de impacto reduzido em uma floresta de Dipterocarpaceas na Malásia

conseguiram uma redução de 27% nos danos à floresta remanescente. Em outro estudo realizado na região de Paragominas, no Estado do Pará, Johns et al. (1998) encontraram uma redução de 32% no número de árvores danificadas por árvore extraída, comparando a exploração com e sem planejamento.

No entanto, não basta apenas reduzir os danos durante a exploração. A produção de madeira em florestas tropicais, para ser sustentável, deve ser de tal intensidade que permita à floresta repor o volume retirado ao final do período de regeneração escolhido, isto é, “não se deve extrair mais do que a floresta pode produzir naturalmente ou com a ajuda da ciência”, esse é o primeiro princípio do bom manejo. Para a FAO, Manejo Florestal Sustentável (MFS) é definido como “manejo e conservação da base dos recursos naturais e as orientações tecnológicas, que proporcionem a realização e a satisfação das necessidades humanas para a geração atual e futura”.

Projetos de manejo sustentado de florestas naturais com vistas à reposição obrigatória começaram a ser implantados no Estado do Pará a partir de 1981. Em fevereiro de 1992 haviam sido aprovados 267 projetos na Superintendência do IBAMA no Pará, segundo as instruções da Portaria 441. No início de 1992 entraram em vigor novas instruções para manejo, regulamentadas pela Instrução Normativa 080. No período 92-2000 foram aprovados 2.806 projetos de manejo. No entanto, pesquisas conduzidas pela Embrapa Amazônia Oriental em colaboração com o próprio IBAMA mostraram que a qualidade técnica desses projetos estava comprometida, uma vez que os madeireiros não cumpriam a maioria das atividades prometidas nos planos (Embrapa, 1997). Um relatório do IBAMA mostrou que apenas 14% dos planos de manejo aprovados até 1998 estavam aptos, legal e tecnicamente. Do total de projetos cancelados, 61% foram suspensos exclusivamente por motivos técnicos (IBAMA, 2001).

Segundo Higuchi et al., (2000) as principais causas da ausência de sustentabilidade na produção incluem: a falta de políticas adequadas e sistemas de estímulo para o MFS; a ineficácia do sistema de controle da exploração madeireira; a oferta clandestina de madeira; e a abundância do recurso florestal.

De Graaf (1986) afirma que para encontrar o melhor sistema de manejo para as florestas tropicais deve-se observar três aspectos importantes: (1) a maneira eficiente

com que as florestas conservam seus nutrientes, (2) a baixa intensidade de distúrbios normalmente encontrada em florestas sem interferência humana e (3) a grande diversidade de espécies encontrada. Qualquer sistema de manejo aplicado deve procurar obedecer a esses critérios para manter a sustentabilidade.

Dentre os sistemas de manejo conhecidos, o policíclico é o que melhor se encaixa nesses requisitos, embora existam alguns problemas inerentes ao método como: a exploração seletiva de poucas e valiosas espécies provoca grande pressão nas populações dessas espécies e permite que outras, menos desejáveis economicamente, dominem o povoamento após a extração. Para minimizar esse problema, De Graaf (1986) sugere duas opções que devem ser combinadas sempre que possível: a) ampliar a lista de espécies a ser explorada e extrair somente os indivíduos maduros dessas espécies e, b) aplicar tratamentos silviculturais que induzam a regeneração e o maior crescimento das espécies comercialmente valiosas, reduzindo a pressão seletiva nas populações das mesmas.

Entre os diversos métodos existentes, os refinamentos ou desbastes promovem a mortalidade das espécies mais abundantes e sem valor comercial do povoamento, reduzindo a competição sobre as espécies selecionadas para a próxima colheita. Métodos apropriados para a eliminação das espécies indesejáveis incluem anelamento mecânico, com ou sem a aplicação de arboricidas, que fazem com que a árvore morra em pé lentamente, perdendo folhas e galhos e diminuindo os danos a vegetação remanescente (Lamprecht, 1990; De Graaf, 1986).

Tratamentos silviculturais, aplicados periodicamente, podem resultar em uma floresta com predominância de espécies de valor econômico e em novas colheitas com ciclo de corte duas a três vezes menores que no caso de florestas não manejadas. Diversas técnicas têm sido aplicadas, em diferentes intensidades, em florestas tropicais. Os experimentos mais antigos foram realizados em florestas de Dipterocarpaceas na Malásia (Kammesheidt et al., 2003; Hutchinson, 1987) e na Indonésia (Kuusipalo et al., 1997); refinamentos pós-exploração foram testados em florestas no Suriname (Dekker & De Graaf, 2003; De Graaf, 1986); na Bolívia (Pariona et al., 2001; Howard et al., 1996); no Paraguai (Zaneti, 2002); no México (Negreros-Castillo & Mize, 1993); na Costa Rica

(Finegan et al., 1999; Quiros & Finegan, 1994; Delgado et al., 1997) e em Borneo (Kuusipalo et al., 1996).

Embora importantes dentro do contexto de um sistema silvicultural, essas técnicas tem sido pouco estudadas no Brasil. Na região de Linhares, ES, em floresta alta de tabuleiro, Jesus (2001) testou nove tratamentos de redução da área basal, que foram desde a área testemunha, sem interferência, até o corte raso, concluindo que o tratamento que causou os menores impactos com a extração foi o que reduziu a área basal em 15%. Na Estação Experimental de Silvicultura do INPA, em Manaus, foram testados quatro tratamentos de redução da área basal comercial (0%, 25%, 50% e 75%), e estudos têm sido realizados sobre o efeito dessas intervenções sobre o crescimento, ingressos e mortalidade da floresta remanescente (Higuchi et al., 1997) e sobre a regeneração natural de espécies comerciais (Jardim et al., 1990; Vieira & Hosokawa, 1989).

No Estado do Pará, tem-se notícia de dois estudos, um realizado na região de Marabá, cujo objetivo foi avaliar o efeito de diferentes intensidades de exploração no comportamento da floresta tropical (Garcia, 1990), o outro, foi realizado em uma floresta secundária na região de Belterra – PA, com o objetivo de testar a resposta da floresta a duas intensidades de desbaste de liberação. Todavia, devido o curto tempo de acompanhamento, ainda não há resultados conclusivos sobre esses experimentos. É necessário, portanto, estudar essas técnicas em longo prazo de modo a determinar sua viabilidade ecológica e econômica.

1.1 Objetivo geral

Analisar o efeito de quatro intensidades de redução da área basal, representadas pela exploração e desbastes sistemáticos na composição florística, diversidade, estrutura e crescimento do extrato arbóreo, durante um período de 22 anos, na Floresta Nacional do Tapajós.

1.2 Objetivos específicos

1. Verificar se a exploração de madeira combinada com os desbastes atingiu a intensidade de redução da área basal planejada para cada tratamento;
2. Analisar se as diferentes intensidades de desbaste aplicadas resultaram em diferenças na composição florística, estrutura, e crescimento do extrato arbóreo remanescente;
3. Determinar qual(is) dentre os tratamentos testados, se mostrou mais eficiente quanto a recuperação do número de árvores, área basal e volume, no final do período monitorado;
4. Verificar se a extração de madeira combinada com os desbastes acelera o incremento (diâmetro, área basal e volume) das espécies com valor comercial madeireiro, em relação à floresta sem intervenção;
5. Determinar qual(is), dentre os tratamentos testados, é o mais adequado visando à produção sustentada de madeira, ou seja, produz as maiores taxas de crescimento os maiores ingressos e a menor mortalidade.

2 Material e métodos

2.1 Características gerais da área

O experimento se localiza na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará, a 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 Floresta Nacional do Tapajós foi legalmente constituída pelo Congresso Nacional através do Decreto número 73.684 de 19 de fevereiro de 1974. Sua área total cobre aproximadamente 600.000ha (13km – 60km de largura e 150km de comprimento). É uma faixa de terra limitada a leste pela BR163 (Santarém - Cuiabá), estendendo-se do km 50 ao km 217 dessa rodovia, e a oeste pelo rio Tapajós, Estado do Pará.

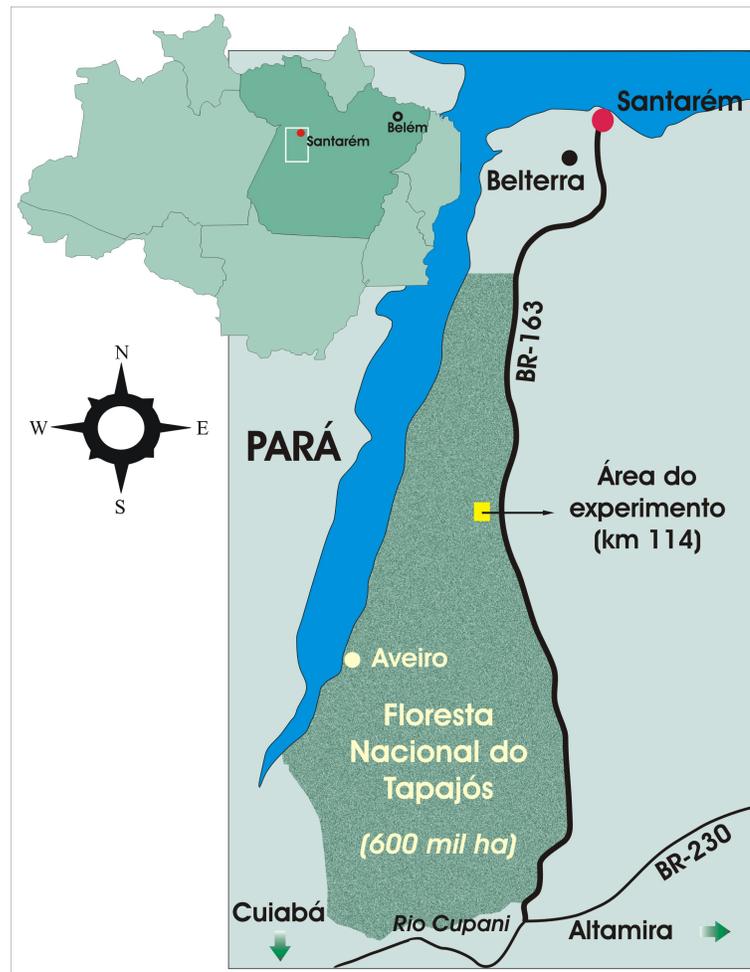


Figura 1 – Localização da Floresta Nacional do Tapajós, área de pesquisa do projeto

A altitude está em torno de 175 m acima do nível do mar sendo o relevo plano a levemente ondulado. A estação meteorológica mais próxima da área estudada fica na sede do município de Belterra, de onde foram obtidas as informações climáticas. 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 acima de 2000mm. A média anual de temperatura gira em torno de 25°C, com médias mínimas de 18,4°C e máximas de 32,6°C. A umidade relativa é de aproximadamente 86% (76-93%). A média anual de chuvas em Belterra está em torno de 2.110mm, com um período chuvoso de março a maio e período seco ou pouco chuvoso de agosto a novembro (Carvalho, 2001).

O solo predominante é o latossolo amarelo moderado com textura pesada (60% – 94% de argila), com inclusão de latossolo amarelo concrecionário, derivado de argila pedregosa (Carvalho, 1992).

A Floresta Nacional do Tapajós é uma floresta de terra firme, classificada como Floresta Ombrófila Densa (Veloso et al., 1991). Dubois (1976), a classificou mais detalhadamente, em seis grandes tipos e diversos subtipos. Os tipos são: floresta alta com babaçu (*Orbignya speciosa* Burret); floresta alta sem babaçu; complexo de florestas baixas; complexo de florestas cipoálicas e cipoal; florestas inundadas; e capoeiras.

A área do experimento situa-se no tipo floresta alta sem babaçu, que, de acordo com Dubois (1976), ocorrem no planalto, em terrenos planos a levemente ondulados, onde não está presente a palmeira babaçu. Esta área foi selecionada por representar uma típica floresta densa de terra firme da região, sem interferência humana.

2.1.1 Histórico da área estudada

O experimento possuía 180ha e foi iniciado em 1981 pela equipe de manejo florestal da Embrapa Amazônia Oriental.

As atividades iniciais constaram de inventário por amostragem para determinação da área basal onde foram medidas todas as árvores com DAP (diâmetro a 1,30m do solo) maior ou igual a 5,0cm e inventário pré-exploratório de 100% de intensidade onde foram mensuradas todas as árvores com DAP \geq 45,0cm.

No inventário por amostragem, a floresta apresentou área basal de $35,9\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (diâmetro \geq 5,0cm), sendo 31% desse total composto por espécies de valor comercial. No inventário pré-exploratório foi obtido um volume bruto de $220\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ (diâmetro \geq 45,0cm), sendo $113\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ de espécies de valor comercial madeireiro (Silva et al., 1985). Foram encontradas mais de 300 espécies arbóreas, sendo as mais importantes comercialmente: andiroba (*Carapa guianensis*), angelim (*Dinizia excelsa*), aroeira (*Astronium* sp.) muiracatiara (*Astronium gracile*), faveira amargosa (*Vataireopsis speciosa*), freijó (*Cordia goeldiana*), jarana (*Holopyxidium jarana*), jutai-açu (*Hymenaea courbaril*), maçaranduba (*Manilkara huberi*), marupá (*Simaruba amara*),

pau-d'arco (*Tabebuia ochracea*), quaruba (*Vochysia máxima*), sucupira (*Diploptropis* sp.) e tatajuba (*Bagassa guianensis*) (Silva et al., 1985).

Além dos inventários, foram realizados em 1981, o corte de cipós em toda a área e o estabelecimento e primeira medição das parcelas permanentes.

O delineamento estatístico utilizado foi o de Blocos ao Acaso com 4 repetições. Cada bloco possui uma área de 36ha, sendo 9ha por tratamento (Figura 2).

Os tratamentos silviculturais foram assim definidos:

- T0: controle, representado pela floresta não explorada;
- T1: Exploração tradicional – abate de árvores com DAP ≥ 45 cm, sem nenhuma intervenção posterior;
- T2: Abate de árvores comerciais DAP ≥ 55 cm + anelamento com desvitalização de espécies não comerciais para reduzir a área basal em 20% da original;
- T3: Abate de árvores comerciais DAP ≥ 55 cm + anelamento com desvitalização de espécies não comerciais para reduzir a área basal em 40% da original;
- T4: Abate de árvores comerciais DAP ≥ 55 cm + anelamento com desvitalização de espécies não comerciais para reduzir a área basal em 60% da original

Em cada tratamento foram instaladas ao acaso três parcelas permanentes de 0,25ha, totalizando 12 parcelas por tratamento, perfazendo um total de 48 parcelas. 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 possui 60 parcelas permanentes de 0,25ha (Figura 2).

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: 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 cada e construção de oito ramais principais de arraste de 4m de largura por 1.200m de comprimento (Carvalho et al., 1984).

A derrubada foi efetuada em faixas de 100m x 1.200m e a extração foi realizada com um “skidder” de rodas de 160HP, operando em uma distância máxima de 1.200m.

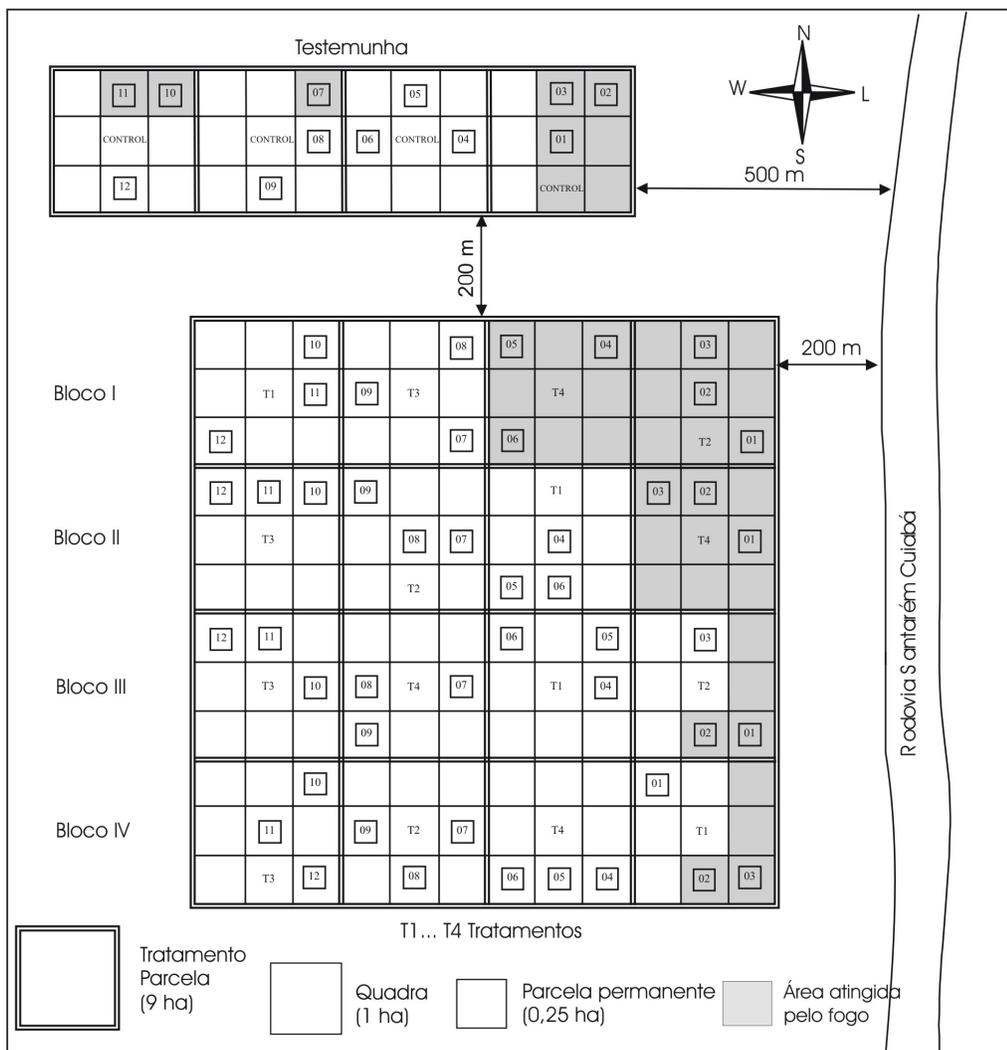


Figura 2 - Croqui da área experimental na Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

No preparo dos pátios de estocagem e abertura dos ramais principais foi utilizado trator de esteira de 216HP. A derruba e o traçamento foram realizados com motosserra (Carvalho et al., 1984).

Foram exploradas 38 espécies comerciais. A escolha foi realizada com base na abundância e volume presentes na área e por serem comercializadas no mercado regional de Santarém (Carvalho, 1992).

Os tratamentos silviculturais foram iniciados em 1993 e concluídos em 1994, 12 anos após a exploração com a finalidade de eliminar árvores, preferencialmente de espécies consideradas não comerciais tanto do ponto de vista madeireiro como não

madeireiro de modo a reduzir a área basal do povoamento e, com isso, propiciar a maior penetração de luz, favorecendo o desenvolvimento e estabelecimento das espécies comerciais.

No ano de 1997, após um grande período de estiagem, causada pelo El Niño, a área do experimento foi atingida por um incêndio acidental que afetou 44ha, atingindo severamente 19 das 60 parcelas permanentes instaladas. Com isso, a área experimental sofreu uma redução, passando de 180ha para 136ha e o número de parcelas por tratamento foi reduzido conforme a Tabela 1 (Figura 2).

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

Tratamento	Nº 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

O Quadro 1 apresenta os principais eventos e atividades realizadas até o momento.

Ano	Atividades Realizadas/Eventos
1981	Estabelecimento de uma quadra de 144ha de área experimental a uma distância de aproximadamente 200m da rodovia BR163 onde foram realizadas as seguintes atividades: i. Inventário pré-exploratório a 100% em árvores com DAP \geq 45,0cm; ii. Inventário por amostragem da área basal em árvores com DAP \geq 5,0cm; iii. Corte de cipós; iv. Instalação e primeira medição das 48 parcelas permanentes;
1982	Exploração florestal na área experimental de 144ha, seguindo a prescrição dos tratamentos
1983	2º Medição das 48 parcelas permanentes instaladas na área explorada; Estabelecimento de uma quadra de 36ha em floresta não explorada (área testemunha), a uma distância de 200 m da área explorada e 500 m da rodovia; Instalação e primeira medição de 12 parcelas permanentes na área testemunha.
1987	3º Medição das 48 parcelas permanentes instaladas na área explorada; 2º Medição das 12 parcelas permanentes instaladas na área testemunha.
1989	4º Medição das 48 parcelas permanentes instaladas na área explorada; 3º Medição das 12 parcelas permanentes instaladas na área testemunha.
1993	Foi iniciada a aplicação dos tratamentos silviculturais, sendo interrompido pelo início da estação chuvosa.
1994	Foi concluído o tratamento silvicultural.
1995	5º Medição das 48 parcelas permanentes instaladas na área explorada; 4º Medição das 12 parcelas permanentes instaladas na área testemunha.
1997	Ocorrência de um incêndio acidental na área
2003	6º Medição de 35 parcelas permanentes remanescentes na área explorada 5º Medição de 6 parcelas permanentes remanescentes na área testemunha

Quadro 1 - Histórico das atividades e eventos ocorridos em uma área experimental de 180ha na Floresta Nacional do Tapajós, km 114 da rodovia Santarém-Cuiabá

2.1.2 Monitoramento da floresta

O inventário florestal contínuo, realizado através de parcelas permanentes, monitora as mudanças que ocorrem na floresta ao longo do tempo, de forma prática e econômica. Nestas parcelas foram medidas periodicamente todas árvores com diâmetro igual ou superior a 5,0cm. Assim, é possível estimar o crescimento, ingressos e mortalidade, determinando a produção volumétrica e o ciclo de corte. Além disso, permite avaliar a composição qualitativa e quantitativa da regeneração natural, informação básica para decidir sobre as necessidades de intervenções para induzir à regeneração ou para recomendar plantios de enriquecimento.

As parcelas permanentes possuem forma quadrada, com dimensões de 50m x 50m (0,25ha) e foram internamente subdivididas em 25 unidades de observações menores de 10m x 10m (subparcelas ou quadrados) para facilitar a localização e o controle de cada árvore a ser medida e monitorada. As subparcelas foram numeradas de 1 a 25, iniciando sempre pelo canto sudoeste, conforme ilustra a Figura 3.

05	06	15	16	25
04	07	14	17	24
03	08	13	18	23
02	09	12	19	22
01	10	11	20	21

Figura 3 - Desenho esquemático de uma parcela permanente de 0,25ha (50m x 50m)

A metodologia utilizada para a medição das parcelas foi baseada em Silva & Lopes, (1984). As variáveis observadas são descritas a seguir. Os números representam escores ou códigos usados para posterior processamento eletrônico.

a) Numeração das árvores

Cada árvore recebeu uma plaqueta de alumínio com um número que é composto por seis dígitos: os dois primeiros identificam a parcela, o terceiro e quarto dígitos referem-se à subparcela e os dois últimos identificam a árvore propriamente dita. Este procedimento facilita a reconstrução da parcela no caso do desaparecimento dos marcos (piquetes).

As plaquetas foram fabricadas a partir de folhas de alumínio com 3mm de espessura e os números impressos com punção (Figura 4). Essas plaquetas foram pregadas aproximadamente 10 centímetros acima do ponto de medição do diâmetro. No caso de árvores com sapopemas muito altas, as plaquetas foram pregadas em local de fácil visibilidade e na mesma direção do ponto de medição.

O número da árvore não se repetiu dentro de uma subparcela. Cada subparcela teve sua seqüência própria de numeração.

Ex.: Subparcela 01: árvore 01.....N1

Subparcela 02: árvore 01.....N2 e assim sucessivamente



Figura 4 - Plaquetas de alumínio com a numeração das árvores. Flona Tapajós, Belterra-PA

Para árvores localizadas na linha divisória das subparcelas, convencionou-se que a árvore deve ser incluída na subparcela onde mais da metade de sua base estiver inserida. Da mesma forma, as árvores que estavam situadas nas linhas limítrofes (bordadura da parcela), foram incluídas na medição quando 50% ou mais de sua base estivesse dentro da parcela.

Os números das árvores que morreram não foram usados novamente em outra árvore. No caso de ingressos¹ foi utilizado um novo número, o próximo da sequência daquela subparcela.

b) Classe de identificação do fuste - CIF

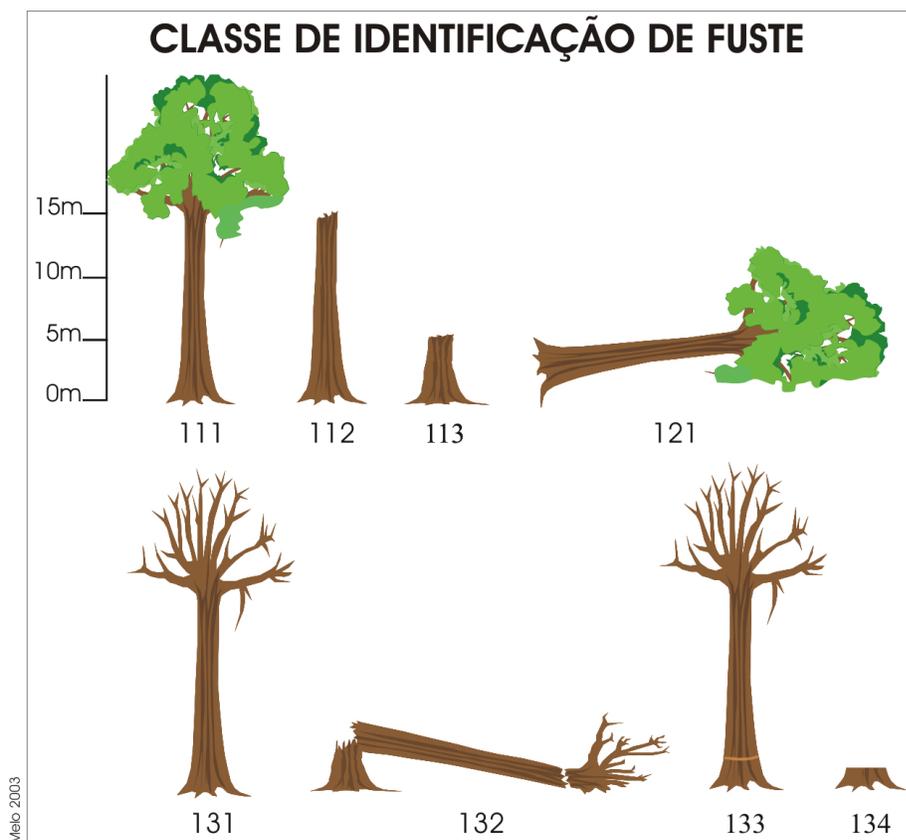
Esta variável descreve os diversos estados em que podem ser encontradas as árvores em uma floresta. Esses estados são resultantes de seu próprio crescimento, ou de mudanças provocadas pelo homem ou pela natureza. Os códigos numéricos utilizados combinam a sanidade da árvore com o estado de seu fuste (Quadro 2).

Árvore	Completa	Decapitada (sem copa)		Toco de Exploração	Não Encontrada
		fuste > 4,0m	fuste < 4,0m		
Viva em pé	111	112	113	134	139
Viva caída	121				
Morta natural	131				
Morta p/ exploração	132				
Morta p/ tratamento	133				

Quadro 2 - Códigos usados para as classes de identificação do fuste de árvores

As diferentes classes de identificação do fuste são ilustradas na Figura 5.

¹ Ingressos são indivíduos que atingem o diâmetro mínimo de medição (DAP \geq 5,0cm)



Adaptado de: Pedro Bernardo Neto

Figura 5 - Classes de identificação do fuste de árvores. Flona Tapajós, Belterra – PA

c) Identificação botânica

As árvores foram identificadas 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. Sempre que possível, a identificação foi feita até o nível de espécie. As espécies de difícil identificação, ou que eram confundidas com outras na floresta foram consideradas em grupos de gêneros ou famílias (Silva, 1989; Carvalho, 1992). Esses grupos estão listados no Quadro 3.

As poucas espécies que não puderam ser identificadas, nem ao nível de família, foram agrupadas em uma categoria especial de “espécies não identificadas”. Uma lista

com os nomes comuns e a correspondente identificação botânica das espécies encontradas na área, encontra-se no Anexo A.

Grupos	Espécies incluídas
<i>Inga</i> spp.	<i>Inga alba</i> , <i>I. capidata</i> , <i>I. edulis</i> , <i>I. fagifolia</i> , <i>I. falcistipula</i> , <i>I. gracilifolia</i> , <i>I. marginata</i> , <i>I. rubiginosa</i> , <i>I. splendens</i> e <i>I. thibaugiana</i>
Lauraceae	<i>Aiouea</i> sp., <i>Aniba burchellii</i> , <i>Aniba williamsii</i> , <i>Licaria brasiliensis</i> , <i>Ocotea acutangula</i> , <i>O. brachybotria</i> , <i>O. caudata</i> , <i>O. costulata</i> e <i>O. puberula</i>
<i>Miconia</i> spp	<i>Miconia prasina</i> , <i>Miconia</i> sp1 e <i>Miconia</i> sp2
<i>Protium</i> spp.	<i>Protium apiculatum</i> , <i>P. cordatum</i> , <i>P. decandrum</i> , <i>P. opacum</i> , <i>P. pallidum</i> , <i>P. paraense</i> , <i>P. robustum</i> e <i>P. spruceana</i>
<i>Saccoglottis</i> spp.	<i>Saccoglottis</i> sp1 e <i>Saccoglottis</i> sp2
Sapotaceae	<i>Ecclinusa abbreviata</i> , <i>Micropholis ulei</i> , <i>Pouteria caimito</i> , <i>Pouteria macrophylla</i> , <i>Priourella cuneifolia</i> , <i>Priourella priourii</i> , <i>Radlkofella macrocarpa</i> , <i>Sarcaulus brasiliensis</i> e <i>Syzygiopsis oppositifolia</i>
<i>Sloanea</i> spp.	<i>S. froesii</i> , <i>S. grandiflora</i> e <i>S. guianensis</i> ; e <i>Talisia</i> spp. que inclui <i>T. carinata</i> , <i>T. coriaceae</i> e <i>T. longifolia</i>

Quadro 3 - Gêneros e famílias onde foram agrupadas as espécies de difícil identificação em uma área experimental na Floresta Nacional do Tapajós (Km114 da BR163)

Para o propósito de cálculos, cada grupo foi contado como uma espécie. Nas discussões, a palavra espécie inclui os grupos.

d) Classificação de espécies

Todas as espécies encontradas na área foram classificadas em relação ao potencial de aproveitamento no mercado madeireiro e em relação ao seu comportamento ecológico. Os grupos de qualidade da madeira foram:

- **Espécies comerciais:** aquelas que atualmente são comercializadas no mercado nacional e internacional;
- **Espécies potenciais:** aquelas que não são atualmente comercializadas, mas que apresentam características favoráveis de dimensões e qualidade da madeira para serem comercializadas em futuro próximo;
- **Espécies não comerciais:** são as que não tem características propícias para comercialização madeireira, ou cuja madeira não é suficientemente conhecida.

Quanto ao comportamento ecológico, as espécies foram classificadas em dois grupos principais:

- ◆ **Espécies tolerantes à sombra:** espécies que toleram sombra nas etapas iniciais de seu desenvolvimento, mas que requerem ou apresentam alguns sinais de beneficiar-se com a existência de aberturas no dossel;
- ◆ **Espécies pioneiras ou intolerantes à sombra:** são espécies cuja regeneração não é encontrada sob o dossel, aparecendo somente depois da abertura de clareiras.

Essa classificação foi baseada na experiência de campo dos identificadores botânicos da Embrapa Amazônia Oriental.

e) Medição do diâmetro

A medição do diâmetro foi feita com fita diamétrica, com precisão de milímetros, em todas as árvores com DAP $\geq 5,0$ cm, incluindo as caídas, quebradas e danificadas.

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). O local era livre de cipós ou qualquer outra anomalia que levasse a erros de leitura. O PDM foi marcado com tinta a base de óleo, de cor vermelha, para evitar erros de leitura em medições subsequentes (Figura 6).

Sempre que ocorreram sapopemas ou anormalidades como, danos ou deformações, o PDM era transferido para um ponto acima, livre desses impedimentos (Figura 7). Quando isso ocorria, uma observação era registrada na ficha de campo, informando o número da árvore e o motivo da alteração.



Figura 6 - Ponto de medição do diâmetro marcado com tinta óleo vermelha. Flona Tapajós, Belterra-PA



Figura 7 - Medição do diâmetro em árvores com presença de sapopemas. Flona Tapajós, Belterra - PA

2.1.3 Análise dos dados

Para estimar o volume das árvores do experimento foi utilizada uma equação de volume, desenvolvida para a região do Tapajós, pela equipe de pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental, a qual usa apenas o diâmetro como variável dependente. (Silva et al., 1984; Silva & Araújo 1984; Silva, 1989) (Tabela 2).

Tabela 2 Equações de volume desenvolvidas para a área da Floresta Nacional do Tapajós

Árvores	Equação	R^2	$Sy.x$ (%)
$15,0\text{cm} \leq \text{DAP} < 44,9\text{cm}$	$V = 0,0994 + 9,1941 \times 10^{-4} d^2$	0,96	12
$\text{DAP} \geq 45,0\text{cm}$	$\ln V = -7,6281 + 2,1809 \ln d$	0,84	16

V = Volume; d = diâmetro; R^2 = coeficiente de determinação; $Sy.x$ = erro

As análises de dados presentes nos Capítulos III, IV e V foram realizadas com o auxílio do programa SFC (Sistema de Inventário Florestal Contínuo), desenvolvido pela equipe da Embrapa Amazônia Oriental para a entrada, correção, processamento e análise do banco de dados provenientes de parcelas permanentes.

Foi utilizada, também, análise de variância e testes de comparação de médias visando identificar o(s) melhor(es) tratamentos.

Os métodos específicos de análise, utilizados para cada aspecto em particular, serão descritos separadamente em cada capítulo.

2 EXPLORAÇÃO FLORESTAL E EFICIÊNCIA DOS TRATAMENTOS SILVICULTURAIS REALIZADOS EM UMA ÁREA DE 136ha NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, BELTERRA - PARÁ.

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⁻¹, 4,5m².ha⁻¹ de área basal e 61,0m³.ha⁻¹ 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 0,5m² de área basal, afetada severamente pela exploração. A redução da área basal, obtida com a exploração de madeira e os desbastes, realizados através do anelamento e desvitalização de espécies sem valor comercial conhecido, foi aproximadamente 10% inferior ao planejado em todos os tratamentos devido a 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.

Summary

The quantities of wood harvested, damages caused by logging and the reduction of basal area obtained after the application of three intensities of systematic thinning were

obtained for an area logged in the Tapajós National Forest, municipality of Belterra, Pará. Monitoring of the forest was done through permanent plots measured before and after logging and application of the thinning. Logging extracted on average 11 trees.ha⁻¹, 4.5m².ha⁻¹ of basal area and 61.0m³.ha⁻¹ of volume, with a major variation occurring among the treatments. For each commercial tree harvested, on average 4.3 individuals with DBH ≥ 10cm were lost, and approximately 0.5m² of basal area were severely affected by logging. Reduction of the basal area, obtained through logging and thinning, carried out by means of girdling and devitalization of species without commercial value, were approximately 10% less than planned in all of the treatments due to the presence of a large number of species with recesses in the stem and exudation of latex and resin that complicated performance of girdling and application of arboricide.

2.1 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 à produção sustentável. O planejamento adequado dessa atividade é a chave para se obter bons resultados, tanto do ponto de vista ambiental, como 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 (Henderson, 1990; Gerwing et al., 1996; Pinard & Putz, 1996; Johns et al., 1998; Holmes et al., 2002; Silva, 2004). Porém, somente a aplicação de técnicas de exploração florestal de impacto reduzido não é suficiente.

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, essa 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 et al., 2001). De acordo com Hutchinson (1988) esse tratamento é considerado como um primeiro passo para o aumento da qualidade e da produtividade das florestas após a exploração.

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, provocando uma descontinuidade nos elementos condutores. 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 anelagem: anelagem simples (retirada da casca em anel completo), anelagem com entalhes (anelagem simples e entalhes feitos com machadinha ou terçado no anel) e anelagem profunda (retirada da casca e camada superficial do albúrnio com espessura em torno de 2mm).

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

Pariona et al. (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. Além disso, muitas árvores que não receberam arboricida produziram rebrotos no fuste, abaixo do anel. Ainda que estes rebrotos não tenham efeito sobre as árvores liberadas, com o tempo se converterão em fustes mal formados de espécies não comerciais, que continuarão ocupando espaço e reduzindo a qualidade do povoamento.

O uso de anelagem 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 capítulo foram determinados 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?

2.2 Material e métodos

Os dados referentes à colheita de madeira e aos tratamentos silviculturais foram obtidos em 35 parcelas permanentes de 50m x 50m, estando incluídas todas as árvores com DAP \geq 5,0cm, conforme descrito no Capítulo I.

A exploração comercial de madeira, realizada em 1982, extraiu 23 espécies comerciais, escolhidas com base na abundância e volume presentes na área e por serem comercializadas no mercado regional de Santarém.

As medições das parcelas permanentes foram realizadas em seis ocasiões: 1 ano antes da exploração (1981), 1 ano após a exploração (1983) e 5, 7, 13 e 21 anos após a colheita de madeira, correspondendo aos anos de 1987, 1989, 1995 e 2003, respectivamente.

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 à 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 descopadas a qualquer altura; d) árvores com mais de 50% da copa quebrada, ainda que não haja danos no fuste; e) árvores com danos extensos no fuste ($>3,0\text{m}$), ainda que a copa esteja sã.

Os tratamentos silviculturais foram iniciados em 1993 e concluídos em 1994, 12 anos após a exploração. 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 aquela inicialmente provocada pela exploração florestal, ou seja, o impacto ocasionado pela exploração foi incluído (Costa et al., 2001).

A determinação do diâmetro mínimo das árvores a serem eliminadas em cada tratamento foi realizada da seguinte maneira: somou-se a área basal da maior para a menor classe de diâmetro até obter um valor aproximado ao da área basal a ser reduzida. 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:

- T0: controle, representado pela floresta sem nenhuma intervenção;
- T1: Exploração tradicional – abate de árvores com DAP ≥ 45 cm, sem nenhuma intervenção posterior. O limite de 45cm de diâmetro foi aplicado por ser o mínimo permitido pela legislação florestal para o corte de árvores em florestas naturais. A redução da área basal devida à exploração foi em torno de 24%;
- T2: Abate de árvores comerciais com DAP ≥ 55 cm + anelamento com desvitalização para reduzir a área basal em 20% da original. Para atingir esse percentual foram aneladas todas as árvores de espécies não comerciais com DAP a partir de 45cm;
- T3: Abate de árvores comerciais com DAP ≥ 55 cm + 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;
- T4: Abate de árvores comerciais com DAP ≥ 55 cm + 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 (*Aniba duckei*).

A desvitalização foi realizada através da técnica de anelagem com entalhes, que consiste em um anel feito com golpes contínuos de machadinha em torno do fuste das árvores, sem a retirada da casca (Figura 1). 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 et al., 2001).



Figura 1 - Árvore anelada como parte dos tratamentos silviculturais aplicados em um experimento na Flona Tapajós, Belterra – PA

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 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⁻¹, 4,5m².ha⁻¹ de área basal e 61,0m³.ha⁻¹ 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 1).

No tratamento T1, onde a exploração foi mais intensa, foi retirado o maior número de árvores, aproximadamente $13,0 \cdot \text{ha}^{-1}$, porém em relação à área basal e volume, o tratamento T2 foi o que extraiu os maiores valores, $5,2 \text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ e $72,3 \text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, 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 45,0cm e 70cm de DAP (Tabela 1).

Tabela 1 Características da exploração de madeira realizada em cada tratamento em uma área experimental na Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

Variáveis	T1	T2	T3	T4	Média
Características gerais					
Tamanho da área de estudo (ha)	2,5	1,75	3,0	1,5	2,2
Nº de árvores extraídas. ha^{-1}	13,2	11,4	7,7	11,3	10,9
Área basal extraída ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$)	4,6	5,2	3,2	4,9	4,5
Volume extraído ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)	61,6	72,3	43,5	66,8	61,1
Nº de espécies extraídas	11	11	11	9	-
Nº médio de árvores mortas e/ou severamente danificadas pela exploração					
Árvores > 10cm DAP ($\text{n}^\circ \cdot \text{ha}^{-1}$)	41,6	32,6	41,0	66,7	55,35
Área basal > 10cm DAP ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$)	2,95	1,04	1,75	2,48	2,05
Volume > 20cm DAP ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)	31,76	7,48	15,08	19,49	18,45
Índice de danos					
Árvores danificadas/árvore extraída	3,1	2,9	5,3	5,9	4,3
m^2 danificado./ m^2 de AB extraída	0,64	0,20	0,54	0,51	0,46
m^3 danificado/ m^3 extraído	0,52	0,10	0,35	0,29	0,30

Os valores médios de 11 árvores e 61m^3 extraídos por hectare neste experimento, são semelhantes aos reportados por Silva (1989), em outra área experimental da Flona Tapajós, onde foram exploradas $16 \text{árvores} \cdot \text{ha}^{-1}$ e volume de $75 \text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. 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 $3,3 \text{árvores} \cdot \text{ha}^{-1}$ e um volume geométrico romanejado de $23 \text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, equivalente a 66% do volume em pé planejado para a exploração que era de $35 \text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Na região de Paragominas-PA, Barreto et al. (1998) relatam que o volume extraído durante a exploração de madeira foi de $38,6 \text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Na Fazenda Cauaxi, a sudoeste de Paragominas, Holmes et al. (2002) extraíram aproximadamente $4 \text{árvores} \cdot \text{ha}^{-1}$ com um

volume de $25,3\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$. Em Tailândia, também no Estado do Pará, Veríssimo et al. (1996) reportam a exploração de 2 árvores e 16m^3 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^{-1} 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; $2,3.\text{ha}^{-1}$ no tratamento T2; $1,0.\text{ha}^{-1}$ no T3 e $2,0.\text{ha}^{-1}$ 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 no Anexo B.

2.3.1.1 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 $\text{DAP} \geq 10\text{cm}$. Em termos de área basal, para cada metro quadrado extraído foram perdidos cerca de $0,5\text{m}^2$, afetados severamente pela exploração. Em relação ao volume esse valor foi de $0,3\text{m}^3$ (Tabela 1).

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 $DAP \geq 10\text{cm}$ para cada árvore extraída e $1,2\text{m}^3$ de madeira em tora foi danificado para cada m^3 extraído. Em outro estudo, na região de Paragominas-PA, Johns et al. (1998) reportam que na exploração sem planejamento para cada árvore comercial derrubada foram danificadas 27 árvores com $DAP \geq 10\text{cm}$. 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 $0,7\text{m}^3$ por m^3 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 $0,95\text{m}^3/\text{m}^3$ retirado (Johns et al., 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 $0,2\text{m}^2$ de árvores remanescentes por m^2 extraído e $0,1\text{m}^3$ por m^3 retirado durante as operações de colheita de madeira. Por outro lado, o tratamento T1, de exploração mais intensa ($DAP \geq 45,0\text{cm}$) onde se extraiu o maior número de árvores. ha^{-1} , 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 ($10\text{cm} \leq DAP \leq 20\text{cm}$). O número médio de árvores comerciais impactadas foi 7,2 indivíduos por hectare (17%) no tratamento T1; $5,1.\text{ha}^{-1}$ (16%) no T2; $3,6.\text{ha}^{-1}$ (9,0%) no T3 e $15,3.\text{ha}^{-1}$ (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 $DAP < 20\text{cm}$ (Figura 2).

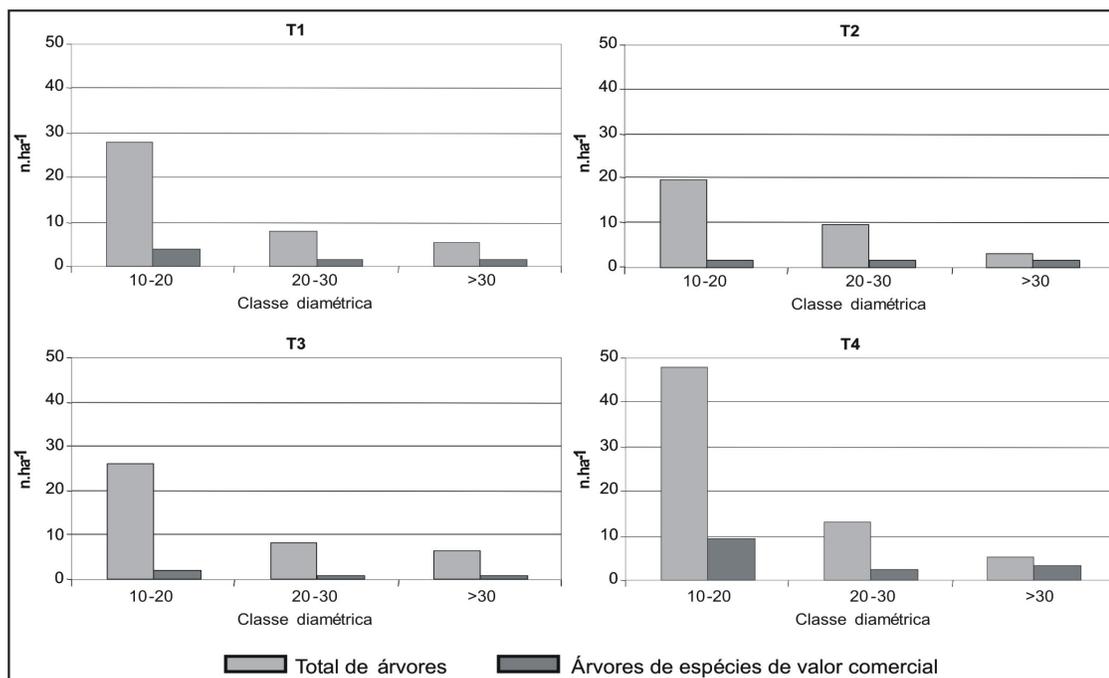


Figura 2 - Distribuição do número de árvores afetadas severamente pela exploração de madeira, por classe diamétrica, em cada tratamento. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

2.3.2 Desbastes Sistemáticos

Pode-se observar na Tabela 2 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 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 sapotáceas (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 sapotáceas apresentam exsudação de látex, o que as torna relativamente resistentes à ação do arboricida.

Tabela 2 Efetividade do anelamento com aplicação de arboricida, por tratamento, realizada na Floresta Nacional do Tapajós (Km114 da Br 163)

Variáveis	T2		T3		T4	
	n.ha ⁻¹	%	n.ha ⁻¹	%	n.ha ⁻¹	%
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 ² .ha ⁻¹	%	m ² .ha ⁻¹	%	m ² .ha ⁻¹	%
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
Redução total da AB	6,2	19,4	9,1	31,5	14,2	49,3

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 à ação do arboricida. Jardim et al. (1990) também concluiu que o anelamento profundo com aplicação de óleo diesel tem efeito muito pequeno em árvores com essas características. Sandel & 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 à anelagem com baixas taxas de mortalidade, mesmo após cinco anos da aplicação.

Os resultados da efetividade do desbaste, por espécie tratada, considerando todos os tratamentos, podem ser observados no Anexo C. 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 Annonaceas, 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 (Anexo C).

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 a anelagem completa. Segundo Sandel & Carvalho (2000), a anelagem completa, apesar de maior demanda de tempo e conseqüentemente aumento dos 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 a anelagem 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 3).

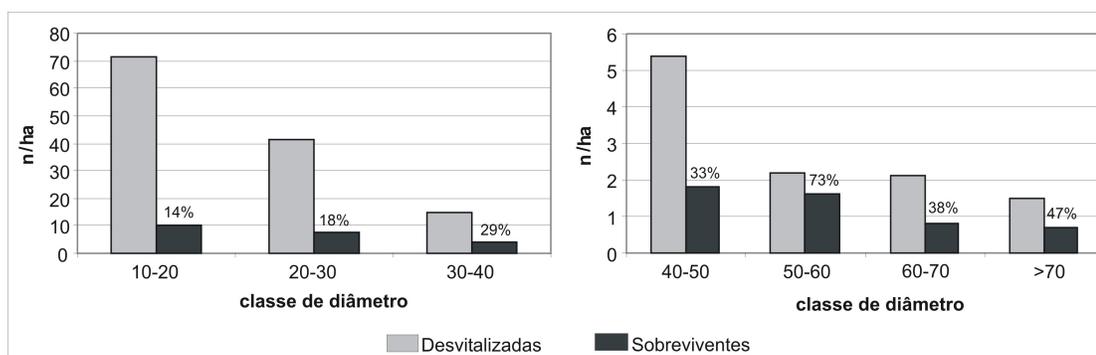


Figura 3 - Número de árvores desvitalizadas e sobreviventes, por classe diamétrica (Floresta Nacional do Tapajós)

Esses resultados são comparáveis aos encontrados por Jardim et al. (1990), que estudando diferentes intensidades de anelamento em uma floresta tropical próxima a Manaus - AM, observou 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 et al. (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 a anelagem perde eficácia com o aumento do diâmetro das árvores.

Pode-se observar também na Tabela 2 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.

2.4 Conclusão

- 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 a heterogeneidade natural existente entre as parcelas, uma vez que somente 13% das espécies exploradas eram comuns a todos os tratamentos.
- 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.
- 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 latex 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 seria utilizar a técnica de

anelagem completa que poderá apresentar maior eficiência que a anelagem com entalhes.

3 EFEITO DA EXPLORAÇÃO DE MADEIRA E TRATAMENTOS SILVICULTURAIS NA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES EM UMA ÁREA DE 136ha NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, BELTERRA-PARÁ

Resumo

São discutidas as mudanças ocorridas na composição florística e na diversidade de espécies em uma área de 136ha, na Floresta Nacional do Tapajós, ao longo de 22 anos de monitoramento. São abordadas as influências da extração de madeira e das diferentes intensidades de desbastes aplicadas, visando induzir o aumento no número de espécies de valor comercial madeireiro. Foram incluídas todas as árvores com DAP $\geq 5,0$ cm presentes em 41 parcelas permanentes de 0,25ha, distribuídas entre os tratamentos. As medições da área explorada foram realizadas 1 ano antes da exploração (1981), e após a exploração nos anos de 1983, 1987, 1989, 1995 e 2003. Para a área testemunha foram realizadas 5 medições: 1983, 1987, 1989, 1995 e 2003. As duas intervenções provocaram a diminuição da riqueza florística logo após sua aplicação. Todavia com o passar do tempo a abertura no dossel estimulou a entrada de novas espécies no povoamento de tal forma que, 21 anos depois da exploração e nove após os desbastes, todos os tratamentos, apresentaram aumento no número de espécies em relação à primeira medição, o que indica o efeito positivo das intervenções. Na área testemunha, não houve aumento na riqueza florística durante o período avaliado.

Summary

Changes occurring in floristic composition and species diversity in a 136ha area, in the Tapajós National Forest, during 22 years of monitoring are discussed. The influences of timber harvesting and of the different intensities of thinning applied, seeking to induce an increase in the number of commercially valuable timber species are considered. All trees with DBH $\geq 5,0$ cm present in 41 permanent plots measuring 0,25ha were included, distributed among the treatments. Measurements of the logged area were carried out one year before harvest (1981), and after harvest in the years 1983, 1987, 1989, 1995 and 2003. For the control area, 5 measurements were carried out, 1987, 1989, 1995 and 2003. The two interventions led to a reduction in floristic diversity soon after their application. However, over time, opening of the canopy stimulated the entry of new species into the population, so that, 21 years after logging and nine after thinning, all the treatments presented an increase in the number of species in relation to the first measurement, which indicates the positive effect of the interventions. In the control area, there was no increase in floristic diversity during the period assessed.

3.1 Introdução

O conhecimento da composição florística e da diversidade de espécies em florestas tropicais é de suma importância para o planejamento da utilização racional desse recurso.

A grande maioria dos estudos florísticos em florestas manejadas na América Latina se concentra em inventários da vegetação arbórea, restringindo-se principalmente às espécies de interesse comercial atual ou potencial, ou na regeneração das mesmas pouco depois da extração madeireira. Conseqüentemente, pouca informação foi gerada sobre os efeitos da exploração florestal na composição florística e na diversidade de espécies a médio e longo prazo, ainda que esses conhecimentos formem a base da sustentabilidade do manejo florestal. Até o momento somente um número reduzido de

pesquisas enfocou esse aspecto (Magnusson et al., 1999; Delgado et al., 1997; Carvalho, 1992; Wagner, 1997; Kammesheidt, 1997).

A diversidade vegetal em florestas tropicais está bastante relacionada ao processo de regeneração natural das espécies. Fatores que vão desde os de ordem natural até os de ação antrópica podem influenciar o processo de regeneração e a composição florística de uma floresta. A escala de tempo entre a perturbação do ecossistema e as fases de reconstrução também é um fator importante, que pode influenciar a riqueza e a diversidade de espécies (Bruenig, 1986).

A diversidade envolve a riqueza de espécies e sua uniformidade. De maneira geral os índices de diversidade podem variar entre um valor mínimo para comunidades monoespecíficas até um valor máximo em comunidades multiespecíficas.

A diversidade tem sido assunto de muitas discussões e gerado extensa literatura, principalmente porque o desejo de muitos pesquisadores é encontrar uma expressão matemática que melhor explique as suas definições biológicas. Muitos índices quantitativos têm sido propostos e usados em diversos estudos. Brower & Zar (1977) propõem índices de diversidade e justificam que estes incorporam o número de espécies e o total de indivíduos em todas as espécies, Magurran (1988) examina detalhadamente 18 índices e Ludwig & Reynolds (1988) discutem separadamente ou de forma combinada mais de dez índices de diversidade. Extensas revisões sobre o assunto também podem ser encontradas em Whittaker (1965) e McIntosh (1967).

Um ponto em comum entre a maioria dos autores sobre a definição e a medição dos índices de diversidade e a presença de dois elementos, a riqueza, também chamada de diversidade de espécies de uma comunidade, que é o número de espécies num determinado local e a uniformidade, também chamada de equabilidade, que é a forma como os indivíduos se distribuem entre as espécies de uma área ou amostra.

Entre os diversos índices encontrados na literatura, o índice de Shannon é um dos mais conhecidos e tem sido amplamente utilizado em estudos ecológicos por combinar a riqueza e a uniformidade de um dado habitat (Magurran, 1988).

O índice de Shannon (H') assume que os indivíduos foram amostrados ao acaso a partir de uma população infinitamente grande e que todas as espécies estão

representadas na amostra. Seu valor será máximo quando cada indivíduo pertencer a uma espécie diferente, e mínimo quando todos pertencerem a mesma espécie. Segundo Felfili & Ventuoli (2000) o uso desse índice induz a um resultado tendencioso, entretanto, na prática, este desvio raramente é significativo. Os autores citam como fonte de erro a falha de incluir todas as espécies na amostra, mas afirmam que apesar disso constitui um dos melhores índices usados em comparações, caso não haja interesse em separar abundância de raridade.

Neste capítulo são discutidas as mudanças ocorridas na composição florística e na diversidade de espécies em cada tratamento em uma área de 136ha, ao longo de 22 anos de acompanhamento. Serão abordadas as influências da atividade de extração de madeira e das diferentes intensidades de desbastes aplicadas, visando induzir o aumento no número de árvores de espécies de valor comercial madeireiro. Procura-se especificamente responder as seguintes perguntas:

1. As intervenções realizadas na área alteraram a riqueza florística e a diversidade de espécies arbóreas em relação à floresta testemunha?
2. Qual(is), dentre os tratamentos testados, é o mais adequado visando a produção sustentada de madeira, ou seja, favorece o aumento do número de espécies comerciais madeireiras na floresta?

3.2 Material e métodos

O número médio de famílias, gêneros e espécies foram determinados para as parcelas relativas aos cinco tratamentos aplicados:

- Tratamento T0: Testemunha, área sem intervenção (1,5ha).
- Tratamento T1: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP \geq 45cm (2,5ha)
- Tratamento T2: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP \geq 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 20% de redução da área basal original (1,75ha).

- Tratamento T3: Exploração de espécies comerciais madeiras com DAP \geq 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 30% de redução da área basal original (3,0ha).
- Tratamento T4: Exploração de espécies comerciais madeiras com DAP \geq 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 50% de redução da área basal original (1,5ha).

Foram incluídas todas as árvores com DAP \geq 5,0cm presentes em 41 parcelas de 50m x 50m distribuídas entre os tratamentos, conforme descrito no Capítulo I.

As medições da área explorada foram realizadas em seis ocasiões: 1 ano antes da exploração comercial de madeira (1981), 1 ano após a exploração (1983) e 5, 7, 13 e 21 anos após a colheita de madeira, correspondendo aos anos de 1987, 1989, 1995 e 2003, respectivamente. Para a área testemunha (tratamento T0) foram realizadas 5 medições: 1983, 1987, 1989, 1995 e 2003.

Considerando que esse estudo inclui somente árvores com o diâmetro igual ou superior a 5,0cm, a termo “aparecimento” ou “ingresso” de espécies, utilizado nas discussões, significa o surgimento, nas parcelas amostradas, de novas árvores nesta primeira classe de DAP, ou seja, o aumento no número de espécies, na maioria das vezes, se deve ao crescimento de indivíduos jovens já existentes na regeneração natural (ainda que algumas espécies pioneiras sejam capazes de crescer do estágio de sementes até 5,0cm de DAP entre duas medições consecutivas). Da mesma forma, o termo “desaparecimento” de espécies significa a mortalidade, na área amostrada, somente dos indivíduos com DAP \geq 5,0cm.

O índice de Shannon foi utilizado para determinar a diversidade de espécies em cada tratamento, através da seguinte equação:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

$$P_i = n_i/N$$

onde:

n_i = número de indivíduos de espécie i

N = número total de indivíduos amostrados

S = número total de espécies na comunidade

A equabilidade foi calculada através da fórmula proposta por Pielou (1975).

$$J = H'/\ln S$$

onde:

H' = índice de diversidade de Shannon

S = número total das espécies amostradas

O índice de equabilidade varia entre 0 e 1, onde 1 representa a máxima uniformidade, isto é, todas as espécies são igualmente abundantes.

As áreas amostradas para cada tratamento possuem tamanhos diferentes, o que dificulta a comparação entre elas. Por isso, para a análise dos efeitos das intervenções sobre a composição florística e a diversidade foi utilizada a média, por parcela, do número de famílias, gêneros e espécies, encontrados a cada ano de medição.

A comparação entre os tratamentos foi realizada através da análise de variância, uma vez que as pressuposições básicas para o uso desse método (normalidade dos dados e homocedasticidade) foram obedecidas. A verificação da normalidade dos dados foi efetuada através do teste de Shapiro Wilks. As análises estatísticas foram efetuadas através do programa SAS System.

3.3 Resultados

3.3.1 Comparação da riqueza e diversidade florística entre os tratamentos aplicados

Na Tabela 1 encontram-se as médias do número de famílias, gêneros e espécies, obtidas por parcela, na área de cada tratamento, e a cada ano de medição.

Pode-se observar que, apesar de não ter sido captada diferenças estatísticas significativas (Tabela 2), havia certa heterogeneidade na riqueza florística dos tratamentos antes da realização das intervenções. As parcelas do tratamento T4

apresentavam maior número de famílias, gêneros e espécies, seguidas do T3, T2 e T1 (Tabela 1).

Logo após a exploração, todos os tratamentos tiveram perdas no número médio de famílias, gêneros e espécies em consequência da mortalidade provocada pela extração de madeira. Todavia, essas perdas foram recuperadas nos anos posteriores através do ingresso de novas espécies na comunidade. Comparando-se a primeira com a última medição, verificou-se um balanço positivo, na riqueza florística de todos os tratamentos. O T3 foi o que obteve o maior aumento com aproximadamente 10 espécies a mais do que as presentes na primeira medição. Em seguida estão T1, T4 e T2 com ganhos de 6,5, 5,2 e 3,4 espécies.parcela⁻¹, respectivamente.

Por outro lado, a floresta testemunha, onde nenhuma intervenção foi realizada, manteve-se praticamente estável em relação à riqueza florística durante todo o período de acompanhamento (Tabela 1 e Figura 1a).

Tabela 1 Número médio e respectivo desvio padrão relativo para famílias, gêneros e espécies por tratamento e por ano de medição em uma área de 10,25ha na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Trat.	Grupos avaliados	1 ano antes da explor.	Anos após a exploração				
			1	5	7	13	21
T0	Fam	-	36,0 ± 1,4	35,5 ± 2,1	35,0 ± 1,4	35,5 ± 0,7	34,5 ± 0,7
	Gen	-	66,2 ± 6,2	65,6 ± 4,9	65,6 ± 4,4	67,0 ± 2,7	67,2 ± 1,9
	Esp	-	79,0 ± 5,3	78,5 ± 5,4	78,5 ± 4,1	80,3 ± 3,3	79,5 ± 5,4
T1	Fam	31,9 ± 3,0	31,4 ± 3,1	33,4 ± 5,3	34,7 ± 3,3	34,1 ± 3,1	34,5 ± 3,4
	Gen	62,6 ± 5,2	58,9 ± 5,6	64,6 ± 6,1	66,0 ± 5,1	65,1 ± 4,8	65,9 ± 5,4
	Esp	74,1 ± 6,3	67,6 ± 8,0	76,5 ± 7,3	78,9 ± 6,7	80,0 ± 5,4	80,6 ± 5,7
T2	Fam	31,4 ± 4,0	30,1 ± 4,1	31,4 ± 4,1	32,4 ± 1,8	32,7 ± 2,4	32,1 ± 3,0
	Gen	64,0 ± 8,9	60,1 ± 8,9	62,9 ± 6,0	65,6 ± 4,2	64,6 ± 5,5	65,3 ± 6,4
	Esp	76,7 ± 12,1	71,6 ± 11,1	76,7 ± 5,1	78,4 ± 6,1	77,4 ± 8,2	80,1 ± 10,6
T3	Fam	32,4 ± 2,6	31,7 ± 2,7	33,9 ± 2,5	35,1 ± 4,4	33,7 ± 2,2	34,7 ± 2,5
	Gen	65,7 ± 6,1	60,7 ± 5,9	66,7 ± 5,3	69,0 ± 6,1	68,1 ± 6,6	72,2 ± 7,0
	Esp	77,4 ± 7,0	71,0 ± 7,5	79,0 ± 6,2	81,7 ± 7,0	81,9 ± 7,9	87,3 ± 9,0
T4	Fam	33,7 ± 2,9	30,8 ± 4,3	33,8 ± 3,2	34,2 ± 2,5	33,5 ± 2,2	33,8 ± 2,7
	Gen	67,5 ± 7,7	60,2 ± 9,8	66,7 ± 8,5	67,7 ± 6,5	68,0 ± 7,2	70,0 ± 7,0
	Esp	79,3 ± 12,8	71,0 ± 13,6	78,3 ± 11,4	80,2 ± 9,8	79,8 ± 10,4	84,5 ± 8,2

O índice de Shannon apresentou pequena variação durante o período estudado, ficando entre 3,5 e 3,8. A área não explorada (testemunha) manteve os maiores valores, em torno de 3,8 durante todas as medições. A diversidade apresentou ligeira diminuição

logo após a exploração em todos os tratamentos, exceto a testemunha, em consequência da extração de algumas espécies comerciais, em seguida voltou a crescer paulatinamente até o final do período (Figura 1b).

Apesar da variação ocorrida na riqueza florística entre os tratamentos ao longo do período avaliado, análises de variância e teste F, realizados a cada ano de medição, não resultaram em diferenças significativas no número médio de espécies e na diversidade medida pelo índice de Shannon (Tabela 2 e 3).

Tabela 2 Valores dos testes de normalidade de Shapiro Wilks e do teste F da análise de variância obtidos para o número médio de espécies, em cada tratamento e a cada ano de medição, na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Medições	Ano	Número de espécies					Análise de variância				
		T0	T1	T2	T3	T4	W	Pr>W ¹	F	Pr>F ¹	CV
1 AE	1981	----	74,1	76,7	77,4	79,3	0,97	0,40	0,46	0,71	12,1
1 DE	1983	79,0	67,6	71,6	71,0	71,0	0,98	0,73	1,49	0,23	12,8
5 DE	1987	78,5	76,5	76,7	79,0	78,3	0,97	0,29	0,23	0,92	9,5
7 DE	1989	78,5	78,9	78,4	81,7	80,2	0,97	0,41	0,38	0,82	9,0
13 DE	1995	80,3	80,0	77,4	81,9	79,8	0,98	0,77	0,42	0,79	9,3
21 DE	2003	79,5	80,6	80,1	87,3	84,5	0,95	0,08	1,65	0,18	10,1

Para área explorada: AE = número de anos antes da exploração; DE = número de anos decorridos após a exploração.

¹ Valores de probabilidade acima de 0,05 são considerados não significativos, ou seja, aceita-se a hipótese nula.

Tabela 3 Valores dos testes de normalidade de Shapiro Wilks e do teste F da análise de variância obtidos para o índice de Shannon, em cada tratamento e a cada ano de medição, na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Medições	Ano	Índice de Shannon					Análise de variância				
		T0	T1	T2	T3	T4	W	Pr>W ¹	F	Pr>F ¹	CV
1 AE	1981	----	3,60	3,63	3,78	3,69	0,94	0,05	1,22	0,32	6,7
1 DE	1983	3,81	3,55	3,56	3,67	3,64	0,94	0,05	1,33	0,28	6,8
5 DE	1987	3,81	3,63	3,66	3,78	3,70	0,97	0,47	1,62	0,19	4,8
7 DE	1989	3,81	3,66	3,69	3,79	3,72	0,97	0,24	1,23	0,31	4,6
13 DE	1995	3,83	3,68	3,69	3,82	3,73	0,95	0,06	1,48	0,23	4,6
21 DE	2003	3,82	3,73	3,74	3,85	3,75	0,97	0,35	1,49	0,22	3,8

Para área explorada: AE = número de anos antes da exploração; DE = número de anos decorridos após a exploração.

¹ Valores de probabilidade acima de 0,05 são considerados não significativos, ou seja, aceita-se a hipótese nula.

O índice de equabilidade também se manteve praticamente constante. Os tratamentos T2 e T3 apresentaram pequena queda, um ano após a exploração, mas

recuperaram-se nos anos posteriores. A testemunha foi a área mais uniforme mantendo-se acima de 0,75 durante todo o período (Figura 1c).

A exploração madeireira e o tratamento silvicultural, realizados na área, independente da intensidade aplicada, não provocaram alterações significativas no número de espécies, diversidade e equabilidade. Algumas espécies madeireiras extraídas mais intensivamente durante a exploração estão, até o momento, ausentes na área de alguns tratamentos, todavia, houve o ingresso de outras espécies que não estavam presentes durante a primeira coleta de dados, o que contribuiu para manter constante a diversidade e a equabilidade. Nenhuma das espécies sem valor comercial conhecido, aneladas como parte dos tratamentos silviculturais, foram eliminadas da área, apenas as quantidades relativas dos indivíduos dessas espécies foram reduzidas visando beneficiar as de valor comercial madeireiro, preservando-se com isso a riqueza e a diversidade florística do povoamento.

Apesar de não terem sido encontradas diferenças estatísticas significativas entre o número de espécies e o índice de diversidade entre os tratamentos, as mudanças ocorridas ao longo do período de avaliação e o efeito das intervenções sobre a composição florística foram diferenciadas para cada área. Essas especificidades são discutidas separadamente para cada tratamento.

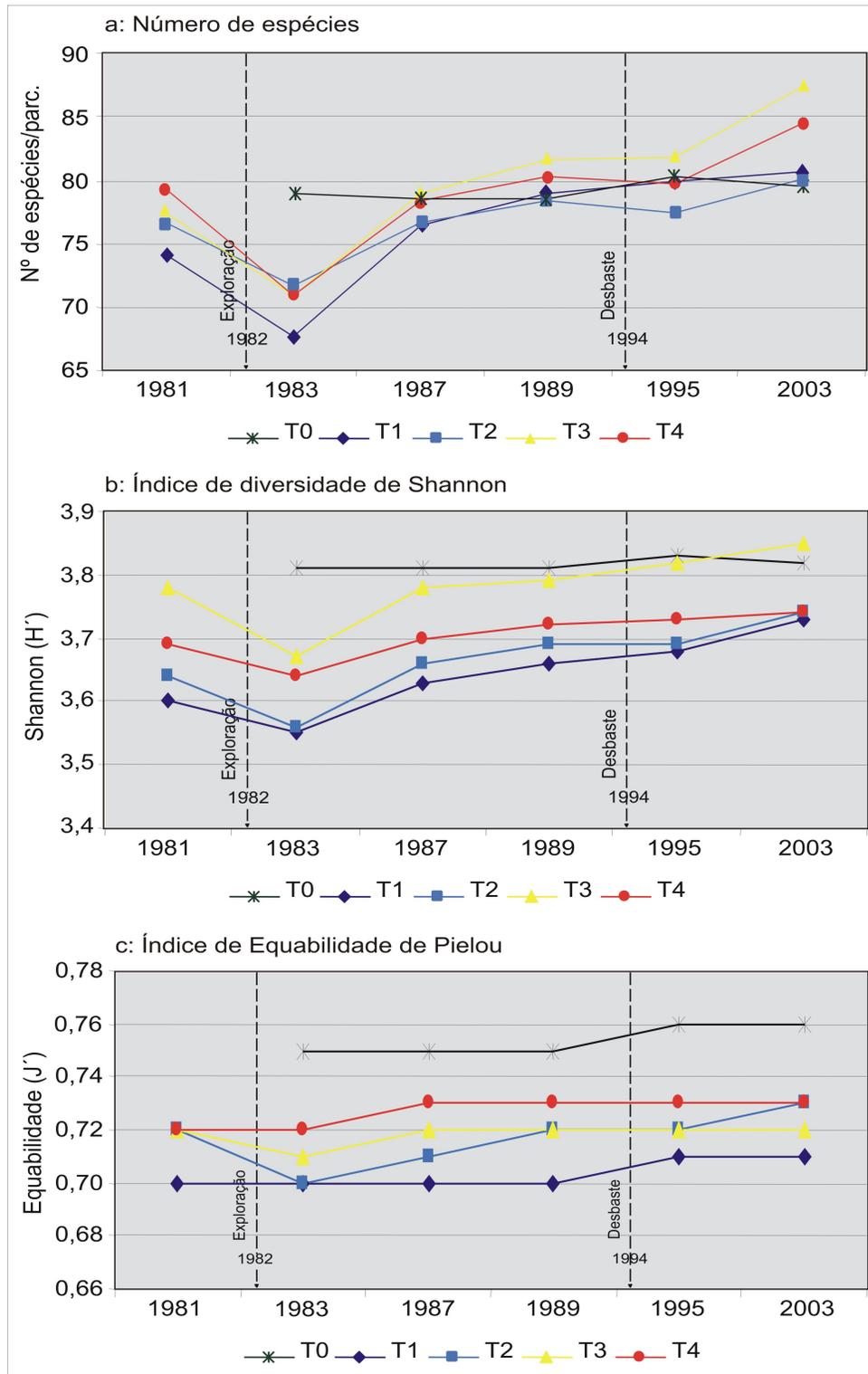


Figura 1 - Número de espécies.parcela⁻¹ (a), índice de diversidade de Shannon (b) e índice de equabilidade de Pielou (c) por tratamento e ano de medição em uma área de 10,25ha na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Tabela 4 Mudanças na composição florística durante o período de 1981-2003 em 2,5ha no tratamento T1. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Espécies	1981-1983		1983-1987		1987-1989		1989-1995		1995-2003		Grupo Ecol.
	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	
<i>Ambelania grandiflora</i>				+							Tol.
<i>Caryocar villosum</i> *				+							Pio.
<i>Cecropia sciadophylla</i>				+							Pio.
<i>Dimorphandra gardneriana</i>				+							Pio.
<i>Ficus anthelminthica</i>				+				#			Tol.
<i>Parinarium barbatum</i>				+							Tol.
<i>Pithecelobium scandens</i>				+							Pio.
<i>Protium subserratum</i>				+							Tol.
<i>Siparuna decipiens</i>				+							Tol.
<i>Vismia japurensis</i>				+							Pio.
<i>Inga heterophylla</i>								#			Pio.
<i>Vatairea sericea</i> *								#			Pio.
<i>Crudia</i> sp.									#		Tol.
<i>Mezilaurus</i> sp.									#		Tol.
<i>Guatteria</i> sp.									#		Tol.
<i>Pithecelobium cauliflourum</i>						+					Pio.
<i>Sapium marmieri</i>						+					Tol.
<i>Tachigali</i> sp.								+			Pio.
<i>Diploptropis purpúrea</i> *										+	Tol.
<i>Mezilaurua itauba</i> *										+	Tol.
<i>Poecilanthé effusa</i>										+	Tol.
<i>Saccoglottis amazonica</i>										+	Tol.
<i>Sclerolobium</i> sp.										+	Pio.
<i>Tabebuia impetiginosa</i> *										+	Pio.

* Espécies de valor comercial, ¹D (#) = espécies que desapareceram devido a mortalidade de todos os seus representantes com DAP \geq 5,0cm, ²I (+) = espécies que ingressaram (atingiram 5,0cm de diâmetro no período)

Considerando todo o período de avaliação, a área do T1 perdeu 16 espécies devido a mortalidade de todos os seus representantes dentro do limite de diâmetro considerado (DAP \geq 5,0cm). Destas, sete reapareceram na área nos anos posteriores através do crescimento de indivíduos presentes na regeneração natural e apenas as espécies *Bertholletia excelsa*, *Virola divergens*, *Cecropia* sp., *Ficus anthelminthica*, *Inga heterophylla*, *Vatairea sericea*, *Crudia* sp., *Mezilaurus* sp., e *Guatteria* sp. ainda não reapareceram nas parcelas até o momento. Por outro lado, houve o surgimento de 24 espécies que não estavam presentes no primeiro levantamento, realizado antes da exploração o que gera um balanço positivo em termos de entrada e saída de espécies no período considerado (Tabela 4).

O grupo de espécies com valor comercial madeireiro, que no primeiro levantamento constituía 32,5% do total de espécies da área, também teve um pequeno aumento, com o acréscimo de seis espécies, passando para 33% do total. As espécies tolerantes a sombra dominaram o povoamento, mantendo-se com aproximadamente 70% do total de espécies durante todo o período.

As 10 espécies mais abundantes, considerando a última medição (2003), contribuíram com 45% do total de indivíduos.ha⁻¹. *Rinorea flavescens* foi a mais abundante com 8,4% do total, seguida de *Inga* sp. (7,6%), *Pouteria* sp. (5,8%) e *Protium apiculatum* (5,5%) (Tabela 5). Essas espécies dominam o dossel inferior da floresta, tendo mais de 70% de seus indivíduos concentrados nas classes inferiores de diâmetro (5,0cm ≤ DAP ≤ 15,0cm).

Tabela 5 Número de indivíduos por hectare (DAP ≥ 5,0 cm) das espécies mais abundantes em 2,5ha no tratamento T1, ano de 2003. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Espécies	Família	Grupo ecológico	Número de arv.ha⁻¹
<i>Rinorea flavescens</i>	Violaceae	Tolerante	98,4
<i>Inga</i> sp.	Fabaceae	Pioneira	89,2
<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae	Tolerante	68,0
<i>Protium apiculatum</i>	Burseraceae	Tolerante	63,6
<i>Rinorea guianensis</i>	Violaceae	Tolerante	48,0
<i>Bixa arborea</i>	Bixaceae	Pioneira	38,4
<i>Duguetia echinophora</i>	Annonaceae	Tolerante	37,2
<i>Cecropia sciadophylla</i>	Moraceae	Pioneira	31,6
<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae	Tolerante	27,2
<i>Neea</i> sp.	Nyctaginaceae	Tolerante	23,2
Subtotal (10 espécies)	--	--	524,8 (45,0%)
Outras (175 espécies)	--	--	641,6 (55,0%)
Total (185 espécies)	--	--	1166,4 (100%)

3.3.1.2 Tratamento T2: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP ≥ 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 20% de redução da área basal original (1,75ha).

O balanço entre a entrada e a saída de espécies no tratamento T2, considerando todo o período, foi positivo, com o desaparecimento por mortalidade de 15 espécies e o ingresso de 22 que estavam ausentes no primeiro levantamento (Tabela 6).

Tabela 6 Mudanças na composição florística durante o período de 1981-2003 em 1,75ha no tratamento T2. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Espécies	1981-1983		1983-1987		1987-1989		1989-1995		1995-2003		Grupo Ecol.
	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	
<i>Didymopanax morototoni</i> *	#			+							Pio.
<i>Bertholletia excelsa</i> *	#			+							Pio.
<i>Caryocar villosum</i> *	#							+			Pio.
<i>Calophyllum brasiliensis</i> *	#										Tol.
<i>Endopleura uchi</i> *		+									Tol.
<i>Cecropia leucoma</i>		+									Pio.
<i>Sclerolobium guianensis</i>		+									Pio.
<i>Dipteryx odorata</i> *			#								Pio.
<i>Aegiphilla</i> sp.				+							Pio.
<i>Ambelania grandiflora</i>				+							Tol.
<i>Sapium marmieri</i>				+							Tol.
<i>Schyzolobium amazonicum</i> *				+							Pio.
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>				+							Pio.
<i>Castilla ulei</i>				+							Tol.
<i>Eugenia patrisii</i>				+							Tol.
<i>Jacaratia spinosa</i>				+	#						Pio.
<i>Solanum rugosum</i>				+				#			Pio.
<i>Dimorphandra gardneriana</i>								#			Pio.
<i>Eugenia</i> sp.								#			Tol.
<i>Myrcia</i> sp.								#			Tol.
<i>Duroia macrophylla</i>								#			Tol.
<i>Joannesia heveoides</i>						+					Tol.
<i>Cecropia</i> sp.									#		Pio.
<i>Aspidosperma desmanthum</i> *									#		Tol.
<i>Maytenus pruinosa</i>									#		Tol.
<i>Aniba</i> sp.*									#		Tol.
<i>Bellucia</i> sp.								+			Pio.
<i>Simaruba amara</i> *								+			Pio.
<i>Siparuna decipiens</i>								+			Tol.
<i>Fagara pentandra</i>								+			Pio.
<i>Protium opacum</i>										+	Tol.
<i>Guatteria</i> sp.										+	Tol.
<i>Tachigali</i> sp.										+	Pio.
<i>Annona ambotay</i>										+	Tol.
<i>Bombax globosum</i> *										+	Pio.
<i>Dinizia excelsa</i> *										+	Pio.
<i>Pterocarpus amazonicus</i>										+	Tol.

* Espécies de valor comercial, ¹D (#) = espécies que desapareceram devido a mortalidade de todos os seus representantes com DAP \geq 5,0cm, ²I (+) = espécies que ingressaram (atingiram 5,0cm de diâmetro no período)

Das 15 espécies que desapareceram, três reapareceram na área nos anos posteriores devido ao crescimento e ingresso de novos indivíduos. Duas (*Jacaratia spinosa* e *Solanum rugosum*) não estavam presentes no extrato arbóreo no primeiro levantamento, somente ingressaram e desapareceram da área em um curto período de

tempo (dois e oito anos). As demais (10 espécies) ainda encontram-se ausentes nas parcelas amostradas para o tratamento. (Tabela 6).

Em relação ao grupo de valor comercial, a área do T2 perdeu sete espécies por mortalidade (quatro devido a extração de madeira pela exploração). Destas, três reingressaram na área nos anos posteriores e somente as espécies *Calophyllum brasiliensis*, *Dipteryx odorata*, *Aspidosperma desmanthum* e *Aniba* sp. ainda não reapareceram na área. Por outro lado, ingressaram no povoamento cinco novas espécies importantes do ponto de vista comercial madeireiro (*Endopleura uchi*, *Schyzolobium amazonicum*, *Simaruba amara*, *Bombax globosum* e *Dinizia excelsa*) que, se permanecerem na área, poderão fazer parte do conjunto de espécies para uma próxima colheita (Tabela 6).

O grupo de espécies tolerantes a sombra dominou o povoamento durante todo o período, mas sofreu redução em aproximadamente 3%, mesma proporção do aumento no grupo das pioneiras.

As dez espécies mais importantes em termos de abundância, considerando a última medição (2003), contribuíram com 46% do número total de indivíduos.ha⁻¹. Dentre elas destaca-se *Rinorea flavescens* com aproximadamente 12%. Esta espécie é amplamente distribuída na área e domina o sub-bosque da floresta possuindo 85% de seus indivíduos com diâmetro inferior a 10cm (Tabela 7).

Tabela 7 Número de indivíduos por hectare (DAP ≥ 5,0 cm) das espécies mais abundantes em 1,75ha no tratamento T2, ano de 2003. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Espécies	Família	Grupo ecológico	Número de arv.ha⁻¹
<i>Rinorea flavescens</i>	Violaceae	Tolerante	141,1
<i>Inga</i> sp.	Fabaceae	Pioneira	74,9
<i>Protium apiculatum</i>	Burseraceae	Tolerante	69,1
<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae	Tolerante	68,0
<i>Rinorea guianensis</i>	Violaceae	Tolerante	51,4
<i>Jacaranda copaia</i> *	Bignoniaceae	Pioneira	33,7
<i>Guarea kunthiana</i>	Meliaceae	Tolerante	23,4
<i>Eschweilera odora</i>	Lecythidaceae	Tolerante	22,9
<i>Eschweilera blanchetiana</i>	Lecythidaceae	Tolerante	20,6
<i>Neea</i> sp.	Nyctaginaceae	Tolerante	20,6
	--	--	
Subtotal (10 espécies)			525,7 (46 %)
Outras (162 espécies)	--	--	617,3 (54 %)
Total (172 espécies)	--	--	1143,4 (100 %)

3.3.1.3 Tratamento T3: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP \geq 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 30% de redução da área basal original (3,0ha).

A área do tratamento T3 foi bastante dinâmica em termos de entrada e saída de espécies ao longo do período de acompanhamento, com o desaparecimento de 24, devido à mortalidade de todos os seus representantes, e o ingresso de 41 espécies (Tabela 8).

Das 24 espécies que desapareceram, sete reingressaram na área nos anos posteriores devido ao crescimento, até o limite mínimo de DAP considerado (\geq 5,0cm), de indivíduos presentes na regeneração natural. *Dimorphandra gardneriana*, *Dinizia excelsa*, *Licaria armeniaca* e *Peltogyne paradoxa* não estavam presentes nem no primeiro nem no último levantamento. Elas mantiveram-se na comunidade por curto período de tempo, ingressando e morrendo durante os inventários intermediários (Tabela 8).

Entre as 41 espécies que ingressaram nas parcelas do T3, 30 não estavam presentes na primeira medição em 1981 e mantiveram-se até o último levantamento em 2003, o que representa um acréscimo de aproximadamente 16% no número de espécies. A abertura de dossel provocada pela colheita de madeira e pelo desbaste teve um efeito positivo à entrada de novas espécies no povoamento.

Em termos de valor comercial madeireiro o tratamento T3 perdeu cinco espécies. Entre elas, *Ocotea rubra* foi totalmente extraída durante a exploração e até o momento não reapareceu na área experimental. As demais, *Roupala* sp., *Cordia goeldiana*, *Enterolobium schomburgkii* e *Parkia gigantocarpa* desapareceram por mortalidade natural ou por danos em consequência das atividades de exploração. Por outro lado, ingressaram no povoamento 11 espécies comercializadas no mercado madeireiro, sendo 9 pioneiras de rápido crescimento que se beneficiaram da maior entrada de luz na floresta (Tabela 8).

Tabela 8 Mudanças na composição florística durante o período de 1981-2003 em 3,0ha no tratamento T3. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Espécies	1981-1983		1983-1987		1987-1989		1989-1995		1995-2003		Grupo Ecol.
	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	
<i>Protium sagotianum</i>	#			+							Tol.
<i>Vismia japurensis</i>	#					+					Pio.
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>	#								+		Pio.
<i>Erismia uncinatum</i> *	#								+		Pio.
<i>Ambelania grandiflora</i>	#								+		Tol.
<i>Ocotea rubra</i> *	#										Tol.
<i>Gustavia augusta</i>	#										Tol.
<i>Roupala</i> sp.*	#										Tol.
<i>Eugenia patrisii</i>		+									Tol.
<i>Aegiphilla</i> sp.				+							Pio.
<i>Bellucia</i> sp.				+							Pio.
<i>Caryocar villosum</i> *				+							Pio.
<i>Cecropia sciadophylla</i>				+							Pio.
<i>Didymopanax morototoni</i> *				+							Pio.
<i>Pterocarpus rohrii</i>				+							Tol.
<i>Eschweilera amazonica</i>				+							Tol.
<i>Cassia letandra</i>				+							Pio.
<i>Diplostropis purpurea</i> *				+							Tol.
<i>Capiona huberiana</i>				+							Tol.
<i>Dimorphandra gardneriana</i>				+					#		Pio.
<i>Dinizia excelsa</i> *				+				#			Pio.
<i>Annona ambotay</i>				+				#		+	Tol.
<i>Cecropia</i> sp.								#			Pio.
<i>Ficus anthelminthica</i>								#			Tol.
<i>Emmotum fagifolium</i>								#		+	Tol.
<i>Crudia</i> sp.								#			Tol.
<i>Licaria armeniaca</i>							+	#			Tol.
<i>Rinorea macrocarpa</i>							+				Tol.
<i>Peltogyne paradoxa</i> *							+			#	Tol.
<i>Fagara pentandra</i>										#	Pio.
<i>Cordia goeldiana</i> *						#					Pio.
<i>Dipteryx odorata</i> *									+		Pio.
<i>Eugenia paraensis</i>									+		Tol.
<i>Sapium marmieri</i>									+		Tol.
<i>Parinarium barbatum</i>									+		Tol.
<i>Vatairea sericea</i> *									+		Pio.
<i>Abarema</i> sp.*									+		Pio.
<i>Vochysia máxima</i> *									+		Pio.
<i>Bombax</i> sp.										#	Pio.
<i>Vismia</i> sp.										#	Pio.
<i>Enterolobium schomburgkii</i> *										#	Pio.
<i>Enterolobium</i> sp.										#	Pio.
<i>Parkia gigantocapa</i> *										#	Pio.
<i>Protium opacum</i>										+	Tol.

Tabela 8 Mudanças na composição florística durante o período de 1981-2003 em 3,0ha no tratamento T3. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Espécies	1981-1983		1983-1987		1987-1989		1989-1995		1995-2003		Grupo Ecol.		
	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I			
<i>Inga alba</i>											+	Pio.	
<i>Pithecelobium scandens</i>												+	Pio.
<i>Poecilante effusa</i>												+	Tol.
<i>Cedrela huberi</i> *												+	Pio.
<i>Cedrela odorata</i> *												+	Pio.
<i>Bagassa guianensis</i> *												+	Pio.
<i>Pourouma paraensis</i>												+	Pio.
<i>Virola sp.</i> *												+	Tol.
<i>Coccoloba latifolia</i>												+	Pio.

* Espécies de valor comercial, ¹D (#) = espécies que desapareceram devido a mortalidade de todos os seus representantes com DAP \geq 5,0cm, ²I (+) = espécies que ingressaram (atingiram 5,0cm de diâmetro no período)

Comparando-se a primeira com a última medição, o grupo das espécies pioneiras, que constituía aproximadamente 30% do total de espécies da área, teve um acréscimo de 9 espécies, passando para 32%.

As 10 espécies mais abundantes, considerando a última medição (2003), contribuíram com 42% do número total de indivíduos.ha⁻¹. *Inga sp.* foi a mais abundante com 10,5% do total, seguida de *Protium apiculatum* (8,0%), *Pouteria sp.* (4,2%) e *Neea sp.* (3,9%) (Tabela 9).

Tabela 9 Número de indivíduos por hectare das espécies mais abundantes em 3,0ha no tratamento T3, ano 2003. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Espécies	Família	Grupo ecológico	Número de arv.ha ⁻¹
<i>Inga sp.</i>	Fabaceae	Pioneira	137,7
<i>Protium apiculatum</i>	Burseraceae	Tolerante	105,3
<i>Pouteria sp.</i>	Sapotaceae	Tolerante	55,3
<i>Neea sp.</i>	Nyctaginaceae	Tolerante	51,3
<i>Duguetia echinophora</i>	Annonaceae	Tolerante	50,7
<i>Jacaranda copaia</i> *	Bignoniaceae	Pioneira	37,3
<i>Rinorea flavescens</i>	Violaceae	Tolerante	31,0
<i>Ocotea sp.</i>	Lauraceae	Tolerante	29,7
<i>Rinorea guianensis</i>	Violaceae	Tolerante	28,3
<i>Perebea guianensis</i>	Moraceae	Tolerante	25,7
Subtotal (10 espécies)	--	--	552,3 (42,0%)
Outras (192 espécies)	--	--	761,7 (58,0%)
Total (202 espécies)	--	--	1314,0 (100%)

Estas espécies estão bem distribuídas em toda a área experimental, porém possuem em torno de 85% de seus indivíduos concentrados nas classes inferiores de diâmetro ($5,0\text{cm} \leq \text{DAP} \leq 15,0\text{cm}$).

3.3.1.4 Tratamento T4: Exploração de espécies comerciais madeiras com DAP $\geq 55\text{cm}$ + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 50% de redução da área basal original (1,5ha).

A área do tratamento T4 também apresentou grande dinâmica em termos de entrada e saída de espécies durante os 22 anos de acompanhamento, com o desaparecimento de 35, devido à mortalidade de todos os seus representantes dentro do limite de diâmetro considerado, e o ingresso de 34 espécies (Tabela 10).

No primeiro período (1981-1983), 13 espécies presentes no levantamento realizado antes da exploração não foram encontradas na área, em consequência das atividades de extração de madeira realizada em 1982. Destas, seis reapareceram nos anos posteriores (Tabela 10).

Logo após a extração madeira e no período seguinte (1983-1987), observou-se o ingresso de 14 novas espécies, sendo 11 pioneiras (Tabela 10).

Tabela 10 Mudanças na composição florística durante o período de 1981-2003 em 1,5ha no tratamento T4. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Espécies	1981-1983		1983-1987		1987-1989		1989-1995		1995-2003		Grupo Ecol.
	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	
<i>Byrsonima crista</i>	#			+						+	Pio.
<i>Didymopanax morototoni</i> *	#			+							Pio.
<i>Dimorphandra gardneriana</i>	#			+							Pio.
<i>Emmotum fagifolium</i>	#							+			Tol.
<i>Dinizia excelsa</i> *	#									+	Pio.
<i>Goupia glabra</i> *	#									+	Pio.
<i>Calophyllum brasiliensis</i> *	#										Tol.
<i>Cariniana</i> sp.*	#										Tol.
<i>Manilkara paraensis</i> *	#										Tol.
<i>Aniba</i> sp.*	#										Tol.
<i>Eperua bijuga</i>	#										Tol.
<i>Gustavia augusta</i>	#										Tol.
<i>Mezilaurus</i> sp.	#										Tol.
<i>Pourouma cecropiaefolia</i>		+				#					Pio.
<i>Cecropia sciadophylla</i>		+									Pio.
<i>Jacaratia spinosa</i>		+								#	Pio.

Tabela 10 Mudanças na composição florística durante o período de 1981-2003 em 1,5ha no tratamento T4. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Espécies	1981-1983		1983-1987		1987-1989		1989-1995		1995-2003		Grupo Ecol.
	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	
<i>Symphonia globulifera</i> *		+									Pio.
<i>Tabebuia impetiginosa</i> *		+									Pio.
<i>Cecropia</i> sp.			#								Pio.
<i>Phyllanthus nobilis</i>			#								Tol.
<i>Theobroma subincanum</i>			#								Pio.
<i>Aegiphilla</i> sp.				+							Pio.
<i>Bagassa guianensis</i> *				+							Pio.
<i>Bellucia</i> sp.				+							Pio.
<i>Ficus anthelminthica</i>				+							Tol.
<i>Jacaranda copaia</i> *				+							Pio.
<i>Miconia</i> sp.				+							Pio.
<i>Pouteria</i> sp.				+							Tol.
<i>Vismia japurensis</i>				+							Pio.
<i>Aniba canelila</i> *					#						Tol.
<i>Licaria armeniaca</i>						+					Tol.
<i>Mabea</i> sp.						+			#		Tol.
<i>Parkia</i> sp.						+					Pio.
<i>Brosimum lactescens</i>							#				Tol.
<i>Hymenolobium excelsum</i> *							#				Pio.
<i>Luehea speciosa</i>							#				Tol.
<i>Annona</i> sp.							#				Tol.
<i>Ouratea aquatica</i>							#				Tol.
<i>Stryphnodendron barbatimam</i>							#			+	Pio.
<i>Ambelania</i> sp.								+			Tol.
<i>Dipteryx odorata</i> *								+			Pio.
<i>Fagara pentandra</i>								+			Pio.
<i>Pourouma paraensis</i>								+			Pio.
<i>Simaruba amara</i> *								+			Pio.
<i>Tachigali</i> sp.								+			Pio.
<i>Vismia</i> sp.								+			Pio.
<i>Aniba duckei</i>									#		Tol.
<i>Brosimum obovata</i>									#		Tol.
<i>Couepia bracteosa</i>									#		Tol.
<i>Endopleura uchi</i> *									#		Tol.
<i>Lindackeria paraensis</i>									#		Tol.
<i>Eugenia</i> sp.									#		Tol.
<i>Ocotea caniculata</i>									#		Tol.
<i>Swartzia stipulifera</i>									#		Tol.
<i>Virola divergens</i> *									#		Tol.
<i>Inga alba</i>										+	Pio.
<i>Ormosia discolor</i>										+	Pio.
<i>Protium opacum</i>										+	Tol.
<i>Sclerolobium guianensis</i>										+	Pio.

* Espécies de valor comercial, ¹D (#) = espécies que desapareceram devido a mortalidade de todos os seus representantes com DAP \geq 5,0cm, ²I (+) = espécies que ingressaram (atingiram 5,0cm de diâmetro no período)

Nos dois últimos períodos (1989-1995 e 1995-2003) a aplicação do tratamento silvicultural, realizada em 1994, provocou nova aceleração na dinâmica da comunidade, com o desaparecimento de 17 espécies e o ingresso de 16, sendo 12 delas pioneiras (Tabela 10).

Comparando-se o primeiro e o último levantamento, verificou-se que a maior abertura no dossel, ocasionada pelas intervenções, favoreceram as espécies pioneiras, que se beneficiaram da maior entrada de luz na floresta e aumentaram em torno de 10% sua participação na comunidade. O grupo com valor comercial madeireiro sofreu redução de duas espécies (0,4%).

As dez espécies mais abundantes na área, considerando a última medição (2003), contribuíram com 45% do número total de indivíduos. *Inga* sp. foi a mais abundante com 13% do total, seguida de *Rinorea flavescens* com 8% e *Protium apiculatum* com 6% (Tabela 11). Entre as mais abundantes merece destaque *Jacaranda copaia*, uma heliófila atualmente comercializada no mercado madeireiro. Esta espécie não estava presente na comunidade (DAP \geq 5,0cm) no primeiro levantamento e foi beneficiada pela abertura de dossel promovida durante a extração madeireira de tal forma que, cinco anos após a exploração, em 1997, ela já estava entre as mais abundantes com aproximadamente 41 indivíduos por hectare.

Tabela 11 Número de indivíduos por hectare das espécies mais abundantes 1,5ha no tratamento T4, ano 2003. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Espécies	Família	Grupo ecológico	Número de arv.ha ⁻¹
<i>Inga</i> sp.	Fabaceae	Pioneira	180,7
<i>Rinorea flavescens</i>	Violaceae	Tolerante	111,3
<i>Protium apiculatum</i>	Burseraceae	Tolerante	84,0
<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae	Tolerante	54,0
<i>Jacaranda copaia</i> *	Bignoniaceae	Pioneira	52,0
<i>Rinorea guianensis</i>	Violaceae	Tolerante	38,7
<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae	Tolerante	31,3
<i>Neea</i> sp.	Nyctaginaceae	Tolerante	30,0
<i>Duguetia echinophora</i>	Annonaceae	Tolerante	28,7
<i>Bixa arborea</i>	Moraceae	Tolerante	23,3
Subtotal (10 espécies)	--	--	634,0 (46%)
Outras (152 espécies)	--	--	744,7 (54%)
Total (162 espécies)	--	--	1378,7 (100%)

* Espécies de valor comercial

3.3.1.5 Tratamento T0: Testemunha, área sem intervenção (1,5ha).

A área controle (T0), apresentou uma discreta dinâmica durante o período de acompanhamento, pois houve a saída de 12 espécies e o ingresso de 10 (Tabela 12).

A espécie *Parinariium barbatum* que desapareceu entre o primeiro e o segundo levantamento voltou a ser encontrada nas parcelas, oito anos depois, no inventário realizado em 1995. Outras espécies como *Didymopanax morototoni*, *Cecropia sciadophylla*, *Cecropia leucoma* e *Jacaratia spinosa*, que necessitam de grande intensidade luminosa para seu desenvolvimento, estavam restritas a áreas de clareiras e desapareceram provavelmente devido ao fechamento do dossel dessas áreas, dando lugar a espécies de estágios seriais posteriores (Tabela 12).

Tabela 12 Mudanças na composição florística durante o período de 1983-2003 em 1,5ha no tratamento T0. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Espécies	1983-1987		1987-1989		1989-1995		1995-2003		Grupo Ecol.
	D	I	D	I	D	I	D	I	
<i>Parinariium barbatum</i>	#					+			Tol.
<i>Apuleia molaris</i> *	#								Pio.
<i>Protium subserratum</i>		+							Tol.
<i>Enterolobium</i> sp.		+							Pio.
<i>Annona ambotay</i>			#						Tol.
<i>Didymopanax morototoni</i> *			#						Pio.
<i>Guatteria ovalifolia</i>			#						Tol.
<i>Diploptropis purpurea</i> *			#						Tol.
<i>Protium sagotianum</i>				+					Tol.
<i>Dimorphandra gardneriana</i>						+			Pio.
<i>Aspidosperma duckei</i>						+			Tol.
<i>Pterocarpus amazonicus</i>						+			Tol.
<i>Cecropia sciadophylla</i>							#		Pio.
<i>Cecropia leucoma</i>							#		Pio.
<i>Emmotum fagifolium</i>							#		Tol.
<i>Jacaratia spinosa</i>							#		Pio.
<i>Miconia</i> sp.							#		Pio.
<i>Vismia japurensis</i>							#		Pio.
<i>Protium opacum</i>								+	Tol.
<i>Tachigali</i> sp.								+	Pio.
<i>Vochysia maxima</i> *								+	Pio.

Espécies de valor comercial, ¹D (#) = espécies que desapareceram devido a mortalidade de todos os seus representantes com DAP \geq 5,0cm, ²I (+) = espécies que ingressaram (atingiram 5,0cm de diâmetro no período)

Em termos de valor comercial madeireiro a área testemunha perdeu as espécies *Apuleia molaris*, *Didymopanax morototoni* e *Diplotropis purpurea* e ocorreu o ingresso de *Vochysia maxima*. O grupo ecológico das espécies tolerantes a sombra dominou o povoamento, mantendo-se acima de 70% do número total de espécies durante todo o período.

As dez espécies mais importantes em termos de abundância, considerando a última medição (2003), contribuíram com aproximadamente 45% do número total de indivíduos.ha⁻¹. Estas espécies dominam o sub-bosque da floresta e estão bem distribuídas em toda a área, estando presentes em grande número durante todo o período de acompanhamento. Dentre elas destacam-se *Rinorea guianensis* com 86,0 indivíduos.ha⁻¹, seguida de *Protium apiculatum* com 81,3.ha⁻¹ e *Duguetia echinophora* com 72,0.ha⁻¹ (Tabela 13).

Tabela 13 Número de indivíduos por hectare das espécies mais abundantes 1,5ha no tratamento T0, ano 2003. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Espécies	Família	Grupo ecológico	Número de arv.ha ⁻¹
<i>Rinorea guianensis</i>	Violaceae	Tolerante	86,0
<i>Protium apiculatum</i>	Burseraceae	Tolerante	81,3
<i>Duguetia echinophora</i>	Annonaceae	Tolerante	72,0
<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae	Tolerante	56,7
<i>Inga</i> sp.	Fabaceae	Pioneira	44,0
<i>Eperua bijuga</i>	Fabaceae	Tolerante	30,0
<i>Eschweilera blanchetiana</i>	Lecythidaceae	Tolerante	28,7
<i>Eschweilera odora</i>	Lecythidaceae	Tolerante	28,7
<i>Guarea kunhtiana</i>	Meliaceae	Tolerante	25,3
<i>Perebea guianensis</i>	Moraceae	Tolerante	24,0
Subtotal (10 espécies)	--	--	476,7 (44,7%)
Outras (146 espécies)	--	--	589,3 (55,3%)
Total (156 espécies)	--	--	1066,0 (100%)

3.4 Discussão

Os distúrbios são fortes agentes de modificação na composição florística e estrutura das florestas tropicais por causar diferentes graus de abertura no dossel (Clark, 1990; Denslow, 1995) e constituem importante fator a ser considerado no manejo sustentável dessas florestas.

Como resultado da extração de madeira e dos tratamentos silviculturais aplicados, ocorreram mudanças na composição florística, sendo a dinâmica dessas mudanças diretamente relacionada com a intensidade do tratamento e a conseqüente abertura no dossel da floresta.

De maneira geral as duas intervenções realizadas provocaram a diminuição da riqueza florística logo após sua aplicação. Todavia com o passar do tempo a abertura no dossel estimulou a entrada de novas espécies no povoamento de tal forma que, 21 anos depois da exploração e nove após os desbastes, todos os tratamentos, apresentaram aumento no número de espécies em relação à primeira medição, realizada antes de qualquer intervenção. Por outro lado, na área testemunha, apesar de ter ocorrido discreta dinâmica entre a entrada e saída de espécies, não houve aumento na riqueza florística durante o período avaliado.

A diminuição no número de espécies logo após a exploração e posterior recuperação e aumento na diversidade florística também foi observado por Silva (2004) em Paragominas-PA, onde a redução na diversidade logo após a intervenção foi de 8% para a área explorada convencionalmente e 6% para a área explorada com técnicas de manejo de impacto reduzido. Sete anos após, houve o aumento no número de espécies, principalmente na área da exploração convencional. A mesma tendência foi observada por Nicholson et al. (1988) em Queensland na Austrália e Carvalho (1992) na Flona Tapajós, Brasil.

O aumento na riqueza de espécies arbóreas após a intervenção tem sido reportado por diversos autores em florestas tropicais. Magnusson et al. (1999), estudando uma floresta ao norte de Manaus no Amazonas, verificou que nas parcelas onde ocorreu extração de madeira houve um aumento significativo na riqueza de espécies em relação às parcelas testemunha. Plumptre (1996) realizando pesquisas na reserva florestal de Budongo, na Uganda, observou que áreas exploradas e tratadas com arboricida tiveram aumento no número de espécies em relação à floresta primária sem intervenção.

Alguns resultados encontrados na literatura apontam, todavia, em outra direção. Johns (1988) menciona que as atividades de exploração, em área de pesquisa no Oeste da Malásia, não afetaram as proporções relativas de diferentes famílias, havendo uma

alta correlação entre a abundância destas antes e após a exploração. Okali & Ola-Adams (1987), estudando uma área onde foi realizada exploração, corte de cipós e envenenamento de espécies não comerciais na Reserva Florestal de Omo, na Nigéria, concluiu que, 28 anos após a intervenção, o número de espécies e famílias permaneceu similar e o tratamento não conseguiu induzir um estoque desejável de espécies econômicas como era o esperado. Wagner (1997), observou que a exploração reduziu em 15% o número de espécies no extrato arbóreo (DAP > 10) mesmo após 14 anos, em uma floresta primária na Costa Rica.

A extração de madeira e os desbastes, realizados no presente estudo, provocaram o aumento na quantidade de espécies pioneiras, alterando o balanço entre os grupos ecológicos. Porém essa alteração só foi expressiva no tratamento T4 (50% de redução da área basal) onde o aumento no número de espécies pioneiras foi de 10%. Nos demais tratamentos esse valor ficou em torno de 2% a 3%.

A mesma tendência foi observada por Silva et al. (1995), 13 anos após a exploração, na região do Tapajós, onde a extração de madeira alterou a composição florística, reduzindo o número das espécies tolerantes e estimulando o aumento das pioneiras.

3.5 Conclusão

- A composição florística na área do presente estudo mostrou-se bastante dinâmica em relação à entrada e saída de espécies em todos os tratamentos, exceto no T0.
- A extração de madeira e os desbastes induziram o aumento na riqueza florística de todos os tratamentos, principalmente no T3, onde houve o acréscimo de aproximadamente 10 espécies, seis gêneros e duas famílias. Apesar disso, não foram constatadas diferenças estatísticas significativas no número de espécies e na diversidade, medida pelo índice de Shannon, entre os tratamentos em nenhum período de medição.

- Em relação ao grupo de valor comercial madeireiro, os tratamentos T1 e T3 mostraram-se mais eficientes, com o aumento de seis espécies, embora isso represente apenas 0,5% em relação ao número total.

4 EFEITO DA EXPLORAÇÃO DE MADEIRA E TRATAMENTOS SILVICULTURAIS SOBRE A ESTRUTURA HORIZONTAL DE UMA ÁREA DE 136ha NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, BELTERRA-PARÁ.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi analisar o efeito de quatro intensidades de redução da área basal, representadas pela exploração e desbastes sistemáticos, na estrutura do extrato arbóreo, durante um período de 22 anos. O experimento se localiza na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará, a altura do km 114 da Rodovia Santarém-Cuiabá. O delineamento estatístico utilizado foi Blocos ao Acaso com 4 repetições onde foram testados os seguintes tratamentos: T0: controle, representado pela floresta não explorada; T1: Abate de árvores comerciais com $DAP \geq 45\text{cm}$, sem nenhuma intervenção posterior; T2: Abate de árvores comerciais $DAP \geq 55\text{cm}$ + desbaste de espécies não comerciais para reduzir a área basal em 20% da original; T3: Abate de árvores comerciais $DAP \geq 55\text{cm}$ + desbaste de espécies não comerciais para reduzir a área basal em 40% da original; T4: Abate de árvores comerciais $DAP \geq 55\text{cm}$ + desbaste de espécies não comerciais para reduzir a área basal em 60% da original. Em cada tratamento foram instaladas ao acaso 12 parcelas permanentes (PP) de 0,25ha, onde foram medidas todas árvores com diâmetro $\geq 5,0\text{cm}$. A exploração de madeira foi realizada em 1982 e os desbastes em 1994. As medições das PP foram realizadas em 1981, 1983, 1987, 1989, 1995 e 2003. Os resultados mostraram que cinco anos após a exploração todos os tratamentos apresentaram número de árvores superior, ao

encontrado antes da intervenção, inclusive considerando somente as espécies de valor comercial. Porém, a área basal e o volume apresentaram recuperação mais lenta, ocorrendo de forma mais efetiva nas primeiras classes de diâmetro (5-45cm). Nas classes acima de 45cm, que foram as mais afetadas pela extração de madeira, a área basal, 21 anos após a exploração, ainda está, em média, 30% abaixo do valor original. O tratamento T3 foi considerado o mais adequado porque favoreceu várias espécies de valor comercial madeireiro que aumentaram sua participação na abundância e área basal no povoamento. Esse tratamento também mostrou a maior taxa de recuperação da área basal comercial (aproximadamente 90%).

Summary

The objective of this work was to analyze the effect of four intensities of basal area reduction, represented by logging and systematic liberation thinning, on the structure of arboreal extract, over a period of 22 years. The experiment is located in the Tapajós National Forest, municipality of Belterra, Pará, at km 114 of the Santarém-Cuiabá Highway. The statistical delineation employed was Random Blocks with 4 repetitions, in which the following treatments were tested: T0: control, represented by unlogged forest; T1: Felling of commercial trees with DBH \geq 45cm, with no posterior intervention; T2: Felling of commercial trees DBH \geq 55cm + thinning of non-commercial species to reduce the original basal area by 20%; T3: Felling of commercial trees DBH \geq 55cm + thinning of non-commercial species to reduce the original basal area by 40%; T4: Felling of commercial trees DBH \geq 55cm + thinning of non-commercial species to reduce the original basal area by 60%. In each treatment 12 0,25ha permanent parcels (PP) were randomly installed, in which all trees with diameter \geq 5,0cm were measured. Logging was carried out in 1982 and the thinning treatments in 1994. The measurements of PP were carried in 1981, 1983, 1987, 1989, 1995 and 2003. The results showed that, five years after logging, all the treatments showed a greater number of trees than what was found before the intervention, including a count only of species with commercial value.

However, the basal area and volume showed a lower recovery, occurring most effectively in the first diameter classes (5-45cm). In the classes above 45cm, which were the ones most affected by timber harvesting, the basal area, 21 years after logging, is still on average 30% below the original value. Treatment T3 was considered the most adequate one, because it favored several species with commercially valuable timber, which increased their participation in terms of abundance and basal area in the population. This treatment also showed the highest recovery rate for the commercial basal area (approximately 90%).

4.1 Introdução

A análise estrutural de uma floresta diz respeito a quantificação da abundância, frequência, valor de cobertura das espécies, características sociológicas e dinâmica da população (Hosokawa, 1982).

Estudos buscando a caracterização da estrutura são fundamentais, porque permitem um melhor entendimento das florestas, contribuindo assim para a melhor eficiência do manejo com o emprego de tratamentos silviculturais mais adequados. A busca desse conhecimento torna-se essencial, principalmente quando se visa a sustentabilidade da produção das florestas, ou seja, o fluxo contínuo de produtos e serviços florestais, minimizando os efeitos indesejáveis sobre o ambiente (Jardim & Silva, 2003).

Segundo Leal Filho (2000), um dos grandes obstáculos operacionais para o sucesso do manejo florestal é a regeneração lenta e imprevisível das espécies de valor comercial após a exploração. Kammesheidt et al. (2001), complementam, afirmando que a maioria das espécies de alto valor comercial regenera insuficientemente em áreas exploradas e somente poucas espécies de baixo valor potencial se beneficiam dos distúrbios causados pelas atividades de exploração.

Estudos realizados na região de Moju (PA) têm mostrado que a estrutura da floresta tropical se modifica expressivamente após a exploração florestal seletiva, devido a dois fatores principais: a redução dos parâmetros estruturais das espécies comerciais

(abundância, dominância e posição sociológica) e o ingresso de indivíduos de espécies heliófilas, cuja regeneração natural é estimulada pela abertura das clareiras da exploração (Jardim & Silva, 2003).

Carvalho (2001) comenta que a recuperação da estrutura da floresta após a colheita de madeira é lenta, principalmente quando a área é submetida a exploração pesada. Todavia, De Graaf (1986) sugere que, para induzir a regeneração e o crescimento de espécies comerciais valiosas após a exploração, devem-se aplicar tratamentos silviculturais periódicos que reduzam a competição por luz e nutrientes com as espécies mais abundantes e sem valor comercial.

Diversas técnicas de tratamentos silviculturais baseadas em refinamentos têm sido aplicadas, em diferentes intensidades, em florestas tropicais em nível internacional (Kammesheidt et al., 2003; Hutchinson, 1987; Kuusipalo et al., 1997; Dekker & De Graaf, 2003; De Graaf, 1986; Pariona et al., 2001; Howard et al., 1996; Zaneti, 2002; Negreros-Castillo & Mize, 1993; Finegan et al., 1999; Quiros & Finegan, 1994; Delgado et al., 1997; Kuusipalo et al., 1996). No Brasil, existem experimentos na região de Linhares, ES (Jesus, 2001); na Estação Experimental de Silvicultura do INPA, em Manaus (Higuchi et al., 1997; Jardim et al., 1990; Vieira & Hosokawa, 1989); na região de Marabá, PA (Garcia, 1990) e na região de Belterra, PA (Oliveira, 1995).

Apesar deste volume de trabalhos, ainda existe carência de conhecimentos sobre os efeitos em longo prazo das operações de manejo em florestas tropicais. Devido a problemas de ordem técnica, operacional e/ou financeira, somente um número reduzido de parcelas tem sido mantido e acompanhado por tempo suficiente para medir o impacto das operações de exploração sobre a vegetação remanescente.

Como parte da contribuição deste trabalho ao conhecimento dos efeitos das atividades de manejo em florestas tropicais, serão analisadas neste capítulo, as mudanças no número de árvores, área basal e volume provocadas pela exploração de madeira e desbastes para a redução da área basal, relativos a 22 anos de acompanhamento em 136ha da Floresta Nacional do Tapajós, localizada no Município de Belterra-Pará. Para isso, pretende-se responder as seguintes questões:

1. Quais as principais alterações na distribuição do número de árvores, área basal e volume, após as intervenções, nos diferentes tratamentos testados?
2. Qual(is), dentre os tratamentos testados, mostrou-se mais eficiente quanto a recuperação do número de árvores, área basal e volume, no final do período monitorado?

4.2 Material e métodos

O número de árvores, área basal e volume por hectare foi determinado para todos os indivíduos arbóreos com DAP \geq 5,0cm, presentes em 41 parcelas permanentes de 50m x 50m distribuídas entre os seguintes tratamentos:

- Tratamento T0: Testemunha, área sem intervenção (6 parcelas - 1,5ha amostrado).
- Tratamento T1: Exploração de espécies comerciais madeiras com DAP \geq 45cm (10 parcelas - 2,5ha amostrados)
- Tratamento T2: Exploração de espécies comerciais madeiras com DAP \geq 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 20% de redução da área basal original (7 parcelas - 1,75ha amostrado).
- Tratamento T3: Exploração de espécies comerciais madeiras com DAP \geq 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 30% de redução da área basal original (12 parcelas - 3,0ha amostrados).
- Tratamento T4: Exploração de espécies comerciais madeiras com DAP \geq 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 50% de redução da área basal original (6 parcelas - 1,5ha amostrado).

As medições das parcelas permanentes foram realizadas conforme metodologia descrita no Capítulo I. Na área explorada foram realizados levantamentos em seis ocasiões: 1 ano antes da exploração comercial de madeira (1981), 1 ano após a exploração (1983) e 5, 7, 13 e 21 anos após a colheita de madeira, correspondendo aos

anos de 1987, 1989, 1995 e 2003, respectivamente. Para a área testemunha (T0) foram realizadas 5 medições: 1983, 1987, 1989, 1995 e 2003.

As mudanças na estrutura horizontal da floresta, em relação às diferentes intervenções ao longo dos anos, foram determinadas em termos de número de árvores.ha⁻¹, área basal (m².ha⁻¹) e volume (m³.ha⁻¹).

Para o estudo da variação entre os tratamentos, foi utilizada a análise de variância e o teste Tukey para a comparação das médias, sempre que as pressuposições básicas de normalidade e homocedasticidade foram obedecidas. A verificação da normalidade dos dados foi realizada através do teste de Shapiro Wilks e a análise de variância através do Proc GLM, ambos com auxílio do programa estatístico “SAS-system (Statistical Analysis System)”. Quando não foi possível obedecer as pressuposições da análise, procedeu-se a transformação dos dados. As médias de número de árvores comerciais para os anos 5, 7 e 21 após a exploração foram transformadas através do log para obter a normalidade dos valores.

4.3 Resultados

4.3.1 Número de árvores por hectare

Pode-se observar na Tabela 1 que, apesar das parcelas dos tratamentos estarem aleatorizadas dentro de uma mesma área de floresta, havia certa heterogeneidade em relação ao número de árvores, antes da exploração de madeira. O tratamento com maior densidade (T4) apresentou em torno de 40 árvores.ha⁻¹ a mais que a área menos densa (T3).

O número de árvores considerando a comunidade total e somente as espécies de valor comercial madeireiro foi reduzido entre o primeiro (1981) e o segundo ano de medição (1983), em todos os tratamentos. Para o número total de árvores, essa redução foi maior no tratamento T4 (16%), seguida do T1, T3 e T2, com reduções de 14,7%; 12,6% e 9,3%, respectivamente. Para as espécies comerciais, o tratamento que sofreu a maior redução foi o T3 (18%), seguido pelo T4, T1 e T2 com diminuição de 15,8%;

15,2% e 12,9% (Tabela 1). O motivo principal dessa diminuição foi a colheita de madeira, realizada na área em 1982, que extraiu em média 11 árvores.ha⁻¹ (ver Capítulo II). Além disso, os danos causados pela exploração e o fenômeno climático El Niño ocorrido no período 1982-1983, que provocou estiagem prolongada na região do Tapajós e provavelmente aumentou as taxas de mortalidade, contribuíram para essa redução.

Tabela 1 Número de árvores total e número de árvores das espécies comerciais em cada tratamento e a cada ano de medição, em uma amostra de 10,25ha na Floresta Nacional do Tapajós, considerando todas as árvores com DAP \geq 5,0cm

Anos	Número de árvores total.ha ⁻¹					Nº arv. espécies comerciais.ha ⁻¹				
	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4
1981 (1 AE)	-	1122,4	1121,1	1097,0	1138,7	-	168,4	194,8	213,0	193,3
1983 (1 DE)	1056,7	957,2	1017,1	958,7	957,3	208,6	142,8	169,7	174,7	162,7
1987 (5 DE)	1056,0	1219,2	1153,1	1201,3	1242,0	208,6	193,2	218,2	234,0	238,7
1989 (7 DE)	1062,0	1227,6	1186,9	1264,7	1312,7	205,3	212,4	233,1	251,3	263,4
1995 (13DE, 1DT)	1068,7	1238,8	1140,0	1209,7	1203,3	206,0	217,6	234,2	275,7	268,7
2003 (21DE 9DT)	1066,0	1166,4	1143,4	1314,0	1378,7	207,3	220,0	240,0	314,0	333,3

Para área explorada (T1,T2,T3,T4): AE = número de anos antes da exploração; DE = número de anos após a exploração; DT = número de anos após o tratamento silvicultural. Para o tratamento T0 (área controle), considerar somente o ano de cada medição.

Cinco anos após a exploração, todos os tratamentos apresentaram aumento no número de árvores total e comercial por hectare, superando os valores encontrados na floresta antes da intervenção (Tabela 1 e Figura 1).

Observa-se que a abertura do dossel causada pela extração de madeira favoreceu o ingresso de novas árvores no povoamento e conseqüentemente o aumento do número de indivíduos. Todavia, esse efeito positivo diminuiu ao longo dos anos, de acordo com o gradual fechamento do dossel, que reduziu a disponibilidade de luz e desacelerou o crescimento e a entrada de novos indivíduos nas primeiras classes de DAP. No período de 1983 a 1987 (1 a 5 anos após a exploração) as taxas de aumento no número de árvores foram 27,4% no T1, 13,3% no T2, 25,3% no T3 e 29,7% no T4 (3,3% a 7,4% ao ano). No período seguinte (1987-1989), as taxas diminuíram para 0,7% no T1, 3% no T2, 5,3% no T3 e 5,7% no T4 (0,3% a 2,8% ao ano).

Na medição de 1995, realizada 13 anos após a exploração e um ano após a aplicação do tratamento silvicultural, ocorreu redução no número de árvores total.ha⁻¹ nas áreas onde essa intervenção foi aplicada (T2, T3 e T4). Na área do T4, onde o

desbaste foi aplicado com maior intensidade, ocorreu uma diminuição de 8,3% em relação ao número de árvores encontrado na medição imediatamente anterior. Para o T2 e T3 essa redução foi de 4,0% e 4,3%, respectivamente (Tabela 1 e Figura 1).

No último levantamento, realizado em 2003, 21 anos após a exploração e 9 anos após os desbastes, houve um novo crescimento em número de indivíduos.ha⁻¹ em relação a medição anterior (1995). Na área do T2, de intensidade mais leve (20% de redução da área basal), esse aumento foi pequeno, apenas 3 indivíduos.ha⁻¹ (0,30%). Na área do T3 (30% de redução da AB) e T4 (50% de redução da AB), o aumento no número de árvores.ha⁻¹ foi de 104 (8,6%) e 175 (14,6%), respectivamente. Na área do T1, onde não foi realizada intervenção após a exploração de madeira, ocorreu diminuição de 5,8% no número de árvores, neste último período (Tabela 1 e Figura 1). Os motivos dessa redução serão discutidos no item 4.3.1.1 onde as mudanças em relação às espécies presentes em cada tratamento são detalhadas.

Analisando todo o período de acompanhamento, observa-se que a exploração, aliada à redução da área basal, favoreceu a recuperação do número de árvores.ha⁻¹ em todos os tratamentos onde foram aplicadas, principalmente no T3 e no T4, que ultrapassaram o número de árvores original em 20% e 21%, respectivamente, 21 anos após a exploração. Considerando somente as espécies de valor comercial, esses valores sobem para 47,4% e 72,3% (Tabela 1 e Figura 1).

A área do tratamento T0, onde não houve intervenções, permaneceu com os valores do número de árvores total e comercial praticamente constantes durante todo o período de acompanhamento (Figura 1).

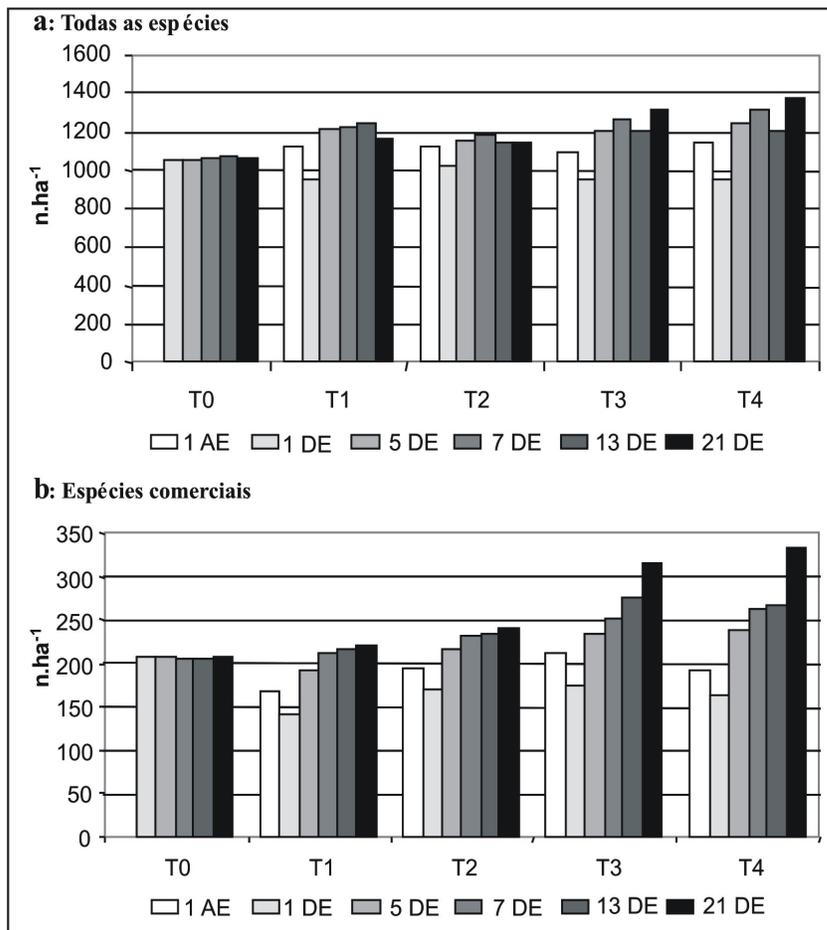


Figura 1 - Número de indivíduos.ha⁻¹ para todas as espécies (a) e para as espécies comerciais (b) em cada tratamento e a cada ano de medição em uma amostra de 10,25ha na Floresta Nacional dos Tapajós, considerando todas as árvores com DAP \geq 5,0cm. AE: número de anos antes da exploração, DE: número de anos após a exploração

Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos onde houve intervenções, para as variáveis número de árvores total.ha⁻¹ e o número de árvores comercial.ha⁻¹, antes da exploração e durante as medições intermediárias. Diferenças significativas para essas duas variáveis só foram observadas no último levantamento, realizado em 2003, vinte e um anos após a exploração, quando as médias do T3 e T4 foram iguais entre si e, estatisticamente, superiores aos demais tratamentos (Anexo D).

As mudanças ocorridas ao longo do período de avaliação e o efeito das intervenções sobre o número de árvores.ha⁻¹ são discutidos separadamente para cada tratamento.

4.3.1.1 Tratamento T1: Exploração de espécies comerciais madeiras com DAP ≥ 45cm (2,5ha)

Na área do tratamento T1, havia 1.122,4 indivíduos por hectare com DAP ≥ 5,0 cm antes da exploração. Em relação aos grupos ecológicos, 86% dos indivíduos pertenciam a espécies tolerantes à sombra e 14% eram indivíduos de espécies pioneiras. *Rinorea flavescens* foi a espécie mais abundante com 148 árvores.ha⁻¹ (12,1% do total), seguida do grupo das sapotáceas com 75,2.ha⁻¹ (6,2%), *Rinorea guianensis* com 68,0.ha⁻¹ (5,6%), *Duguetia echinophora* com 58,0.ha⁻¹ (4,7%) e *Protium apiculatum* com 55,2.ha⁻¹ (4,5%). *Rinorea flavescens* e *Duguetia echinophora* são espécies tolerantes à sombra, com madeira sem valor comercial conhecido, que dominam o sub-bosque da floresta tendo a maioria de seus indivíduos concentrados entre os diâmetros de 5,0cm e 15,0cm. O grupo das sapotáceas e *Rinorea guianensis* também são tolerantes à sombra e sem uso comercial conhecido, porém apresentaram-se melhor distribuídas entre as classes de diâmetro, chegando a atingir 70,0cm de DAP. As 40 espécies mais abundantes no T1, a cada ano de medição, encontram-se no Anexo E.

Um ano após a exploração, o número total de árvores foi reduzido em aproximadamente 15% caindo para 957,2 por hectare. As espécies mais abundantes foram as mesmas encontradas na floresta original, porém com menor número de indivíduos. Algumas espécies sofreram reduções severas no número de árvores, principalmente as que foram extraídas durante a exploração madeira, tais como *Didymopanax morototoni* (redução de 67%), *Holopyxidium jarana* (53%), *Hymenaea courbaril* (50%) e *Carapa guianensis* (47%). Outras, apesar de não terem sido exploradas, foram reduzidas devido aos danos causados pelas operações de colheita, entre elas estão: *Eugenia* sp. (57% de redução), *Tachigali* sp. (45,5%), *Myrcia cf. m paivae* (42,8%) e *Lacunaria jenmani* (41%). As classes diamétricas mais elevadas foram

as mais afetadas pela redução no número de árvores em relação a abundância inicial. As classes acima de 75cm passaram de 10,0 para 4,8 árvores.ha⁻¹ (52% de redução).

Cinco anos após a exploração foram quantificadas 1.219,2 árvores por hectare. Esse valor foi 8,6% superior ao encontrado na floresta original e 27,4% maior em relação à medição realizada um ano após a intervenção. As espécies mais abundantes da medição anterior permaneceram em posição de destaque, porém algumas espécies pioneiras tais como *Cecropia leucoma*, *Jacaranda copaia*, *Cecropia sciadophylla* e *Bixa arborea*, que não estavam presentes no primeiro levantamento, ou eram representadas por poucos indivíduos, surgem agora entre as mais abundantes (Anexo E). A entrada de um grande número de espécies pioneiras fez com que esse grupo ecológico aumentasse sua participação de 14% para 31,5% do número total de árvores.

Na medição seguinte, sete anos após a exploração, o número total de árvores subiu para 1.227,6.ha⁻¹, representando um aumento de 0,7% em relação à medição imediatamente anterior, 28% em relação ao valor obtido no primeiro ano após a exploração e de 9,4% em relação à floresta original. *Inga* sp. e *Bixa arborea* foram as espécies que apresentaram maior aumento no número de árvores em relação à medição anterior com 28% e 21%, respectivamente. As espécies pioneiras continuaram aumentando seu percentual de participação no povoamento, passando para 34%.

Treze anos após a exploração o número de árvores total aumentou para 1.238,8.ha⁻¹, que representa 10,4% a mais do que a floresta original. Algumas espécies pioneiras, que foram favorecidas pela abertura do dossel e tornaram-se abundantes cinco anos após a exploração, diminuíram em relação ao número de árvores durante este período, são elas: *Cecropia leucoma* (redução de 49%), *Sloanea froesii* (redução de 30%), *Cecropia sciadophylla* (19%) e *Jacaranda copaia* (14%).

No último levantamento, 21 anos após a exploração o número total de árvores diminuiu para 1.166,4.ha⁻¹, que representa uma redução de 5,8% em relação ao período anterior. Essa redução se deve principalmente à grande mortalidade das espécies *Cecropia leucoma* (42,4% de redução), *Cecropia sciadophylla* (27%), *Sloanea froesii* (25%), *Jacaranda copaia* (20,6%) e *Inga* sp. (20%). Essas pioneiras, que necessitam de

luz direta para crescer e se desenvolver, foram prejudicadas pelo fechamento das clareiras abertas pela exploração e juntas foram responsáveis pela diminuição de 48 indivíduos.ha⁻¹, somente nestes últimos 8 anos. A grande mortalidade das pioneiras, observada nas duas últimas medições, fez com que esse grupo diminuísse sua participação para 30% do total de árvores.

Um outro fator que pode ter ocasionado a diminuição no número de árvores no período (1995-2003) foi a ocorrência, entre julho de 1997 e março de 1998, do El Niño que segundo o INPE/CPTEC (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos) foi o mais intenso dos últimos 50 anos, e provocou aumento de temperatura e estiagem prolongada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (Grimm, 2003), com isso, houve menos chuvas na região do Tapajós e muitas árvores provavelmente sucumbiram à seca prolongada.

Considerando o período total de acompanhamento, o número de árvores observado na última medição foi aproximadamente 4% superior ao da primeira, o que demonstra um aumento de 0,2% ao ano ou, em termos absolutos, 2 árvores.ha⁻¹.ano⁻¹.

4.3.1.2 Tratamento T2: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP ≥ 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 20% de redução da área basal original (1,75ha).

Na área do tratamento T2 havia 1.121,0 árvores.ha⁻¹ antes da exploração. As espécies mais abundantes eram *Rinorea flavescens*, grupo das Sapotaceas (9 esp.), *Protium apiculatum*, *Rinorea guianensis* e *Inga* sp., que representaram 36% do total de indivíduos. Essas espécies mantiveram-se como as mais importantes em número de árvores.ha⁻¹ durante todo o período de acompanhamento, com pequenas oscilações nos seus valores absolutos ao longo do tempo. As espécies tolerantes à sombra perfaziam 85% do número total de árvores e as pioneiras, os 15% restantes. No Anexo F estão listadas as 40 espécies mais abundantes em cada medição na área do T2.

Um ano após a exploração o número total de árvores foi reduzido para 1.017,0.ha⁻¹ (diminuição de 9,3%). Nesse período, 68 espécies tiveram sua abundância reduzida,

destacando-se *Holopyxidium jarana* (38,5%), *Carapa guianensis* (25%), *Hymenaea courbaril* (25,3%), *Maquira sclerophylla* (38,5%), *Miconia* sp. (50%) e *Neea* sp. (21%). As três primeiras foram exploradas e as demais tiveram seus números reduzidos em consequência dos danos causados pela extração de madeira ou por mortalidade natural. As classes acima de 75cm de DAP foram as mais afetadas pela exploração, passando de 5,2 para 2,3 árvores.ha⁻¹ (redução de 56%).

No levantamento seguinte, realizado em 1987, cinco anos após a exploração, o número total de árvores subiu para 1.153,0.ha⁻¹, representando um aumento de 13,4% em relação à medição anterior e 2,8% em relação à floresta original. A maior entrada de luz na floresta, em consequência da exploração madeireira, favoreceu algumas espécies pioneiras que se tornaram abundantes, tais como *Jacaranda copaia* (de 3,4 ind.ha⁻¹ em 1983 para 38,3.ha⁻¹ em 1987, aumento de 1026%), *Cecropia sciadophylla* (de 0,6.ha⁻¹ para 11,4.ha⁻¹, 1800%), *Bixa arborea* (de 0,6.ha⁻¹ para 10,9.ha⁻¹, 1717%), *Cecropia leucoma* (de 0,6.ha⁻¹ para 8,0.ha⁻¹, 1233%) e *Sloanea froesii* (de 8,0.ha⁻¹ para 20,3.ha⁻¹, 154%). O grupo ecológico das pioneiras passou a compor 22,3% do total de árvores da área.

Sete anos após a exploração o número total de árvores aumentou para 1.187,0.ha⁻¹ que representa 2,9% em relação ao levantamento anterior e 6% a mais que a floresta original. Algumas espécies comerciais pioneiras tiveram um aumento considerável em abundância em relação ao período anterior, entre elas estão *Laetia procera* (de 4,6.ha⁻¹ para 9,7.ha⁻¹, aumento de 110%), *Cordia bicolor* (de 9,1.ha⁻¹ para 11,4.ha⁻¹, 25,3%), *Jacaranda copaia* (de 38,3.ha⁻¹ para 45,1.ha⁻¹, 18%) e *Sclerolobium chrysophyllum* (de 8,0.ha⁻¹ para 9,1.ha⁻¹, 14%).

No levantamento realizado treze anos após a exploração, o número de árvores diminuiu em aproximadamente 4% em relação ao período anterior, passando para 1.140,0.ha⁻¹. As principais espécies responsáveis por essa diminuição foram *Duguetia echinophora* (30% de redução), *Cecropia leucoma* (29%), grupo das lauráceas (12%), *Neea* sp. (12%), grupo das sapotáceas (7,7%) e *Rinorea flavescens* (4,5%). Estas espécies, entre outras, que estavam entre as mais abundantes e sem uso econômico

conhecido, foram reduzidas em consequência do desbaste, via anelamento, aplicado na área no ano anterior.

Vinte e um anos após a exploração e nove após o refinamento, o número de árvores manteve-se praticamente estável com um aumento de apenas 0,3%, em relação ao levantamento anterior, passando para 1.143,4 árvores.ha⁻¹. As espécies com maiores perdas em número de árvores foram *Cecropia leucoma* (58%), *Jacaranda copaia* (21,4%) e *Guarea kunthiana* (14,6%). Por outro lado, algumas espécies comerciais tiveram aumento em sua abundância, destacando-se *Virola melinonii* (39,2%), *Licaria canella* (26,7%) e *Laetia procera* (20,2%). Em relação aos grupos ecológicos, as espécies pioneiras continuaram aumentando sua participação, passando a compor 26% do número total de árvores.

Considerando o período total de acompanhamento, o número de árvores observado na última medição foi 2% superior ao da primeira, o que demonstra um aumento de aproximadamente 0,1% ao ano, durante todo o período ou, em termos absolutos, uma árvore.ha⁻¹.ano⁻¹.

4.3.1.3 Tratamento T3: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP ≥ 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 30% de redução da área basal original (3,0ha).

No primeiro ano de medição foram encontradas 1.097,0 árvores.ha⁻¹ na área do T3. Em relação aos grupos ecológicos, 82,5% dos indivíduos pertenciam a espécies tolerantes à sombra e 17,5% eram indivíduos de espécies pioneiras. O grupo das sapotáceas foi o mais abundante com 79,7 indivíduos.ha⁻¹, seguido de *Inga* sp. com 73,7.ha⁻¹, *Protium apiculatum* com 68,0.ha⁻¹, *Rinorea guianensis* com 62,7.ha⁻¹ e *Neea* sp. com 52,0.ha⁻¹. Estas cinco espécies representaram 30,6% do número total de árvores antes da exploração e mantiveram-se como as mais abundantes durante todo o período de acompanhamento. No Anexo G estão listadas as 40 espécies que se destacaram em número.ha⁻¹, ao longo dos anos de medição, no T3. Estas espécies representam juntas em torno de 70% do número total de árvores encontradas na área em cada medição.

Um ano após a exploração, o número de árvores foi reduzido em 12,6% caindo para 958,7.ha⁻¹. No período entre o primeiro e o segundo levantamento 105 espécies tiveram sua abundância reduzida, entre elas destacaram-se *Simaruba amara* (66,5%), *Goupia glabra* (66,5%), *Manilkara huberi* (45%) e *Carapa guianensis* (12,8%), que foram extraídas durante a exploração de madeira, e as espécies *Swartzia brachyrachis* (57%), *Iryanthera juruensis* (29%), *Perebea guianensis* (26,3%) e *Talisia longifolia* (21,6%), que foram reduzidas em consequência dos danos causados pela colheita ou por mortalidade natural. A classe de diâmetro mais afetada pela exploração foi 55cm a 65cm que passou de 9,3 para 5,7 árvores.ha⁻¹ (redução de 38,7%).

Cinco anos após a exploração o número total de árvores passou para 1.201,3.ha⁻¹, que representa um aumento de 25,2% em relação à medição anterior e 9,5% em relação à floresta original. A abertura do dossel devida à exploração e à conseqüente maior entrada de luz na floresta, beneficiou algumas espécies pioneiras que eram representadas por poucos indivíduos na medição anterior, entre elas destacaram-se *Laetia procera* (de 0,3.ha⁻¹ em 1983 para 8,0.ha⁻¹ em 1987, aumento de 2567%), *Cecropia leucoma* (de 1,7.ha⁻¹ para 22,7.ha⁻¹, 1235%) e *Jacaranda copaia* (de 2,3.ha⁻¹ para 36,3.ha⁻¹, 1478%). Além disso, a maior incidência de luz favoreceu o surgimento de outras quatro espécies pioneiras que não estavam presentes no primeiro levantamento, entre elas as mais abundantes foram *Cecropia sciadophylla* (23 indivíduos.ha⁻¹) e *Aegiphilla* sp. (11 indivíduos.ha⁻¹). O grupo de pioneiras passou a compor aproximadamente 30% do número total de árvores do povoamento.

Na medição seguinte, sete anos após a exploração, o número total de árvores subiu para 1.264,7.ha⁻¹, representando um aumento de 5,3% em relação à medição imediatamente anterior, 32% em relação ao valor obtido no primeiro ano após a exploração e de 15,3% em relação à floresta original. Neste período, a maioria das espécies permaneceu estável (sem grandes alterações na abundância), apenas *Pouteria bilocularis* teve redução acentuada, perdendo 10 indivíduos.ha⁻¹ (73%) e *Inga* sp. mostrou um aumento de 18,7 árvores.ha⁻¹ (17%).

Treze anos após a exploração o número de árvores diminuiu em 4,3% em relação ao período anterior, passando para 1.209,7.ha⁻¹. A causa principal dessa redução foi o desbaste aplicado na área um ano antes. As espécies com maior redução na abundância foram *Cecropia sciadophylla*, redução de 21,6 indivíduos.ha⁻¹ (79%), *Cecropia leucoma*, 15,3.ha⁻¹ (64%), *Inga* sp., 11,7.ha⁻¹ (9,2%) e o grupo das Sapotaceas 10,0.ha⁻¹ (13,3%).

No último levantamento, realizado 21 anos após a exploração e 9 após o refinamento, o número de árvores observado foi 1.314,0.ha⁻¹, o que representa um aumento de 8,6% em relação ao levantamento anterior e aproximadamente 20% a mais que a floresta original (antes da exploração). *Sagotia racemosa*, *Duguetia echinophora*, *Inga* sp. e *Protium apiculatum* foram as espécies que tiveram maior aumento no número de árvores, contribuindo juntas com 61 indivíduos.ha⁻¹ a mais do que na medição anterior. Além disso, observou-se o aumento na abundância de espécies comerciais, importantes no mercado madeireiro, como *Couratari oblongifolia* (de 12,0.ha⁻¹ em 1995 para 16.ha⁻¹ em 2003, aumento de 33%), *Virola melinonii* (de 10,3.ha⁻¹ para 14,7.ha⁻¹, 43%) e *Licaria canella* (de 19,7.ha⁻¹ para 25,3.ha⁻¹, 28,4%). O grupo das pioneiras continuou aumentando sua participação na área, porém em um ritmo menos acelerado, passando para 32,3%.

Considerando o período total de acompanhamento, o número de árvores observado na última medição foi 20% superior ao da primeira, o que demonstra um aumento de 0,9% ao ano durante todo o período ou, em termos absolutos, aproximadamente 10 árvores.ha⁻¹.ano⁻¹.

4.3.1.4 Tratamento T4: Exploração de espécies comerciais madeiras com DAP ≥ 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 50% de redução da área basal original (1,5ha).

No T4 foram inventariadas 1.138,7 árvores com DAP ≥ 5,0cm por hectare, antes da exploração. As espécies tolerantes à sombra perfaziam 84% do número total de árvores e as pioneiras os 16% restantes. *Rinorea flavescens* foi a mais abundante com 119,3 indivíduos.ha⁻¹ (10,5% do total), seguida de *Protium apiculatum* com 83,3.ha⁻¹

(7,3%), do grupo das sapotáceas com $76,7 \text{ ha}^{-1}$ (6,7%), *Rinorea guianensis* com $60,7 \text{ ha}^{-1}$ (5,3%) e *Inga* sp. com $60,7 \text{ ha}^{-1}$ (5,3%). Estas cinco espécies representaram 35% do total de árvores no primeiro levantamento e permaneceram como as mais abundantes durante todo o período de acompanhamento. As 40 espécies mais importantes em número de árvores por hectare, ao longo dos anos de medição, no T4, estão listadas no Anexo H.

Um ano após a exploração o número total de árvores foi $957,3 \text{ ha}^{-1}$, o que representa uma redução de aproximadamente 16%. Entre a primeira e a segunda medição, 85 espécies sofreram redução na abundância e 66 não tiveram alteração. Algumas foram severamente reduzidas por terem sido extraídas durante a exploração, entre elas destacaram-se *Bertholletia excelsa* (redução de 66,5%), *Manilkara huberi* (50%), *Holopyxidium jarana* (50%), e *Hymenolobium excelsum* (49,6%). Outras como *Protium apiculatum* (24% de redução), *Inga* sp. (28,6%), *Guatteria poeppigiana* (31,2%) e *Coussarea paniculata* (30%), foram reduzidas devido aos danos causados pelas operações de colheita ou devido a mortalidade natural.

A classe de diâmetro mais afetada pela exploração foi 55cm a 65cm que passou de 10 para $0,4 \text{ árvore ha}^{-1}$, apresentando redução de 96%.

Cinco anos após a exploração, foram quantificadas $1.242,0$ árvores por hectare. Esse valor foi 9,1% superior ao encontrado na floresta original e 29,7% maior em relação à medição realizada um ano após a intervenção. Assim como nos demais tratamentos, a abertura do dossel devida à exploração beneficiou espécies pioneiras, que eram representadas por poucos indivíduos na medição anterior, tais como *Cecropia sciadophylla* (de $0,7 \text{ ha}^{-1}$ em 1983 para $40,7 \text{ ha}^{-1}$ em 1987, aumento de 5614%), *Cecropia leucoma* ($2,7 \text{ ha}^{-1}$ para $38,0 \text{ ha}^{-1}$, 1307%), *Laetia procera* ($0,7 \text{ ha}^{-1}$ para $7,3 \text{ ha}^{-1}$, 942%) e *Sloanea froesii* (de $9,3 \text{ ha}^{-1}$ para $21,3 \text{ ha}^{-1}$, 129%), além de favorecer o surgimento de outras pioneiras que não estavam presentes na floresta original, como *Aegiphylia* sp. com $12,7$ indivíduos ha^{-1} e *Jacaranda copaia* com $41,3 \text{ ha}^{-1}$. O aumento no número de indivíduos de espécies pioneiras fez com que esse grupo dobrasse sua participação no povoamento, passando a compor 32,3% do total.

Na medição seguinte, sete anos após a exploração, o número total de árvores subiu para 1.312,7.ha⁻¹, representando um aumento de 5,7% em relação à medição imediatamente anterior e 15,3% em relação à floresta original. As espécies *Laetia procera*, *Aegiphylla* sp., *Sloanea froesii* e *Jacaranda copaia* foram as que apresentaram maior aumento na abundância neste período.

Treze anos após a exploração, o número de árvores diminuiu em 8,3% em relação ao período anterior, passando para 1.203,3.ha⁻¹. O anelamento aplicado um ano antes desse levantamento foi a principal causa dessa redução. As espécies mais afetadas foram: *Cecropia sciadophylla*, que perdeu 40,0 indivíduos.ha⁻¹ (90%), *Cecropia leucoma* perdeu 22,0.ha⁻¹ (60%), *Inga* sp. perdeu 13,3.ha⁻¹ (12%) e o grupo das sapotáceas que perdeu 12,0.ha⁻¹ (18%).

No último levantamento, 21 anos após a exploração e 9 após o desbaste, o número de árvores aumentou para 1.378,7.ha⁻¹, que representa 14,6% a mais que a medição anterior e 21% superior à floresta original. As espécies com maior aumento na abundância nesse período foram *Bixa arborea* (de 12,7.ha⁻¹ em 1995 para 23,3.ha⁻¹ em 2003, aumento de 83,5%), *Inga* sp. (de 100.ha⁻¹ para 180,7.ha⁻¹, 80%) e *Talisia longifolia* (de 7,3.ha⁻¹ para 12,7.ha⁻¹, 74%). Assim como no tratamento T3, ocorreu também aumento na abundância de espécies comerciais como *Virola melinonii* (de 7,3.ha⁻¹ para 19,3.ha⁻¹, 164%), *Sclerolobium chrysophyllum* (de 6,7.ha⁻¹ para 14,0.ha⁻¹, 109%), *Cordia alliodora* (de 8,7.ha⁻¹ para 12,7.ha⁻¹, 46%), *Cordia bicolor* (de 12,7.ha⁻¹ para 17,3.ha⁻¹, 36%) e *Licaria canella* (de 16,7.ha⁻¹ para 20,7.ha⁻¹, 24%). A intensidade do desbaste provocou grandes aberturas no dossel, beneficiando as espécies pioneiras, que passaram a compor 38% do número total de árvores.ha⁻¹, além de favorecer a infestação de cipós nas maiores clareiras, dificultando sua regeneração (Figura 2).

Considerando o período total de acompanhamento, o número de árvores observado na última medição foi 21% superior ao da primeira, o que demonstra um aumento de aproximadamente 1,0% ao ano durante todo o período ou, em termos absolutos, aproximadamente 11 árvores.ha⁻¹.ano⁻¹.



Figura 2 – Infestação por cipós e grandes clareiras abertas na área do tratamento T4, observadas nove anos após o desbaste, devido à intensidade de abertura do dossel

4.3.1.5 Tratamento T0: Testemunha, área sem intervenção (1,5ha).

Na área sem intervenção foram inventariadas 1.056,7 árvores por hectare no primeiro levantamento (1983). As espécies mais abundantes foram *Rinorea guianensis*, *Protium apiculatum*, *Duguetia echinophora*, o grupo das Sapotaceae e *Inga* sp. Somente estas cinco espécies contribuíram com aproximadamente 31% do número total de árvores.ha⁻¹ na floresta testemunha, e permaneceram como as mais abundantes durante todo o período de acompanhamento. As 40 espécies mais importantes em termos de número de árvores por hectare, durante o período de medição, no T0 estão listadas no Anexo I.

No segundo levantamento, realizado em 1987, o número de árvores manteve-se praticamente a mesmo (1.056,0.ha⁻¹). Dois anos depois, em 1989, houve um pequeno aumento de 0,6% em relação ao período anterior (1.062,0.ha⁻¹). No inventário seguinte, em 1995, foram encontradas 1.068,7.ha⁻¹ (aumento de 0,63%), e no último levantamento, em 2003, foram observadas 1.066,0 árvores.ha⁻¹ (redução de 0,25%).

Pode-se observar que as alterações no número de árvores na área testemunha foram muito pequenas. Entre a primeira e a última medição, realizada 20 anos depois, houve um aumento de apenas 0,9%. As espécies que mais diminuíram em abundância foram *Eperua bijuga* e *Licaria canella*, que foram reduzidas em 5,3 indivíduos.ha⁻¹ (15%) e

2,7.ha⁻¹ (22,5%), respectivamente. *Rinorea flavescens* e *Protium apiculatum* foram as que apresentaram maior acréscimo no número de árvores, com aumentos de 6,6.ha⁻¹ (62%) e 12,6.ha⁻¹ (18%).

4.3.2 Área basal

Entre os anos de 1981 e 1983 houve redução da área basal em todos os tratamentos, exceto a testemunha. Para o total de espécies, essa redução foi maior no T4 (27,5%), seguida pelo T1, T3 e T2, com reduções de 24,0%, 20,1% e 19,4%, respectivamente. Para as espécies comerciais, o tratamento que sofreu a maior redução também foi o T4 (42,5%), seguido do T1, T2 e T3, com diminuição de 36,6%, 35,4% e 30,7% (Tabela 2 e Figura 3). A principal causa dessa diminuição foi a colheita de madeira, realizada em 1982, que extraiu em média 4,5 m².ha⁻¹ (ver Capítulo II). Outras causas menores foram os danos ocasionados pela exploração e o El Niño, ocorrido no período de 1982-1983 que provocou seca prolongada na região do Tapajós.

Nos levantamentos seguintes, realizados 5 e 7 anos após a exploração, a área basal total e comercial cresceu progressivamente em todos os tratamentos. Esse aumento foi estimulado pela maior entrada de luz na floresta, resultado da abertura do dossel devido a exploração, que acelerou o crescimento das árvores remanescentes e a entrada de novos indivíduos na comunidade (Tabela 2 e Figura 3).

Imediatamente após os desbastes, na medição de 1995, ocorreu nova redução na área basal considerando todas as espécies, porém apenas para os tratamentos T3 e T4, nos quais o desbaste foi realizado nas intensidades de 30% e 50%. A área basal do T3 foi reduzida em 8,7% em relação a medição anterior (1989). Para o T4 esse valor foi de aproximadamente 15%. No T2 (20% de redução da área basal) não ocorreu diminuição, a área basal continuou a crescer, assim como no T1, onde não foi realizado o desbaste (Tabela 2 e Figura 3).

Tabela 2 Área basal de todas as espécies e área basal das espécies comerciais em cada tratamento e a cada ano de medição, em uma amostra de 10,25ha na Floresta Nacional do Tapajós, considerando todas as árvores com DAP \geq 5,0cm

Anos	Área basal total (m ² .ha ⁻¹)					Área basal comercial (m ² .ha ⁻¹)				
	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4
1981 (1 AE)		31,95	31,87	29,20	28,81		13,68	15,23	13,61	13,58
1983 (1 DE)	30,51	24,31	25,68	23,34	20,90	15,59	8,67	9,83	9,43	7,81
1987 (5 DE)	31,33	26,49	27,77	25,46	23,51	16,06	9,60	10,54	9,69	8,30
1989 (7 DE)	31,16	28,49	28,95	26,66	25,12	15,70	10,18	11,08	10,02	8,69
1995 (13DE, 1DT)	30,50	30,14	29,94	24,35	21,34	14,94	10,77	11,84	10,68	8,35
2003 (21DE 9DT)	31,71	30,70	31,76	25,40	22,22	15,30	11,11	12,97	12,17	9,53

Para área explorada (T1,T2,T3,T4): AE = número de anos antes da exploração; DE = número de anos após a exploração; DT = número de anos após o tratamento silvicultural. Para o tratamento T0 (área controle), considerar somente o ano de cada medição.

No último levantamento, realizado em 2003, nove anos após os desbastes, todos os tratamentos apresentaram aumento nos valores de área basal, com destaque para a área basal das espécies comerciais nos tratamentos T3 e T4 que tiveram elevações percentuais de 14% e 14,1%, respectivamente, em relação à medição anterior (Figura 3).

Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos onde houve intervenção (T1, T2, T3 e T4) para a variável área basal de espécies comerciais, durante todo o período de acompanhamento. Para a área basal de todas as espécies só foram detectadas diferenças significativas nos dois últimos períodos (13 e 21 anos após a exploração), que correspondem a um e nove anos após a aplicação dos desbastes, quando as médias dos tratamentos T3 e T4 foram iguais entre si e estatisticamente inferiores aos demais (Anexo J). Essa diferença pode ser explicada porque os tratamentos T3 e T4 foram os que sofreram as maiores reduções na área basal, com a aplicação dos tratamentos silviculturais, 30% e 50%, respectivamente, e essa redução não atingiu as espécies de valor comercial, ou seja, a área basal comercial não foi afetada.

A área testemunha, tratamento T0, permaneceu com os valores de área basal total praticamente constantes, em torno de $30\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, durante todo o período de acompanhamento. Nas espécies comerciais houve redução de 1,9% em relação ao valor obtido na primeira medição (Figura 3).

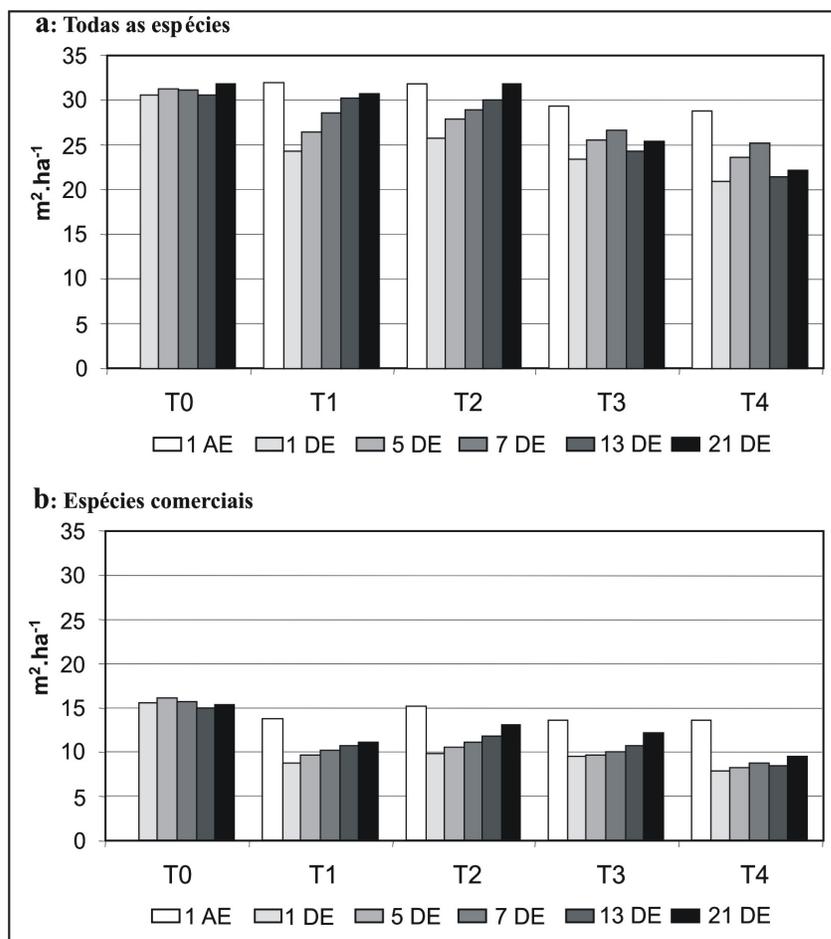


Figura 3 - Área basal de todas as espécies (a) e das espécies comerciais (b) em cada tratamento e a cada ano de medição em uma amostra de 10,25ha na Floresta Nacional dos Tapajós, considerando todas as árvores com $\text{DAP} \geq 5,0\text{cm}$. AE: número de anos antes da exploração DE: número de anos após a exploração

Analisando todo o período de acompanhamento, observa-se que a recuperação da área basal total, entre os tratamentos onde houve intervenção, foi maior para o T2, que recuperou 99,7% do valor obtido no levantamento antes da extração de madeira. Para os tratamentos T1, T3 e T4 esses valores são 96%, 87% e 77%, respectivamente. Em relação a recuperação da área basal das espécies de valor comercial, o tratamento que

mais se destacou foi o T3 (89,5%), seguido do T2, T1 e T4 com 85,2%, 81,2% e 70,1%, respectivamente (Figura 3).

As mudanças ocorridas ao longo do período de avaliação e o efeito das intervenções sobre a área basal das espécies são discutidos separadamente para cada tratamento.

4.3.2.1 Tratamento T1: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP \geq 45cm (2,5ha)

No primeiro levantamento, antes da exploração, a área basal média do tratamento T1 era $31,9\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$. Em relação aos grupos ecológicos, 79% dos indivíduos pertenciam a espécies tolerantes à sombra e 21% a espécies pioneiras. As espécies dominantes eram: grupo das sapotáceas com $1,90\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, *Rinorea guianensis* com $1,75\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, *Carapa guianensis* com $1,73\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ e *Miquartia guianensis* com $1,13\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, todas tolerantes à sombra. As 40 espécies mais dominantes, ao longo dos anos de medição, no T1, estão listadas no Anexo K.

Um ano após a exploração a área basal total foi reduzida para $24,3\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (24%). As espécies extraídas durante a exploração tiveram as maiores reduções na área basal, entre elas destacaram-se: *Bagassa guianensis* (redução de $0,4\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 100%), *Hymenaea courbaril* ($0,5\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 99,5%), *Caryocar glabrum* ($0,28\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 96%), *Carapa guianensis* ($1,3\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 80,6%), *Holopyxidium jarana* ($0,9\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 80%) e *Manilkara huberi* ($0,7\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 72%).

Cinco anos após a exploração foi registrada uma área basal de $26,5\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, o que representa um aumento de 9% em relação ao levantamento anterior. Nesse período, as espécies com maior aumento na área basal foram as pioneiras beneficiadas pela abertura do dossel, que aumentaram seu percentual de participação no povoamento passando de 21% (antes da exploração) para 26%. Entre elas destacaram-se *Cecropia leucoma* (de $0,02\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ em 1983, para $0,19\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ em 1987, aumento de 850%), *Bixa arborea* ($0,20\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,37\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 85%), *Inga* sp. (de $0,62\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,84\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 35,5%) e *Sclerolobium chrysophyllum* ($0,67\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,80\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 19,4%). Além disso,

Jacaranda copaia e *Cecropia sciadophylla*, que não estavam presentes no povoamento antes da exploração, surgiram entre as mais dominantes com $0,15\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ e $0,56\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, respectivamente.

Sete anos após a exploração, a área basal média passou para $28,5\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (aumento de 7,5%). As espécies pioneiras, citadas anteriormente, permaneceram com as maiores taxas de aumento na área basal.

No levantamento seguinte, realizado 13 anos após a exploração, a área basal foi $30,14\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (aumento de 5,8% em relação ao período anterior). O grupo das pioneiras continuou aumentando sua participação no povoamento, passando a compor aproximadamente 34% da área basal total. Algumas espécies comerciais importantes no mercado madeireiro tiveram grandes aumentos em área basal nesse período. Entre elas, destacaram-se *Tachigali myrmecophylla* (de $0,11\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ em 1987 para $0,21\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ em 1995, aumento de 91%), *Jacaranda copaia* (de $0,20\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,28\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 40%), *Virola melinonii* (de $0,26\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,32\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 23%), *Parkia multijuga* (de $0,23\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,28\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 21,7%) e *Manilkara huberi* (de $0,33\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,39\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 18,2%).

No último inventário, 21 anos após a exploração, observou-se um aumento na área basal de apenas 1,9% em relação à medição anterior, passando para $30,7\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$. As espécies pioneiras representaram 35,6% da área basal total (aumento de 14,6% em relação a floresta original). As espécies dominantes foram *Cecropia sciadophylla* com $2,4\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, o grupo das sapotáceas com $2,1\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, *Inga* sp. com $1,6\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, *Rinorea guianensis* com $1,5\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ e *Miquartia guianensis* com $1,15\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$.

Analisando todo o período de acompanhamento, verificou-se que, 21 anos após a exploração, a área do T1 recuperou 96% da área basal total da floresta original. Porém esta recuperação não foi bem distribuída entre as classes de diâmetro. Nas classes que vão de 5,0cm a 45,0cm (estoque para as próximas colheitas) a área basal passou de $16,5\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (primeiro levantamento) para $19,7\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (21 anos após exploração), ultrapassando em 20% o valor inicial. Nas classes de diâmetro superiores a 45cm a recuperação da área basal não foi suficiente para repor o valor original, ficando

aproximadamente 29% abaixo, ou seja, estas classes precisarão de $4,5\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ a mais do que o valor atual para atingir os mesmos níveis anteriores à exploração (Figura 4a).

O mesmo se deu entre as espécies de valor comercial, onde as classes inferiores a 45cm de DAP ultrapassaram em 18,4% o valor da área basal anterior à exploração, passando de $3,5\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $4,2\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$. Nas classes de diâmetro superiores a 45cm esse valor ficou aproximadamente 32% abaixo e estas classes precisarão de $3,2\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ a mais para atingir os níveis anteriores à exploração (Figura 4b).

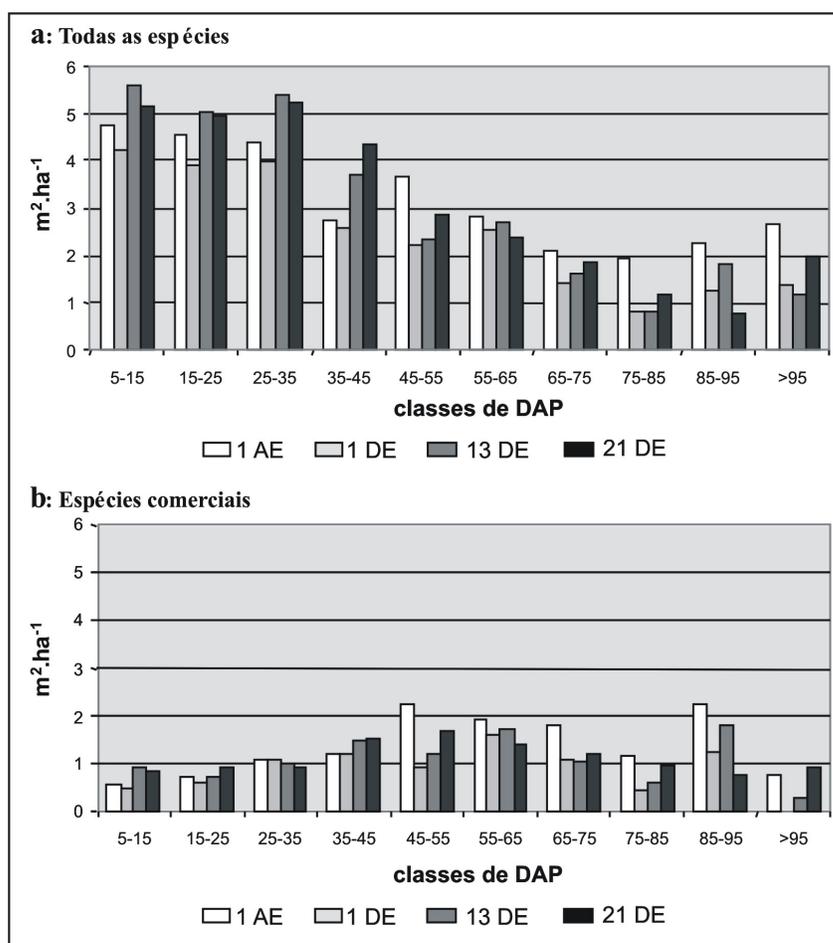


Figura 4 - Distribuição da área basal por classe diamétrica no tratamento T1, considerando todas as árvores (a) e somente árvores de espécies com valor comercial (b), em uma amostra de 2,5ha na Floresta Nacional do Tapajós, em 4 períodos de medição: 1AE (um ano antes da exploração), 1DE (um ano depois da exploração), 13DE (13 anos depois da exploração), 21DE (21 anos depois da exploração)

4.3.2.2 Tratamento T2: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP \geq 55cm + desbastes de espécies não comerciais totalizando 20% de redução da área basal original (1,75ha).

A área basal média no T2, antes da exploração, era $31,9\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$. Deste total, 79% era formado por espécies tolerantes à sombra e 21% por pioneiras. As espécies dominantes eram: *Minquartia guianensis* com $2,23\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, o grupo das sapotáceas com $1,82\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, *Carapa guianensis* com $1,53\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, *Rinorea guianensis* com $1,51\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ e *Holopyxidium jarana* com $1,29\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$. No Anexo L estão listadas as 40 espécies mais dominantes, ao longo dos anos de medição, no tratamento T2.

Um ano após a exploração a área basal passou para $25,7\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (diminuição de 19,4%). Algumas espécies extraídas durante a colheita de madeira foram severamente reduzidas, entre elas pode-se citar: *Bertholletia excelsa* (redução de $1,62\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 100%), *Didymopanax morototoni* ($0,20\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 100%), *Caryocar villosum* ($0,31\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 100%), *Tabebuia serratifolia* ($0,16\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 90,7%), *Astronium gracile* ($0,38\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 95,4%), *Holopyxidium jarana* ($1,12\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 86,6%), *Swartzia stipulifera* ($0,16\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 74,2%), e *Vatairea sericea* ($0,26\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 73,5%). A retirada de várias espécies comerciais pioneiras diminuiu a participação deste grupo ecológico de 21% para 14,8%.

Cinco anos após a exploração foram encontrados $27,8\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (8,2% a mais do que o período anterior). As espécies com maior aumento na área basal foram *Cecropia sciadophylla* (de $0,06\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ em 1983 para $0,14\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ em 1987, aumento de 133%), *Jacaranda copaia* (de $0,19\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,39\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 105%), *Sclerolobium chrysophyllum* (de $0,33\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,49\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 48,5%) e *Inga* sp. (de $0,69\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,92\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 33,3%), todas pioneiras beneficiadas pela maior entrada de luz na floresta após a exploração.

No levantamento seguinte, sete anos após a exploração, a área basal subiu para $28,9\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (aumento de 4,2%). As espécies pioneiras que vinham apresentando elevadas taxas de aumento em área basal, no período anterior, permaneceram com a mesma tendência nesse período, o que fez com que este grupo ecológico passasse a representar 20% da área basal total.

Treze anos após a exploração a área basal média foi $29,9\text{m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$ (aumento de 3,4% em relação ao período anterior). As espécies *Rinorea guianensis*, *Chimarrhis turbinata*, *Pouteria bilocularis*, *Iryanthera juruensis* e *Eschweilera amara* apresentaram grandes perdas em área basal por terem sido aneladas como parte do tratamento silvicultural, aplicado um ano antes.

No último período de acompanhamento, 21 anos após a exploração, observou-se um aumento de 6% na área basal, em relação à medição anterior, passando para $31,8\text{m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$. Os indivíduos de espécies pioneiras representaram 26% da área basal total (aumento de 5% em relação à floresta original). As espécies dominantes foram *Minuartia guianensis*, o grupo das sapotáceas, *Rinorea guianensis*, *Protium apiculatum* e *Couratari oblongifolia*. As três primeiras estavam entre as mais dominantes na primeira medição e mantiveram-se com elevada área basal durante os 22 anos de acompanhamento.

Analisando todo o período, verificou-se que aos 21 anos após a exploração, o povoamento recuperou praticamente toda a área basal subtraída pela exploração e tratamento silvicultural (99,6% do total presente na floresta original). Porém, assim como no T1, esta recuperação não foi bem distribuída entre as classes diamétricas. Nas menores classes (5,0cm a 45,0cm) a área basal acumulada passou de $17,8\text{m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$, no primeiro levantamento para $20,2\text{m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$, no último (13,2% maior) (Figura 5a).

Nas classes de diâmetro superiores a 45cm a recuperação da área basal não foi suficiente para repor o valor original, ficando aproximadamente 17,6% abaixo. Apenas a classe de 55-65cm apresentou recuperação expressiva, superando os valores originais em 10,7% (Figura 5a).

Entre as espécies de valor comercial observou-se a mesma tendência. A área basal acumulada nas classes inferiores a 45cm de diâmetro ultrapassaram em 18% o valor anterior à exploração. Entre as classes superiores a 45cm, apenas duas, 55-65cm e 85-95cm, recuperaram a área basal, superando os valores originais em 1,1% e 3,4%, respectivamente. Apesar disso, o valor acumulado nestas classes ainda ficou 30,4%

abaixo do obtido no primeiro levantamento e estas classes precisarão de $3,1\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ a mais para atingir os níveis anteriores à exploração (Figura 5b).

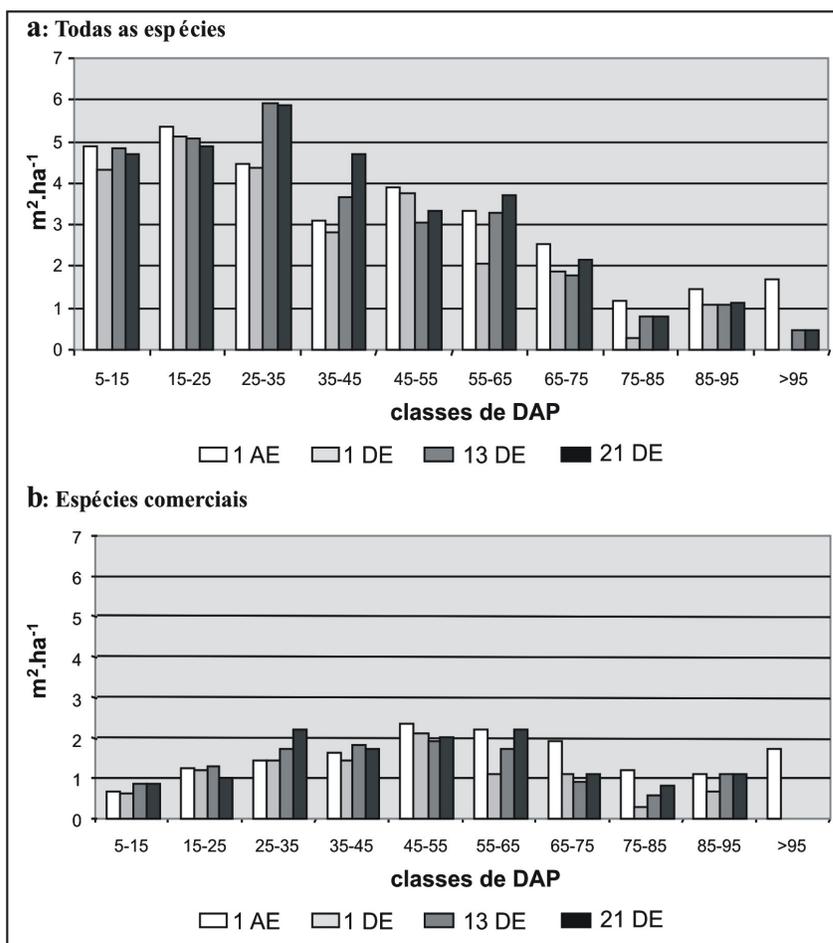


Figura 5 Distribuição da área basal por classe diamétrica no tratamento T2, considerando todas as árvores (a) e somente árvores de espécies com valor comercial (b), em uma amostra de 1,75ha na Floresta Nacional do Tapajós, em 4 períodos de medição: 1AE (um ano antes da exploração), 1DE (um ano depois da exploração), 13DE (13 anos depois da exploração), 21DE (21 anos depois da exploração)

4.3.2.3 Tratamento T3: Exploração de espécies comerciais madeiras com DAP \geq 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 30% de redução da área basal original (3,0ha).

No primeiro levantamento a área basal média do T3 foi $29,20\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$. Em relação aos grupos ecológicos, 78,4% era composto por tolerantes à sombra e 21,6% composto por pioneiras. As espécies dominantes eram: grupo das sapotáceas com $2,71\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, *Manilkara huberi* com $1,31\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, *Rinorea guianensis* com $1,28\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, *Pouteria bilocularis* com $1,14\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ e *Couratari oblongifolia* com $1,13\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, todas tolerantes a sombra. As 40 espécies mais dominantes, ao longo dos anos de medição, no T3, estão listadas no Anexo M.

Um ano após a exploração a área basal total diminuiu para $23,3\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (20%). Algumas espécies, extraídas durante a exploração, tiveram sua área basal severamente reduzida, entre elas destacaram-se: *Ocotea rubra* (redução de $0,14\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 100%), *Goupia glabra* ($0,63\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 97,7%), *Simaruba amara* ($0,31\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 93,3%), *Hymenaea courbaril* ($0,25\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 93,2%), *Manilkara huberi* ($0,98\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 74,6%), *Holopyxidium jarana* ($0,46\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 70,8%) e *Carapa guianensis* ($0,36\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 42%).

Cinco anos após a exploração foram encontrados $25,5\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, esse valor representa um aumento de 9,4% em relação ao período anterior. As espécies com maior acréscimo na área basal foram *Jacaranda copaia* (de $0,05\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ em 1983 para $0,24\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ em 1987, aumento de 308%) *Brosimum lactescens* (de $0,15\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,31\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 107%), *Maquira sclerophylla* (de $0,16\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,28\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 75%), e *Inga* sp. (de $1,14\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $1,42\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 24,6%).

No levantamento seguinte, realizado sete anos após a exploração, a área basal média passou para $26,7\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (aumento de 4,7%). Dentre as 40 espécies mais dominantes, apenas seis tiveram redução na área basal, sete permaneceram estáveis (sem alterações na dominância) e 27 tiveram aumento, entre elas destacaram-se *Jacaranda copaia* (29,2%) e *Inga* sp. (18,3%).

Treze anos após a exploração e um ano após a aplicação do refinamento, a área basal média caiu para $24,3\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (diminuição de 8,7% em relação ao período anterior).

Algumas espécies aneladas como parte do tratamento silvicultural apresentaram grandes perdas em área basal, entre elas destacaram-se *Inga* sp. (49,4%), o grupo das sapotáceas (32,7%), *Sclerolobium chrysophyllum* (33,3%), *Piptadenia suaveolens* (72%) e *Saccoglottis* sp. (38%).

Na última medição, realizada 21 anos após a exploração e nove após o tratamento silvicultural, observou-se um aumento de 4,3% na área basal em relação ao período anterior, subindo para $25,4\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$. As espécies pioneiras, que na floresta original representavam 21,6%, passaram a compor 28,4% da área basal total. Esse aumento, de aproximadamente sete pontos percentuais, se deu devido à exploração e ao desbaste que promoveram a abertura do dossel e a maior entrada de luz na floresta. Nesse período, observou-se também o aumento pronunciado na área basal de espécies comerciais importantes no mercado madeireiro, tais como *Jacaranda copaia* (78,7%), *Licaria canella* (28,6%), *Trattinickia rhoifolia* (27,8%), *Carapa guianensis* (23,5%), *Manilkara huberi* (19%) e *Pouteria bilocularis* (15,4%).

Analisando todo o período, verificou-se que após 22 anos, o povoamento recuperou 87% da área basal total existente da floresta original. Essa baixa recuperação se deve à exploração de madeira aliada ao desbaste, que reduziu a área basal original da floresta em 31,5% (conforme descrito no Capítulo II). Apenas duas classes de diâmetro apresentaram valores de área basal maiores que os encontrados na primeira medição: a primeira (5-15 cm) que passou de $4,9\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, no primeiro levantamento para $6,3\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, no último (28,4% maior) e a classe 55-65cm que passou de $2,5\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $2,6\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (aumento de 4%). Nas demais, a área basal observada 21 anos após a exploração, ficou abaixo do encontrado na floresta original, principalmente nas classes 35-45cm, 65-75cm e 75-85cm (Figura 6a).

Entre as espécies de valor comercial, a área basal encontrada no último levantamento foi superior a do primeiro em quatro classes de diâmetro (5-15cm, 15-25cm, 25-35cm e 55-65cm). O valor acumulado, em 2003, nas classes abaixo de 45,0cm de DAP ($5,7\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) ultrapassou em aproximadamente 24,0% o valor existente na primeira medição ($4,6\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$). As classes a partir de 45cm apresentaram valores de área

basal acumulada em torno de 28% inferiores aos originais e precisarão de $2,5\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ a mais para atingir os níveis anteriores à exploração (Figura 6b).

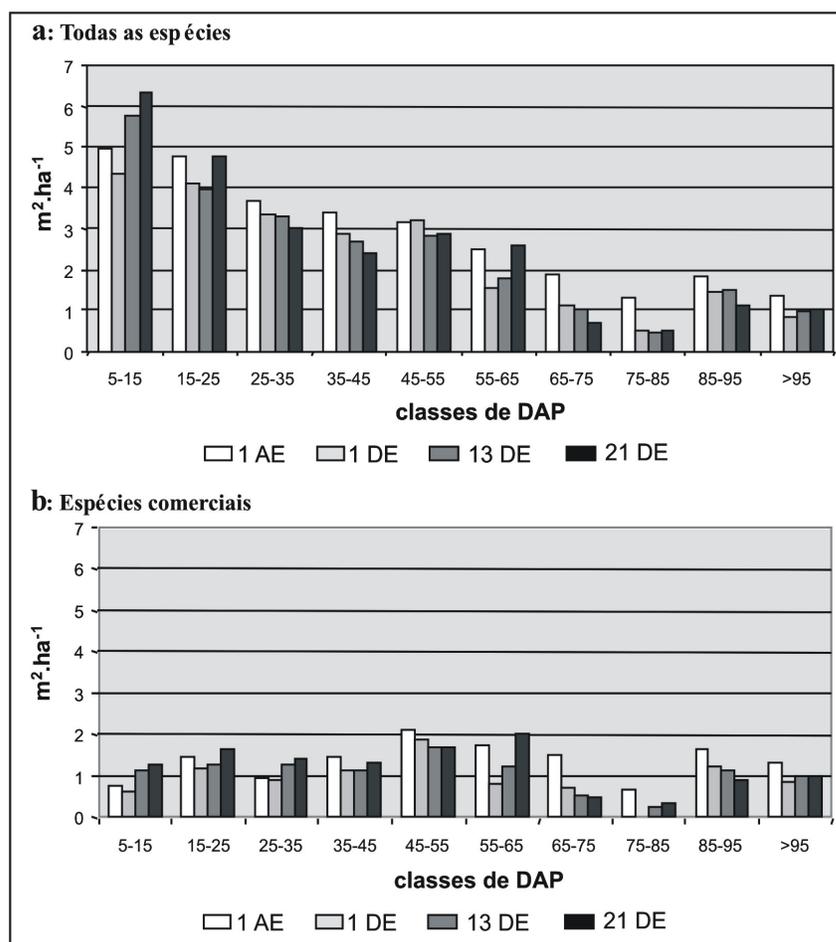


Figura 6 - Distribuição da área basal por classe diamétrica no tratamento T3, considerando todas as árvores (a) e somente árvores de espécies com valor comercial (b), em uma amostra de 3,0ha na Floresta Nacional do Tapajós, em 4 períodos de medição: 1AE (um ano antes da exploração), 1DE (um ano depois da exploração), 13DE (13 anos depois da exploração), 21DE (21 anos depois da exploração)

4.3.2.4 Tratamento T4: Exploração de espécies comerciais madeiras com $DAP \geq 55\text{cm}$ + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 50% de redução da área basal original (1,5ha).

A área basal encontrada no primeiro levantamento para o T4 foi $28,8\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$. Deste total, 73,7% era formado por espécies tolerantes e 26,3% por pioneiras. As espécies que

mais se destacavam em termos de dominância eram: grupo das sapotáceas com $1,78\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, *Rinorea guianensis* com $1,49\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, *Manilkara huberi* com $1,40\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ e *Carapa guianensis* com $1,22\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$. No Anexo N estão listadas as 40 espécies mais dominantes, ao longo dos anos de medição.

Na segunda medição, um ano após a exploração, a área basal diminuiu para $20,9\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (27,4%). As espécies com maiores perdas em área basal foram: *Goupia glabra* (redução de $1,12\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 100%), *Bertholletia excelsa* ($0,80\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 99%), *Hymenaea courbaril* ($0,39\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 93%), *Holopyxidium jarana* ($0,36\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 91%), *Hymenolobium excelsum* ($0,37\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 91%) e *Manilkara huberi* ($1,14\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 82%), todas extraídas durante a exploração de madeira.

Cinco anos após a exploração foram encontrados $23,5\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, o que representa um aumento de 12,4% em relação ao período anterior. As espécies pioneiras, beneficiadas pela maior entrada de luz na floresta após a exploração, foram as que apresentaram maior aumento na área basal, entre elas destacaram-se *Cecropia leucoma* (de $0,11\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ em 1983 para $0,27\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ em 1987, aumento de 145%), *Schyzolobium amazonicum* (de $0,24\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,40\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 66,7%), *Inga* sp. (de $0,58\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,83\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 43%) e *Sclerolobium chrysophyllum* ($0,36\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,51\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 41,6%).

Sete anos após a exploração a área basal subiu para $25,1\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (6,8% a mais que o levantamento anterior). As espécies pioneiras que vinham apresentando elevadas taxas de aumento em área basal no período anterior permaneceram com a mesma tendência nesse período, aumentando seu percentual de participação no povoamento para 29,3%, entre elas destacam-se *Aegiphilla* sp. (de $0,07\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ em 1987 para $0,14\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ em 1989, aumento de 100%), *Cecropia sciadophylla* (de $0,54\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $1,03\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 90,7%) e *Cecropia leucoma* (de $0,27\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,43\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 59,2%).

Treze anos após a exploração a área basal média foi reduzida em 15%, passando para $21,3\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$. O desbaste, aplicado no ano anterior, em maior intensidade na área do T4, foi o principal responsável por essa diminuição. As espécies não comerciais aneladas apresentaram grandes perdas em área basal, entre elas destacaram-se *Cecropia*

sciadophylla (89,3%), *Bixa arborea* (67,8%), *Cecropia leucoma* (58%) e *Apeiba albiflora* (56,6%).

Na última medição, realizada 21 anos após a exploração e nove após o tratamento silvicultural, a área basal média foi $22,2\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (aumento de 4,2% em relação ao período anterior). Algumas espécies sem valor comercial conhecido, que haviam sido aneladas, continuaram apresentando reduções na área basal, tais como: *Guatteria poeppigiana* (68,4%), *Maquira sclerophylla* (76,5%) e *Rinorea guianensis* (58%). Por outro lado, devido a intensidade do refinamento, algumas espécies pioneiras foram beneficiadas pela abertura do dossel e apresentaram grandes aumentos em dominância, entre elas destacaram-se *Bixa arborea* (de $0,09\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ em 1995 para $0,36\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ em 2003, aumento de 300%), *Sclerolobium chrysophyllum* (de $0,04\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,15\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 275%), *Inga* sp. (de $0,73\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $2,0\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 174%), *Schyzolobium amazonicum* (de $0,18\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,44\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 144%) e *Jacaranda copaia* ($0,56\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $1,12\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 100%). O grupo das pioneiras, que no primeiro levantamento representava 26%, aumentou sua participação para 38,5%.

Analisando todo o período de acompanhamento, verificou-se que após 22 anos, a área do tratamento T4 recuperou 77% da área basal total existente na floresta original. Somente a primeira classe de diâmetro apresentou valores de área basal maiores que os encontrados na primeira medição. Nas demais, a área basal, ficou abaixo do encontrado na floresta antes da exploração, principalmente nas classes acima de 55cm de diâmetro, alvo da extração comercial de madeira. Além da exploração, o desbaste realizado em 1994, contribuiu para essa baixa recuperação. As duas intervenções reduziram a área basal original em 49,3% (conforme descrito no Capítulo II). (Figura 7a).

Entre as espécies de valor comercial, o povoamento recuperou 70% da área basal existente na floresta antes da exploração. No último levantamento, três classes de diâmetro apresentaram área basal superior a encontrada na primeira medição (5-15cm, 15-25cm e 45-55cm). O valor acumulado, em 2003, nas classes abaixo de 45,0cm de DAP ($5,8\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) ultrapassou em 23,4% o valor existente na primeira medição ($4,7\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$). As classes a partir de 45cm apresentaram valores de área basal acumulada

58,4% inferiores aos originais e precisarão de aproximadamente $5,0\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ a mais para atingir os níveis anteriores à exploração (Figura 7b).

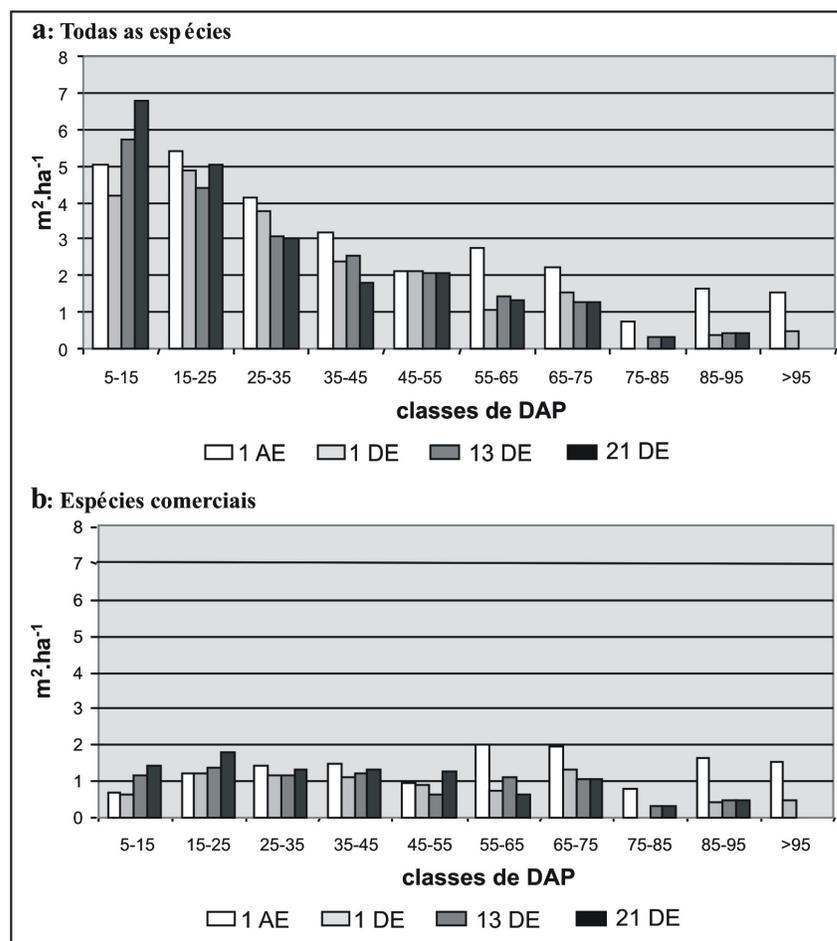


Figura 7 - Distribuição da área basal por classe diamétrica no tratamento T4, considerando todas as árvores (a) e somente árvores de espécies com valor comercial (b), em uma amostra de 1,5ha na Floresta Nacional do Tapajós, em 4 períodos de medição: 1AE (um ano antes da exploração), 1DE (um ano depois da exploração), 13DE (13 anos depois da exploração), 21DE (21 anos depois da exploração)

4.3.2.5 Tratamento T0: Testemunha, área sem intervenção (1,5ha).

Na floresta testemunha a área basal obtida no primeiro levantamento, em 1983, foi $30,5\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$. As espécies mais importantes em termos de dominância foram *Manilkara*

huberi, o grupo das Sapotaceae, *Rinorea guianensis*, *Sclerolobium chrysophyllum* e *Couratari oblongifolia*. Somente estas cinco espécies contribuíram com aproximadamente 27% da área basal total, e permaneceram como as mais dominantes durante todo o período de acompanhamento. As 40 espécies mais importantes em termos de área basal, ao longo dos anos de medição, no T0, estão listadas no Anexo O.

No segundo levantamento, realizado em 1987, a área basal teve um pequeno aumento de 2,6%, passando para $31,3\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$. Dois anos depois, em 1989, manteve-se praticamente a mesma ($31,2\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$). No inventário seguinte, em 1995, a área basal teve uma pequena redução 2,2% em relação ao período anterior, passando para $30,5\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ e no último levantamento, em 2003, foi $31,7\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (aumento de 3,9%).

Pode-se observar que as alterações na dominância na área testemunha foram muito pequenas. Entre a primeira e a última medição, realizada 20 anos depois, houve um aumento de apenas 3,9% (0,2% ao ano). As espécies que mais diminuíram em área basal ao longo do período foram *Tachigali myrmecophyla* (de $0,69\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ em 1983 para $0,11\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ em 2003, redução de 84%), *Pouteria bilocularis* (de $0,94\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,49\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 47,8%), *Maquira sclerophylla* (de $0,28\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,18\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 35,7%) e *Holopyxidium jarana* (de $0,85\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,68\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 20%). As que tiveram maior aumento foram *Inga* sp. (de $0,50\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,84\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, aumento de 68%), *Protium apiculatum* (de $0,65\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,89\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 37%), *Eschweilera odora* (de $0,70\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,91\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 30%) e *Caryocar glabrum* (de $0,70\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ para $0,88\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$, 25,7%).

A Figura 8 mostra a distribuição da área basal por classe de diâmetro considerando três períodos 1983, 1995 e 2003. Pode-se observar que, na área onde não ocorreram intervenções, houve poucas alterações na área basal entre as classes diamétricas ao longo de 20 anos. Apenas as classes acima de 65cm de DAP apresentaram maior movimento, uma vez que a mortalidade natural e a mudança de classe de alguns indivíduos ao longo do período de acompanhamento, provocam alterações na distribuição da área basal nestas classes.

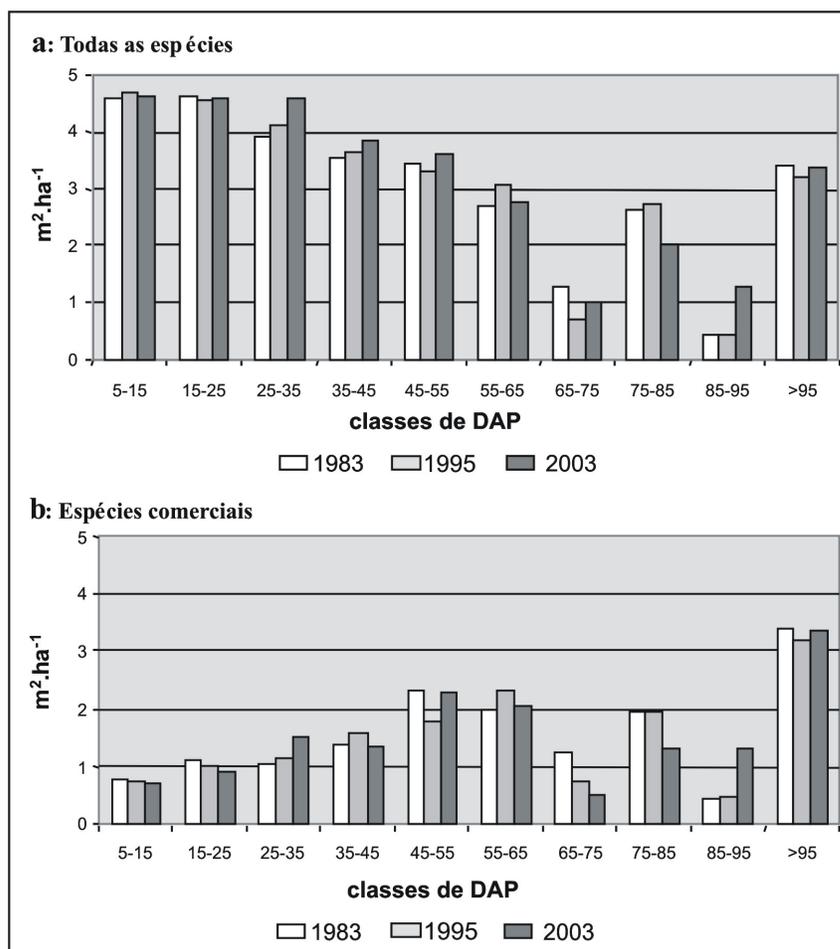


Figura 8 - Distribuição da área basal por classe diamétrica no tratamento T0, considerando todas as árvores (a) e somente árvores de espécies com valor comercial (b), em uma amostra de 1,5ha na Floresta Nacional do Tapajós, em 3 períodos de medição: 1983, 1995 e 2003

4.3.3 Volume

O comportamento do volume, ao longo do período de acompanhamento, seguiu a mesma tendência da área basal. Entre o primeiro e o segundo ano de medição ocorreram reduções devidas, principalmente, a extração de madeira ocorrida em 1982. O tratamento que sofreu a maior redução no volume total, em termos percentuais, foi o T4 com 35% seguido do T1 com 29%, T2 com 25,6% e T3 com 22,8%. Em relação ao volume comercial os valores foram T4 com 49%, T2 com 41,2%, T1 com 40,2% e T3 com 34%.

Nos dois levantamentos seguintes à exploração (1987 e 1989) houve aumento progressivo do volume total e comercial em todos os tratamentos. Em 1995, um ano após a aplicação do tratamento silvicultural, ocorreu redução do volume na área do T3 (9%) e T4 (15,6%), onde o desbaste foi realizado nas intensidades de 30% e 50%, respectivamente. No tratamento T2, cuja intensidade do desbaste foi 20%, e no T1, onde o mesmo não foi realizado, o volume total e comercial continuou a crescer (Tabela 3 e Figura 9).

No final dos 22 anos de acompanhamento, o volume total do tratamento T2 representou 98,4% do original, seguido do T1 com 88,9%, T3 com 75,4% e T4 com 59%. Para as espécies comerciais madeireiras o tratamento que melhor recuperou o volume original foi o T3 com 80,4%, seguido do T2 com 79,8%, T1 com 75,2% e T4 com 55,8% (Tabela 3 e Figura 9).

Tabela 3 Volume total e volume das espécies comerciais em cada tratamento e a cada ano de medição, em uma amostra de 10,25ha na Floresta Nacional do Tapajós, considerando todas as árvores com DAP \geq 20,0cm

Anos	Volume total ($m^3 \cdot ha^{-1}$)					Volume das espécies comerciais ($m^3 \cdot ha^{-1}$)				
	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4
1981 (1 AE)		304,50	293,48	256,99	247,38		163,23	177,81	153,45	154,07
1983 (1 DE)	286,47	216,11	218,23	198,38	160,78	184,04	97,66	104,54	101,66	78,92
1987 (5 DE)	297,35	221,57	237,01	205,14	169,59	190,32	106,65	111,24	101,44	80,14
1989 (7 DE)	293,92	237,88	246,43	213,88	182,13	186,16	112,62	116,35	104,40	83,31
1995 (13DE 1DT)	284,93	259,00	264,29	194,90	153,65	176,68	119,16	126,74	109,49	77,83
2003 (21DE 9DT)	300,52	270,71	288,75	193,85	145,75	182,03	122,8	141,88	123,44	85,98

Para área explorada (T1,T2,T3,T4): AE = número de anos antes da exploração; DE = número de anos após a exploração; DT = número de anos após o tratamento silvicultural. Para o tratamento T0 (área controle), considerar somente o ano de cada medição.

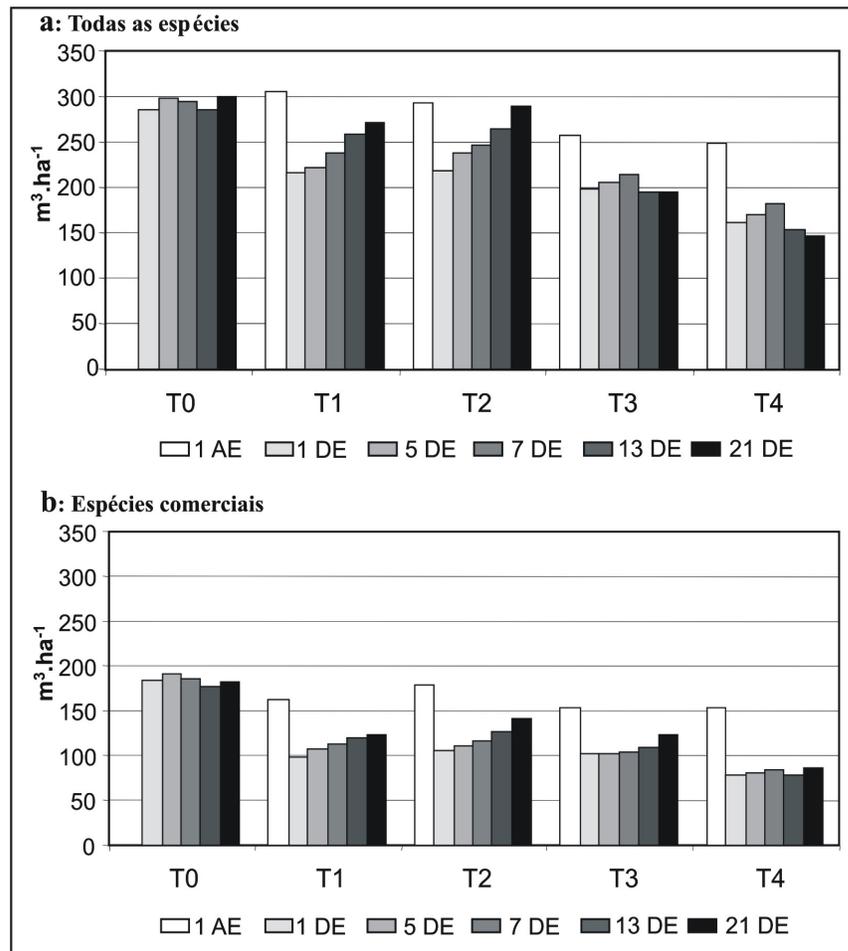


Figura 9 - Volume para todas as espécies (a) e para as espécies comerciais (b) em cada tratamento e a cada ano de medição, em uma amostra de 10,25ha na Floresta Nacional dos Tapajós, considerando árvores com DAP \geq 20,0cm. AE: número de anos antes da exploração DE: número de anos após a exploração

4.4 Discussão

Alterações na estrutura das florestas estão diretamente relacionadas com a intensidade das intervenções e com os métodos utilizados. Quanto maior o grau de abertura no dossel, ou seja, quanto mais intenso o tratamento, maior a redução em abundância, área basal e volume dos indivíduos.

A redução no número de árvores e área basal, devido a colheita de madeira, ocorreu tanto nas espécies que foram extraídas como naquelas que, mesmo não estando

na relação de espécies a retirar, perderam árvores em consequência dos danos ocasionados pelas atividades de derruba e arraste das árvores exploradas.

O tratamento que sofreu maior redução em abundância e dominância em consequência da exploração foi o T4 com diminuição de 16% do número de árvores e 27,5% da área basal. O menos afetado foi o T2 com 9,3% do número e 19,4% da área basal.

Em outro experimento, localizado em Paragominas – PA, onde foi realizada a extração de madeira, Silva (2004) obteve redução de 25% no número de indivíduos na área explorada convencionalmente e 21% na área com exploração de impacto reduzido. Carvalho (1992), observou que a extração de madeira, realizada na Floresta Nacional do Tapajós reduziu em média 12,6% do número de árvores e 25% da área basal.

Neste experimento, a capacidade de resiliência da floresta mostrou-se mais eficiente para a recuperação da abundância, quando comparada à área basal. Cinco anos após a colheita de madeira, todos os tratamentos apresentaram número de árvores superior ao encontrado antes da intervenção, inclusive para as espécies de valor comercial.

Comparando-se o primeiro levantamento (antes das intervenções) com o último (21 anos após a exploração) observou-se que a distribuição da dominância entre as classes diamétricas foi alterada. A recuperação da área basal ocorreu de forma mais efetiva nas primeiras classes diamétricas (5-45cm). Esse fato era esperado, uma vez que essas classes não foram alvos da extração de madeira, embora tenham sido reduzidas em consequência dos danos provocados pela exploração e devido aos desbastes 12 anos depois. O aumento da dominância nas classes iniciais também foi proporcionado pela entrada de novos indivíduos na comunidade, principalmente de espécies pioneiras, em função da maior disponibilidade de luz, devido as aberturas no dossel (Figura 10).

Os tratamentos T3 e T4, que tiveram sua área basal reduzida pelos desbastes em 30% e 50%, respectivamente, obtiveram o maior aumento em número de árvores.ha⁻¹ ao final do período, ultrapassando o valor original em aproximadamente 20%. Todavia, em relação a área basal tiveram recuperação inferior aos demais tratamentos, apresentando

valores maiores que os originais somente nas classes inferiores a 25cm de DAP (Figura 10).

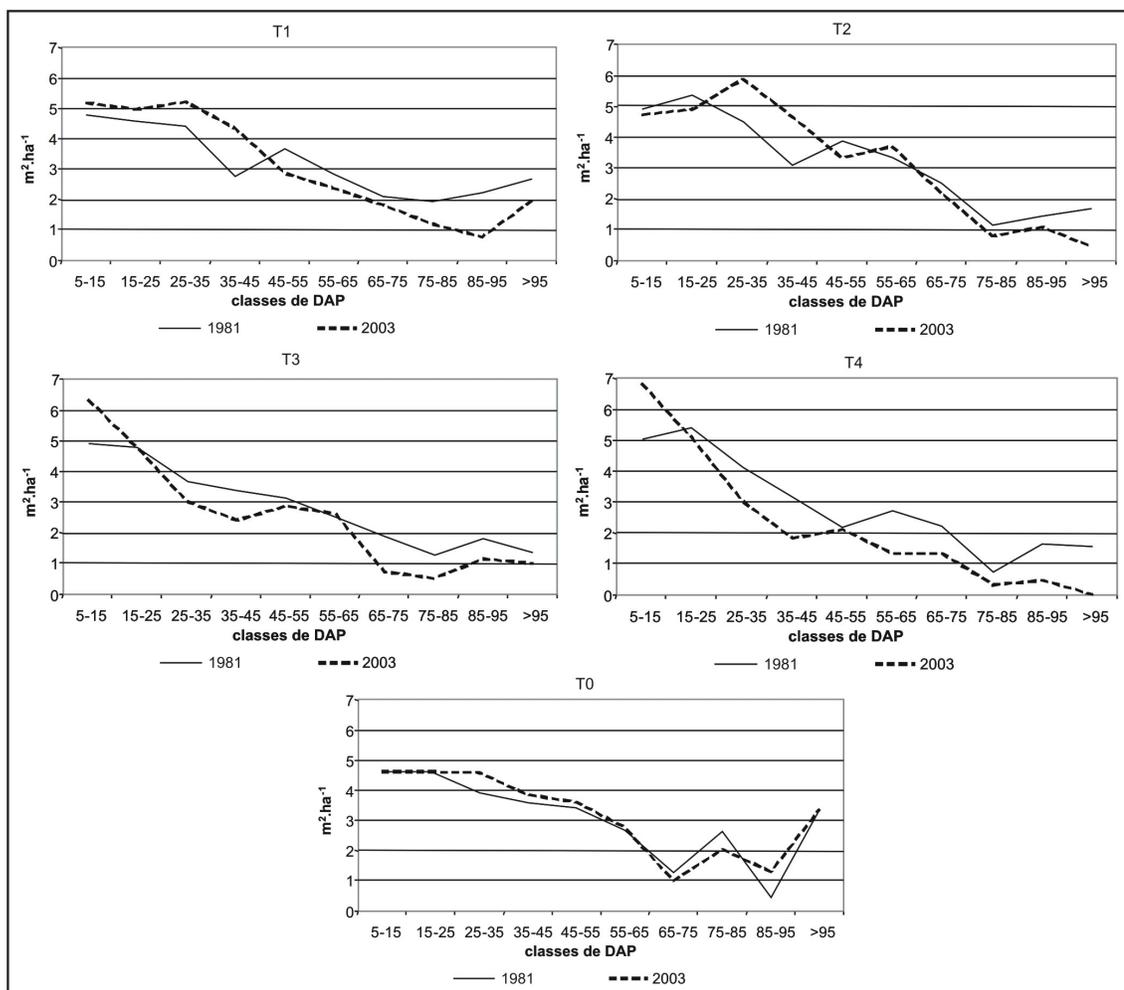


Figura 10 – Distribuição da área basal por classe de diâmetro em cada tratamento em dois períodos de medição: antes da exploração (1981) e 21 anos após a exploração (2003), em uma amostra de 10,25ha na Floresta Nacional dos Tapajós

Nas classes acima de 45cm de diâmetro, nenhum dos tratamentos alcançou a área basal presente antes da extração de madeira. A maior taxa de recuperação foi obtida no tratamento T2 (82%), seguida do T3 com 74%, T1 com 71% e T4 com 50% (Figura 10). Com relação a área basal das espécies de valor comercial madeireiro as taxas de recuperação foram um pouco menores, variando de 70% a 89,5%, sendo o tratamento T3 o que apresentou o maior valor.

No Suriname, em floresta explorada e logo depois submetida ao desbaste, onde todas as árvores com DAP maior que 20cm foram aneladas e envenenadas, a recuperação da área basal, 28 anos após as intervenções, foi em torno de 87% (De Graaf et al. 1999). Em outro experimento localizado no Km 67, na Floresta Nacional do Tapajós, Silva et al. (1995) observaram que 13 anos após a exploração, sem nenhuma intervenção posterior, a floresta apresentou área basal em torno de 76% da área não explorada.

O efeito das intervenções, neste experimento, seguiu um mesmo padrão em todos os tratamentos. A abertura do dossel causada pela exploração favoreceu o aumento da abundância e dominância de espécies pioneiras, colonizadoras de áreas abertas, tais como *Cecropia sciadophylla*, *Bixa arborea*, *Cecropia leucoma*, *Sloanea froesii* e *Aegiphilla* sp. Porém, a partir dos 13 anos após a exploração, a quantidade dessas espécies começou a reduzir devido ao fechamento do dossel, que aumentou a competição por luz, e em função do tempo de vida relativamente curto, característico desse grupo ecológico (Lieberman et al., 1985). Os desbastes, aplicados para redução da área basal das espécies indesejáveis nos tratamentos T2, T3 e T4, promoveram nova abertura no dossel, 12 anos após a exploração. A intensidade dos tratamentos T2 (aproximadamente 20% de redução efetiva da AB) e T3 (aproximadamente 30% de redução efetiva da AB) favoreceram várias espécies de valor comercial tais como *Jacaranda copaia*, *Laetia procera*, *Cordia bicolor*, *Cordia alliodora*, *Sclerolobium chrysophyllum*, *Schyzolobium amazonicum*, *Virola melinonii*, *Tachigali myrmecophyla*, *Licaria canella* e *Couratari oblongifolia*, que aumentaram bastante sua participação em número de árvores e área basal no povoamento. O tratamento T4, de redução mais intensa da área basal (aproximadamente 50%), além de favorecer as espécies comerciais citadas acima, também provocou grandes aumentos na densidade de espécies pioneiras sem valor comercial conhecido tais como *Bixa arborea*, *Sterculia pilosa* e *Inga* sp.

O aumento na densidade de espécies comerciais devido aos tratamentos silviculturais, também foram observados por Zanetti (2002), que analisou o efeito de 4 tratamentos (exploração convencional, exploração+refinamento, apenas refinamento e

testemunha) em uma floresta tropical no Paraguai, durante o período de 5 anos após a intervenção e concluiu que todos os tratamentos, exceto a testemunha, provocaram alterações na estrutura da floresta sendo exploração+refinamento a intervenção que provocou a maior redução na área basal e a que mostrou melhores resultados em termos de estímulo a regeneração natural e aumento da participação das espécies comerciais no povoamento.

Por outro lado, grandes reduções na área basal e conseqüentemente grandes aberturas no dossel podem gerar efeitos negativos. Plumptre (1996) constatou que tratamentos pesados com arboricida aplicados na Reserva Florestal de Budongo, em Uganda foram correlacionados positivamente com espécies colonizadoras indesejáveis, as mesmas que foram envenenadas como parte dos tratamentos. O mesmo autor afirma ainda que 50 anos de regeneração não foram suficientes para que a floresta recuperasse a área basal reduzida pela exploração.

Dekker & De Graaf (2003), estudando três níveis de exploração combinados com tratamentos de refinamento: (1) tratamento leve (exploração de $15 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), (2) tratamento médio (exploração de $23 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ + anelamento de árvores indesejáveis para redução da área basal para $18 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) e (3) tratamento pesado (exploração de $46 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ + anelamento de árvores indesejáveis para redução da área basal para $14 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) durante 20 anos de acompanhamento, em uma floresta tropical no Suriname, concluíram que o tratamento médio foi o que apresentou a maior densidade de regeneração e que o tratamento pesado foi severo demais e não recomendável porque causou os maiores distúrbios na floresta, além de apresentar a menor recuperação da densidade.

Resultados semelhantes foram encontrados por Finegan e Camacho (1999) em uma floresta tropical na Costa Rica, sete anos após a aplicação de três regimes silviculturais pós-exploração: “explorar e deixar” (exploração de madeira sem nenhuma intervenção subsequente), “refinamento” (anelamento de todas as espécies não comerciais com $\text{DAP} \geq 40 \text{ cm}$ que estivessem competindo com uma árvore potencial, reservada para uma segunda colheita) e “Shelterwood” (corte de todas as árvores não comerciais com $\text{DAP} \geq 10 \text{ cm}$, cujas copas não faziam parte do dossel superior), onde

tanto a densidade quanto a área basal tiveram aumentos acentuados nos anos que se seguiram à aplicação dos tratamentos, porém no refinamento, onde ocorreram as maiores alterações na estrutura da floresta (redução de 20% do número de árvores e 26% da área basal) a recuperação tem se mostrado mais lenta.

4.5 Conclusão

As intervenções realizadas na área dos tratamentos provocaram mudanças na estrutura original da floresta que ainda permanecem 21 anos após sua aplicação. De maneira geral, as principais alterações foram:

- Aumento na densidade em todos os tratamentos, principalmente nas classes de 5,0-20,0cm de diâmetro, que tiveram um acréscimo de aproximadamente 15% no número de árvores por hectare.
- Redução na dominância, que tem apresentado lenta recuperação em todos os tratamentos, principalmente nas classes acima de 45cm de diâmetro que foram as mais afetadas pela extração de madeira. Passados 21 anos da exploração, a área basal nessas classes ainda está, em média, 30% abaixo do valor original.
- Muitas espécies pioneiras, que não faziam parte da estrutura inicial ou estavam presentes em baixa densidade, foram favorecidas pela abertura no dossel pós-exploração e pós-desbaste e aumentaram sua densidade na comunidade, alterando o balanço entre os grupos ecológicos;
- Algumas espécies que eram abundantes antes da exploração, mas que sofreram grande redução durante a extração de madeira ainda se mantêm em baixa densidade;

Comparando as taxas de recuperação da estrutura entre os tratamentos analisados conclui-se que:

- O sistema de manejo denominado “explorar e deixar”, aplicado no tratamento T1, foi pouco eficiente na recuperação do número de árvores e área basal, extraídos da área durante a exploração. A ausência de uma nova intervenção, provavelmente elevou os

níveis de competição entre as árvores remanescentes após o fechamento do dossel, dificultando o crescimento e a entrada de novas árvores na população.

- O tratamento T4 foi o que obteve o maior número de árvores.ha⁻¹ no final do período, ultrapassando o valor original em 21% considerando todas as espécies e em 73% considerando somente as espécies de valor comercial. Todavia, em relação a área basal sua recuperação foi inferior aos demais tratamentos, atingindo somente 77% da área basal inicial considerando todas as espécies e 70% considerando somente as espécies de valor comercial. Esses valores indicam que o desbaste de aproximadamente 50% da AB, aplicado no T4, apesar de ter produzido o aumento no número de árvores comerciais (estoque para futuras colheitas), ainda está com os valores de área basal bastante inferiores aos originais, além disso, as grandes clareiras abertas após a aplicação do desbaste favoreceram a infestação de cipós e o aumento no número de espécies pioneiras colonizadoras de áreas abertas;
- O tratamento T2 foi o que apresentou as maiores taxas de recuperação em área basal (99,7%) considerando todas as espécies e ficou em segundo lugar em relação a recuperação da área basal (85,2%) das espécies de valor comercial. Porém é preciso considerar que o tratamento T2 sofreu as menores reduções em área basal durante a colheita de madeira, conseqüentemente, sua recuperação também foi mais rápida do que os demais.
- O T3 foi considerado o mais eficiente dentre os tratamentos analisados, pois favoreceu várias espécies comerciais importantes no mercado madeireiro, que aumentaram sua participação em número de árvores e área basal. No final do período de acompanhamento, o número de árvores comerciais foi 47% superior ao valor original e a taxa de recuperação da área basal deste grupo foi 89,5% (a maior dentre os tratamentos testados). Esses valores indicam que o desbaste de aproximadamente 30% da área basal, aplicado no T3, teve efeito positivo na indução da regeneração natural e no crescimento de espécies de valor comercial madeireiro que poderão ser extraídas em futuras colheitas.

5. EFEITO DA EXPLORAÇÃO DE MADEIRA E TRATAMENTOS SILVICULTURAIS SOBRE A DINÂMICA DA VEGETAÇÃO EM 136ha DA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, BELTERRA-PARÁ.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi analisar o efeito de quatro intensidades de redução da área basal, representadas pela exploração e desbastes sistemáticos, na dinâmica do extrato arbóreo, durante um período de 22 anos. O experimento se localiza na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará, a altura do km 114 da Rodovia Santarém-Cuiabá. O delineamento estatístico utilizado foi Blocos ao Acaso com 4 repetições onde foram testados os seguintes tratamentos: T0: controle, representado pela floresta não explorada; T1: Abate de árvores comerciais com $DAP \geq 45\text{cm}$, sem nenhuma intervenção posterior; T2: Abate de árvores comerciais $DAP \geq 55\text{cm}$ + desbaste de espécies não comerciais para reduzir a área basal em 20% da original; T3: Abate de árvores comerciais $DAP \geq 55\text{cm}$ + desbaste de espécies não comerciais para reduzir a área basal em 40% da original; T4: Abate de árvores comerciais $DAP \geq 55\text{cm}$ + desbaste de espécies não comerciais para reduzir a área basal em 60% da original. Em cada tratamento foram instaladas ao acaso 12 parcelas permanentes (PP) de 0,25ha, onde foram medidas todas as árvores com diâmetro $\geq 5,0\text{cm}$. A exploração de madeira foi realizada em 1982 e os desbastes em 1994. As medições das PP foram realizadas em 1981, 1983, 1987, 1989, 1995 e 2003. Os resultados mostraram que as intervenções alteraram a dinâmica da floresta, elevando as taxas de mortalidade, estimulando o aumento no número de ingressos e a aceleração nas taxas de crescimento das árvores remanescentes. O tratamento T4 produziu as maiores taxas de

ingressos e crescimento em diâmetro, porém, devido ao aumento na mortalidade, apresentou taxas negativas de crescimento em área basal e volume. O tratamento T3 foi considerado o mais adequado porque favoreceu elevadas taxas de recrutamento e crescimento em diâmetro, sem elevar em demasiado a mortalidade. Esse tratamento também mostrou as maiores taxas de incremento em AB e volume, no período após a aplicação do desbaste.

Summary

The objective of this work was to analyze the effect of four intensities of basal area reduction, represented by systematic logging and liberation thinning, on the dynamics of arboreal extract, over a period of 22 years. The experiment is located in the Tapajós National Forest, municipality of Belterra, Pará, at km 114 of the Santarém-Cuiabá Highway. The statistical delineation employed was Random Blocks with 4 repetitions, in which the following treatments were tested: T0: control, represented by unlogged forest; T1: Felling of commercial trees with $DBH \geq 45\text{cm}$, with no posterior intervention; T2: Felling of commercial trees $DBH \geq 55\text{cm}$ + thinning of non-commercial species to reduce the original basal area by 20%; T3: Felling of commercial trees $DBH \geq 55\text{cm}$ + thinning of non-commercial species to reduce the original basal area by 40%; T4: Felling of commercial trees $DBH \geq 55\text{cm}$ + thinning of non-commercial species to reduce the original basal area by 60%. In each treatment 12 0,25ha permanent parcels (PP) were randomly installed, in which all trees with diameter $\geq 5,0\text{cm}$ were measured. Logging was carried out in 1982 and the thinning treatments in 1994. The measurements of PP were carried in 1981, 1983, 1987, 1989, 1995 and 2003. The results showed that interventions alter forest dynamics, increasing mortality rates, stimulating an increase in the number of ingresses and acceleration in growth of remaining trees. Treatment T4 produced the highest rates of ingress and diameter growth; however, due to the mortality increase, it presented negative growth rates in basal area and volume. Treatment T3 was considered the most adequate treatment, because it favored high rates of recruitment and

diameter growth, without excessively raising mortality. This treatment also showed the greatest increments in AB and volume, in the period after application of the thinnings.

5.1 Introdução

Do ponto de vista técnico, a produção de madeira em florestas tropicais, sob regime de rendimento sustentável, exige certo volume de informações, nas quais uma parte significativa se relaciona com o crescimento, rendimento e regeneração natural das espécies arbóreas, tanto aquelas de valor comercial, como as demais (Camacho & Finegan, 1997).

Elevadas taxas de incremento e freqüente recrutamento constituem o primeiro indicativo de que a floresta possui características favoráveis ao manejo para produção de madeira (Finegan & Camacho, 1999). Portanto, o conhecimento das taxas de crescimento, ingressos e mortalidade são de fundamental importância para o planejamento da produção e determinação dos ciclos de corte de florestas tropicais.

Segundo Chambers et al. (1998), o incremento em diâmetro em florestas tropicais é mais importante do que a idade para descrever a dinâmica, principalmente porque a idade é um parâmetro muito difícil de se medir com precisão, já que as árvores não apresentam anéis de crescimento anual definidos. As taxas de crescimento em diâmetro variam significativamente dentro e entre espécies, além de serem influenciadas pelo tamanho da árvore, estação do ano e condições climáticas (Ferri, 1979). Usualmente, as árvores de uma mesma família ou de uma mesma espécie botânica apresentam diferentes comportamentos sob diferentes condições. As diferenças no crescimento, tanto por espécie como em grupos ecológicos, ocorrem em função de importantes fatores como: disponibilidade de luz, fertilidade dos solos, regimes pluviométricos, grupos ecológicos predominantes, características genéticas da espécie, grau de sanidade das árvores e distúrbios na floresta, entre outros.

O estudo dos ingressos em florestas tropicais tem especial importância sob o ponto de vista silvicultural, porque determina em termos qualitativos e quantitativos, o quanto o sistema está sendo “alimentado” com a entrada, na população monitorada, de novos

indivíduos das espécies alvo do manejo (Silva, 1989). Para manter a produção florestal, é necessário que uma quantidade adequada de regeneração de espécies de valor econômico entrem regularmente no sistema e que um número mínimo de árvores provenientes dessa regeneração sobreviva e cresça até o tamanho de corte a cada ciclo de colheita.

A mortalidade é um dos parâmetros mais complicados e que demanda maior custo para determinar. Taxas anuais de mortalidade devem ser provenientes de populações com várias centenas de indivíduos, acompanhados por longos períodos (pelo menos 10 anos), para compensar a irregularidade de eventos climáticos que interferem nos valores, tais como, períodos muito secos ou muito chuvosos, fenômeno el niño, etc. (De Graaf et al., 1999). Swaine et al. (1987) comentam que o padrão de mortalidade natural no tempo e no espaço, em florestas tropicais, é fortemente correlacionado com a longevidade máxima das árvores, distribuição nas classes de tamanho, abundância relativa das espécies e tamanho e quantidade de aberturas no dossel. A mortalidade pode ser causada por ventanias em tempestades, mas, freqüentemente, as árvores morrem em pé, como resultado da ação de fungos patogênicos, senescência natural, condições ambientais adversas, como grandes períodos de estiagem, ou ainda uma combinação destes fatores (Lieberman & Lieberman, 1987).

Na busca por um sistema silvicultural adequado para as florestas tropicais uma importante consideração é o baixo incremento das espécies de valor comercial madeireiro após a primeira exploração. Isto se dá devido a relativa escassez, em número e volume, de árvores potenciais para a próxima colheita (árvores de espécies com valor comercial e diâmetro entre 30-45 cm, ou mais) deixadas após a primeira exploração aliada ao lento crescimento das mesmas (De Graaf et al., 1999).

As taxas de crescimento podem ser aceleradas pelos tratamentos silviculturais, que basicamente envolvem dois tipos: i) Liberação ou desbaste seletivo, que consiste na remoção de indivíduos competidores, não desejáveis, cujas copas estejam competindo com por luz com as copas das árvores de espécies selecionadas para a próxima colheita; ou ii) Refinamento ou desbaste sistemático, que consiste na redução da área basal de

espécies não desejáveis visando diminuir a competição no povoamento, de forma geral. Os tratamentos silviculturais, além de acelerar o crescimento das árvores remanescentes, inclusive nas menores classes de diâmetro, também aumentam as taxas de ingressos de novos indivíduos na comunidade e têm seus efeitos comprovados em vários experimentos nas florestas tropicais do mundo (Lamprecht, 1993).

O objetivo deste capítulo é analisar a dinâmica da vegetação de uma área de 136ha, localizada na Floresta Nacional do Tapajós, em 22 anos de monitoramento. O comportamento da floresta será analisado em relação as taxas de ingressos, mortalidade e crescimento após a exploração de madeira e após os diferentes tratamentos silviculturais aplicados na área, e será comparado com a floresta não explorada nem tratada. Procura-se especificamente responder as seguintes perguntas:

1. Como as diferentes intensidades de exploração e desbaste afetam o crescimento (diâmetro, área basal e volume), os ingressos e a mortalidade das árvores remanescentes?
2. Qual(is), dentre os tratamentos aplicados, é o mais adequado visando a produção sustentada de madeira, ou seja, produz as maiores taxas de crescimento os maiores ingressos e a menor mortalidade?

5.2 Material e métodos

A dinâmica da floresta foi analisada em termos de ingressos, mortalidade e crescimento. Foram considerados todos os indivíduos arbóreos com DAP \geq 5,0cm, presentes em 41 parcelas permanentes de 50m x 50m distribuídas nas áreas dos seguintes tratamentos:

- Tratamento T0: Testemunha, área sem intervenção (6 parcelas, 1,5ha amostrado).
- Tratamento T1: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP \geq 45cm (10 parcelas, 2,5ha amostrados)

- Tratamento T2: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP \geq 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando 20% de redução da área basal original (7 parcelas, 1,75ha amostrados).

- Tratamento T3: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP \geq 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 30% de redução da área basal original (12 parcelas, 3,0ha amostrados).

- Tratamento T4: Exploração de espécies comerciais madeireiras com DAP \geq 55cm + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 50% de redução da área basal original (6 parcelas - 1,5ha amostrado).

O método de instalação e medição das parcelas permanentes, assim como informações sobre a exploração e a aplicação dos tratamentos silviculturais, estão descritos no Capítulo I e II.

Um resumo das principais atividades realizadas na área encontra-se no Quadro 1

Ano	Atividades Realizadas
1981	Instalação e primeira medição das parcelas permanentes (PP) na área a ser explorada (T1, T2, T3, T4);
1982	Exploração florestal na área experimental de 144ha, seguindo a prescrição dos tratamentos;
1983	2 ^o Medição das PP na área explorada; Instalação e primeira medição das PP na área testemunha (T0);
1987	3 ^o Medição das PP na área explorada; 2 ^o Medição das PP na área testemunha;
1989	4 ^o Medição das PP na área explorada; 3 ^o Medição das PP na área testemunha;
1994	Aplicação dos tratamentos silviculturais (desbastes);
1995	5 ^o Medição das PP na área explorada; 4 ^o Medição das PP na área testemunha;
2003	6 ^o Medição das PP na área explorada; 5 ^o Medição das PP na área testemunha;

Quadro 1 Histórico das atividades realizadas em uma área experimental de 136ha na Floresta Nacional do Tapajós, km 114 da rodovia Santarém-Cuiabá, município de Belterra, PA

Ingressos ou recrutamento foram considerados como sendo o número de árvores que atingiram o diâmetro mínimo de 5,0cm, em cada medição, a partir da segunda. Esse valor foi dividido pelo número de anos do intervalo entre as medições para obter o número de ingressos.ha⁻¹.ano⁻¹. A partir desse valor foi calculada a percentagem anual de

ingressos, pela relação entre o número de novos indivíduos em cada medição e o número de árvores presentes na medição anterior.

Mortalidade foi considerada como sendo o número de árvores com diâmetro $\geq 5,0\text{cm}$ encontradas mortas em cada medição, a partir da segunda. No primeiro levantamento após a exploração, árvores colhidas e aquelas que morreram em consequência das atividades de extração foram incluídas no cálculo da mortalidade. O número de árvores registradas como mortas em cada medição foi dividido pelo número de anos do intervalo entre os levantamentos para obter o número de mortas. $\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. A partir desse valor, assim como no caso dos ingressos, foi calculada a percentagem anual de mortalidade pela relação entre o número de árvores mortas em cada medição e o total de árvores presentes na medição anterior.

Os incrementos em diâmetro, área basal e volume foram calculados subtraindo o valor obtido na medição anterior do valor presente na medição atual e dividindo pelo número de anos do intervalo. No cálculo do crescimento em área basal e volume foi utilizado o incremento líquido, ou seja, foram incluídas as mudanças devidas ao ingresso e à mortalidade de árvores no período.

Para o estudo da variação entre os tratamentos, foi utilizada a análise de variância e teste Tukey para a comparação das médias, sempre que as pressuposições básicas de normalidade e homocedasticidade foram obedecidas. A verificação da normalidade dos dados foi realizada através do teste de Shapiro Wilks e a análise de variância através do Proc ANOVA, ambos com auxílio do programa estatístico “*SAS-system (Statistical Analysis Systems)*”. Quando não foi possível obedecer as pressuposições da análise, procedeu-se a transformação dos dados através do log.

5.3 Resultados

5.3.1 Ingressos

O tratamento que apresentou o maior número de ingressos, considerando os 22 anos do período de acompanhamento, foi o T4 com $42 \text{ árvores}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ($3,7\%.\text{ano}^{-1}$)

seguido do T3 com 36 árvores.ha⁻¹.ano⁻¹ (3,3%.ano⁻¹), T1 com 25,6 árvores.ha⁻¹.ano⁻¹ (2,3%.ano⁻¹) e T2 com 21 árvores.ha⁻¹.ano⁻¹ (1,9%.ano⁻¹). A floresta testemunha (T0) apresentou média de 11 ingressos.ha⁻¹.ano⁻¹ (1,2%.ano⁻¹) ao longo dos 20 anos de medição (Tabela 1).

Tabela 1 Ingressos em número de árvores.ha⁻¹.ano⁻¹ (diâmetro ≥ 5,0cm) em cada tratamento e a cada período de medição em uma amostra de 10,25ha na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163). O número entre parênteses (%.ano⁻¹) indica a proporção de árvores que ingressaram no final de cada período, em relação ao número inicial de árvores presentes no período, divididos pelo número de anos do intervalo

Tratamento	1AE-1 DE (1981-1983) (2 anos)	1 DE-5 DE (1983-1987) (4 anos)	5 DE-7 DE (1987-1989) (2 anos)	7 DE-13 DE (1989-1995) (6 anos)	13 DE-21 DE (1995-2003) (8 anos)	1AE-21DE (1981-2003) (22 anos)
T1	39,6 ^a (3,5)	85,4 ^a (8,9)	64,8 ^a (5,3)	21,4 ^{ab} (1,7)	15,0 ^a (1,2)	25,6 ^a (2,3)
T2	33,5 ^a (3,0)	48,9 ^{ab} (4,8)	41,5 ^{ab} (3,6)	15,3 ^b (1,3)	20,0 ^a (1,8)	21,1 ^a (1,9)
T3	40,9 ^a (3,7)	76,8 ^a (8,0)	59,0 ^a (4,9)	29,3 ^a (2,3)	43,3 ^b (3,6)	36,1 ^b (3,3)
T4	40,4 ^a (3,5)	89,5 ^a (9,3)	67,0 ^a (5,4)	27,8 ^a (2,1)	58,9 ^c (4,9)	41,9 ^b (3,7)
		1M – 2 M (4 anos)	2M – 3 M (2 anos)	3M – 4 M (6 anos)	4M – 5 M (8 anos)	1M – 5 M (20 anos)
T0	-	13,3 ^b (1,3)	19,7 ^b (1,9)	14,1 ^b (1,3)	11,5 ^a (1,1)	11,1 ^a (1,2)
F	2,27 ^{ns}	4,53 [*]	4,09 [*]	7,18 [*]	42,84 [*]	9,25 [*]
CV	32,5	58,0	48,1	32,2	27,8	35,2

F: valor do F na análise de variância ($\alpha = 0,05$); CV: coeficiente de variação experimental. Médias seguidas pela mesma letra na posição vertical não apresentam diferença significativa de acordo com o teste Tukey ($\alpha = 0,05$). 1AE: um ano antes da exploração; 1DE: um ano depois da exploração...Para área testemunha, 1M: primeira medição, 2M: segunda medição.....

Pode-se observar na Figura 1, que à medida que o processo de recuperação pós-exploração da floresta avança e inicia-se o fechamento do dossel, as taxas médias de ingresso tendem a se aproximar dos valores encontrados na área não explorada. Em 1987, cinco anos após a colheita de madeira, as taxas de ingresso do tratamento T2 já são estatisticamente iguais ao T0. Após treze anos (1995), o tratamento T1, apesar de ter sido explorado mais intensamente, também se iguala a área testemunha. Os tratamentos T3 e T4 permanecem com taxas estatisticamente maiores em função dos desbastes aplicados na intensidade de 30% e 50%, que provocaram nova abertura no dossel, criando espaço e condições de maior luminosidade para o estabelecimento de novos ingressantes. O tratamento T2, apesar de também ter sofrido redução da área basal

durante os desbastes, a intensidade de 20% não foi suficiente para provocar o aumento significativo no número de ingressos.

As maiores taxas de ingresso, para todos os tratamentos onde houve a colheita de madeira, foram observadas no período entre um e cinco anos depois da exploração (1983-1987), como consequência da maior entrada de luz ocasionada pela abertura do dossel. Nos dois períodos seguintes (1987-1989 e 1989-1995) o número de ingressos diminuiu gradativamente, aproximando-se dos encontrados, no mesmo período, para a floresta sem intervenção (T0) (Tabela 1 e Figura 2a). A mesma tendência foi observada considerando somente os ingressos de espécies comerciais madeireiras (Figura 2b).

No período de 13 a 21 anos depois da exploração (1995-2003), a abertura no dossel, ocasionada pelos desbastes para redução da área basal, realizada no ano anterior (1994), favoreceu o aumento no número de ingressos nos tratamentos onde o mesmo foi aplicado (T2, T3 e T4). O efeito do desbaste na quantidade de ingressos variou conforme a intensidade de redução da área basal, sendo maior no tratamento T4 (50% de redução) onde o número de ingressos aumentou em aproximadamente 112,0% em relação ao período anterior. Para os tratamentos T3 (30% de redução) e T2 (20% de redução) esses valores foram 47,8% e 30,7%, respectivamente (Figura 2a). Considerando somente as espécies de valor comercial, o aumento no número de ingressos. $ha^{-1}.ano^{-1}$, após os desbastes, foi 92% para o T4; 56,7% para o T2 e 12,5% para o T3 (Figura 2b). O Tratamento T1, onde não foi realizada nenhuma intervenção

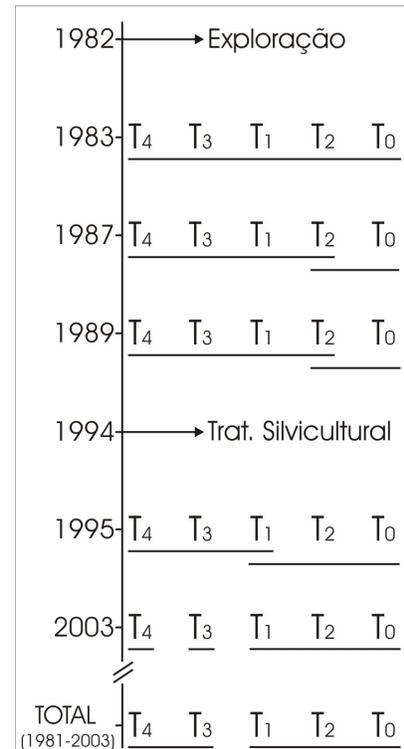


Figura 1 – Análise estatística do nº de ingressos. $ha^{-1}.ano^{-1}$ a cada período de medição. Tratamentos seguidos pelo mesmo traço não apresentam \neq significativa de acordo com o teste Tukey ($\alpha = 0,05$)

após a exploração, continuou reduzindo as taxas anuais de ingresso, equiparando-se ao tratamento T0 (Figuras 2a e 2b).

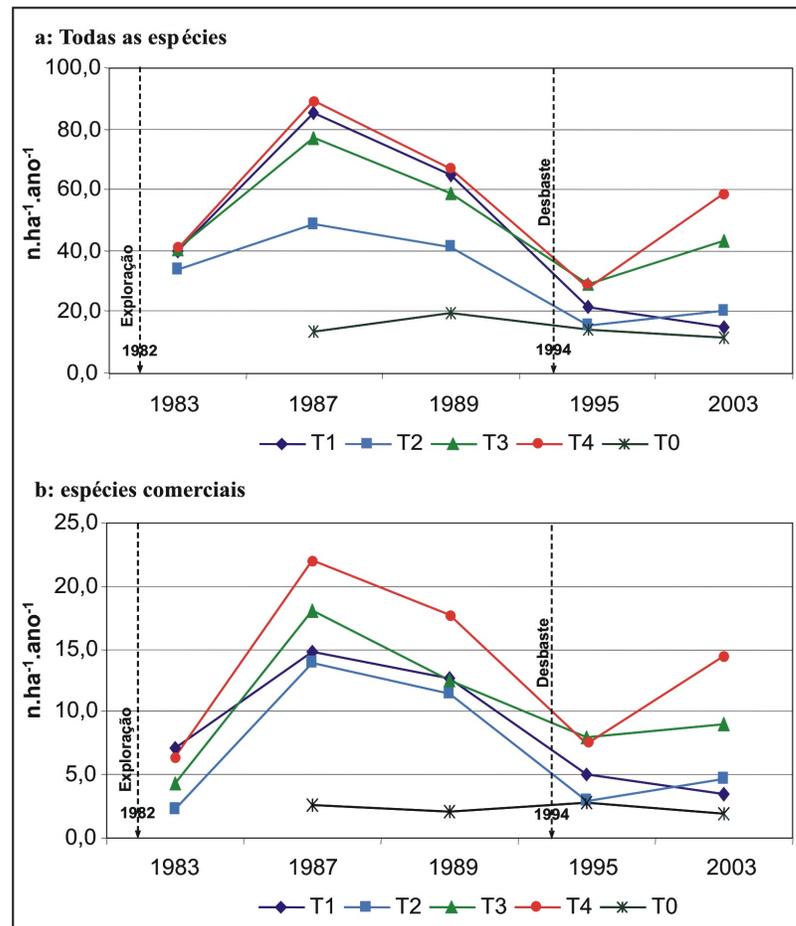


Figura 2 - Efeito das intervenções no número de ingressos (diâmetro $\geq 5,0\text{cm}$) em cada tratamento e a cada período de medição em uma amostra de 10,25ha na Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

As espécies pioneiras apresentaram os maiores valores percentuais de ingressos ao longo de todo o período de acompanhamento. Nos tratamentos em que houve colheita de madeira, o período 1983-1987 (1-5 anos após a exploração) mostrou as maiores taxas de ingressos nesse grupo ecológico, com valores variando entre 24% e 55%, devido à abertura do dossel causada pelas atividades de extração. As espécies tolerantes à sombra

mantiveram-se com taxas de 1% a 4% durante todo o período, com pouca variação ao longo do tempo (Figura 3).

A floresta testemunha também apresentou maior percentual de ingressos no grupo das pioneiras, principalmente nos dois primeiros períodos de acompanhamento. Esse fato se deve, provavelmente, à mortalidade natural de alguns indivíduos de grande porte (diâmetro > 50cm) das espécies *Tachigali myrmecophyla* e *Iryanthera juruensis*, que provocaram grandes aberturas no dossel, criando condições favoráveis ao estabelecimento de indivíduos nesse grupo ecológico.

O grupo das espécies comerciais também teve maior percentual de ingressos no período 1-5 anos depois da exploração, quando os valores variaram de 10% a 16%. Nos demais períodos a taxa foi reduzida para 1 a 5% (Figura 3).

Considerando o período total de acompanhamento, o tratamento T4 destacou-se em termos de ingressos no grupo de espécies de valor comercial madeireiro, apresentando em torno de 11 novos indivíduos.ha⁻¹.ano⁻¹, que representa 5,8% ao ano do total de árvores de espécies comerciais presentes no primeiro levantamento. As espécies com maiores valores de ingressos nesse grupo foram: *Jacaranda copaia*, *Licaria canela*, *Virola melinonii* e *Laetia procera*. Para os demais tratamentos, os ingressos no grupo de valor comercial foram 8,6.ha⁻¹.ano⁻¹ (4,1%.ano⁻¹) para o T3; 5,4.ha⁻¹.ano⁻¹ (3,2%.ano⁻¹) para o T1; 4,8.ha⁻¹.ano⁻¹ (2,5%.ano⁻¹) para o T2; e 2,1.ha⁻¹.ano⁻¹ (1,0%.ano⁻¹) para o T0.

No Anexo P estão listadas as 12 espécies que mais contribuíram para o número total de ingressos em todos os tratamentos onde ocorreu a extração de madeira em três períodos de observação (1 ano antes da exploração a 5 anos depois; 5-13 anos após a exploração e 13-21 anos após a exploração). Nos três períodos observados, esse pequeno grupo representou mais de 40% do número total de ingressos.

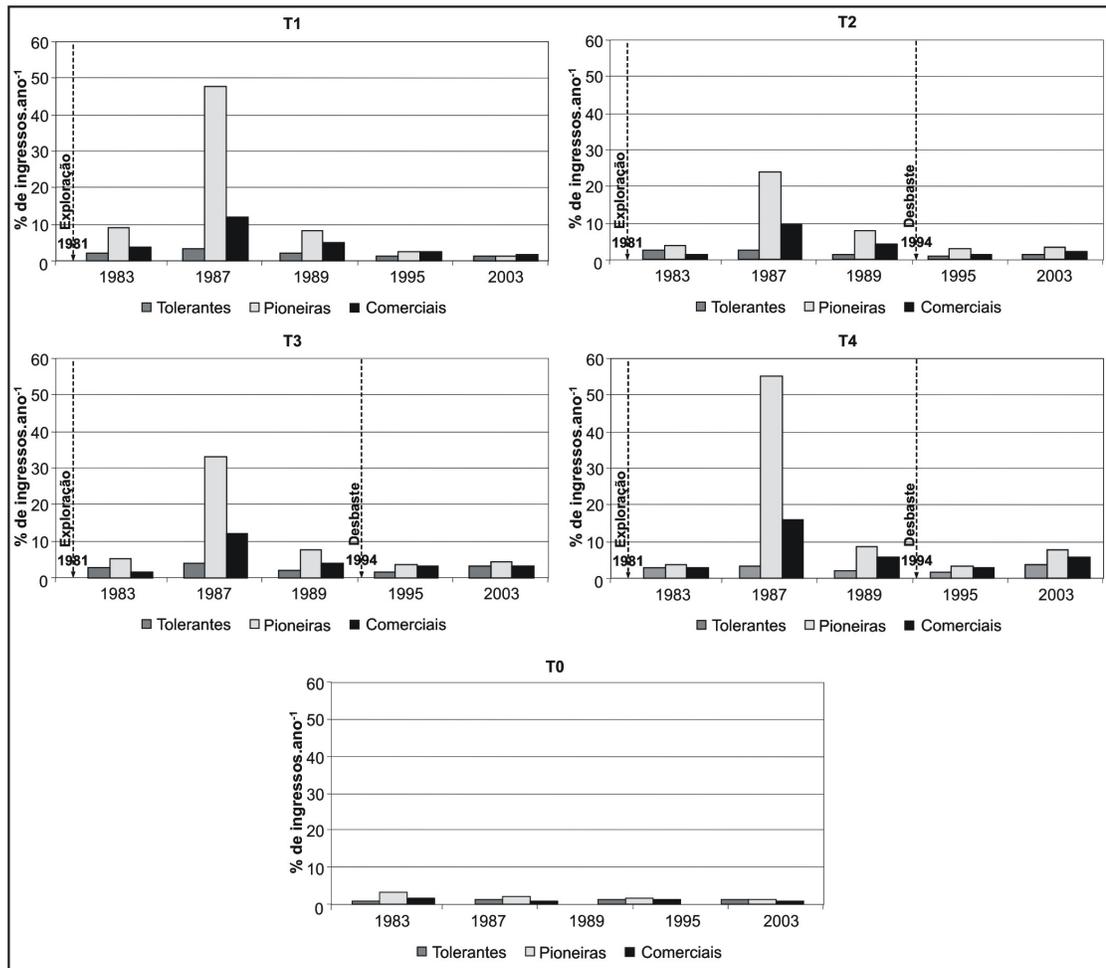


Figura 3 - Ingresso de árvores com diâmetro $\geq 5,0\text{cm}$ em cada tratamento e a cada período de medição em uma amostra de $10,25\text{ha}$ na Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163). Percentagem (%) de ingressos refere-se ao número de novas árvores em relação as existentes na medição anterior

As espécies *Inga* sp., *Protium apiculatum*, *Rinorea flavescens* e o grupo das Sapotaceas (9 spp.) foram as que mais se destacaram em termos de número de novos indivíduos. $\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ em todos os tratamentos, mantendo elevadas taxas de ingressos nos três períodos analisados. As pioneiras *Cecropia leucoma* e *Cecropia sciadophylla* tiveram altas taxas de ingressos apenas no primeiro período, beneficiadas pela abertura do dossel logo após a exploração, mas sua capacidade de recrutamento de novos indivíduos sofreu forte redução nos anos seguintes, em todos os tratamentos. Outras duas pioneiras *Bixa arborea* e *Sloanea froesii* tiveram o mesmo comportamento nos tratamentos T1 e T2,

porém nos tratamentos T3 e T4, mantiveram elevadas taxas de ingresso durante todo o período, provavelmente por terem sido beneficiadas pela intensidade do desbaste, realizado nessas áreas (30% e 50% de redução da área basal, respectivamente) (Anexo P).

5.3.2 Mortalidade

Considerando a média geral dos 22 anos do período de acompanhamento, o tratamento que apresentou a maior mortalidade foi o T4 com 30,9 árvores.ha⁻¹.ano⁻¹ (2,7%.ano⁻¹)¹ seguido do T3 com 26,3.ha⁻¹.ano⁻¹ (2,4%.ano⁻¹), T1 com 23,6.ha⁻¹.ano⁻¹ (2,1%.ano⁻¹) e T2 com 20,1.ha⁻¹.ano⁻¹ (1,8%.ano⁻¹). Todavia, não foram encontradas diferenças significativas nas médias de mortalidade entre esses tratamentos. Diferenças estatísticas só foram detectadas em relação à floresta testemunha (T0), que apresentou média de 10,7 árvores mortas.ha⁻¹.ano⁻¹ (1,0%.ano⁻¹) ao longo dos 20 anos de medição (Tabela 2).

Tabela 2 Mortalidade em número de árvores.ha⁻¹.ano⁻¹ (diâmetro ≥ 5,0cm) em cada tratamento e a cada período de medição em uma amostra de 10,25ha na Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163). O número entre parênteses (%.ano⁻¹) indica a proporção de árvores que morreram no final de cada período, em relação ao número inicial de árvores presentes no período, dividido pelo número de anos do intervalo

Tratamentos	1AE-1 DE (1981-1983) (2 anos)	1 DE-5 DE (1983-1987) (4 anos)	5 DE-7 DE (1987-1989) (2 anos)	7 DE-13 DE (1989-1995) (6 anos)	13 DE-21 DE (1995-2003) (8 anos)	1AE-21DE (1981-2003) (22 anos)
T1	122,2 ^a (10,9)	19,9 ^a (2,1)	35,6 ^a (2,9)	27,9 ^a (2,3)	24,1 ^{bc} (1,9)	23,6 ^a (2,1)
T2	85,5 ^a (7,6)	14,9 ^a (1,5)	24,6 ^a (2,1)	23,2 ^a (2,0)	19,6 ^{ab} (1,7)	20,1 ^a (1,8)
T3	110,0 ^a (10,0)	16,1 ^a (1,7)	27,4 ^a (2,3)	38,5 ^b (3,0)	30,2 ^{cd} (2,5)	26,3 ^a (2,4)
T4	131,0 ^a (11,5)	18,3 ^a (1,9)	31,7 ^a (2,5)	46,0 ^b (3,5)	37,0 ^d (3,1)	30,9 ^a (2,7)
		1M – 2 M (4 anos)	2M – 3 M (2 anos)	3M – 4 M (6 anos)	4M – 5 M (8 anos)	1M – 5 M (20 anos)
T0	-	13,5 ^a (1,3)	16,7 ^a (1,6)	13,0 ^a (1,2)	11,8 ^a (1,1)	10,7 ^b (1,0)
F	2,30 ^{ns}	1,06 ^{ns}	2,61 ^{ns}	11,14 [*]	19,39 [*]	15,82 [*]
CV	44,6	40,2	42,8	32,7	22,1	35,5

F: valor do F na análise de variância ($\alpha = 0,05$); CV: coeficiente de variação experimental. Médias seguidas pela mesma letra na posição vertical não apresentam diferença significativa de acordo com o teste Tukey ($\alpha = 0,05$). 1AE: um ano antes da exploração; 1DE: um ano depois da exploração...Para área testemunha, 1M: primeira medição, 2M: segunda medição

¹ Percentagem anual do número de árvores presentes na primeira medição, em 1981.

Como esperado, as maiores taxas de mortalidade foram observadas no período logo após a exploração em todos os tratamentos onde houve a colheita de madeira, estando incluídas as árvores extraídas e as que morreram em consequência dos danos ocasionados pelas atividades de derruba e arraste das toras (Figura 4a). O tratamento T4 apresentou a maior taxa de mortalidade, $131,0 \text{ árvores.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ($11,5\%.\text{ano}^{-1}$), contudo, as diferenças entre as médias dos tratamentos, nesse período, não foram estatisticamente significativas (Tabela 2).

Nos dois períodos seguintes (1983-1987 e 1987-1989) que correspondem a 5 e 7 anos após a exploração, o número de indivíduos mortos diminuiu acentuadamente, igualando-se aos encontrados na floresta sem intervenção (T0) (Tabela 2 e Figura 4a). A mesma tendência foi observada considerando somente a mortalidade das espécies comerciais madeireiras (Figura 4b).

O tratamento silvicultural para redução da área basal realizado no final do período seguinte (1989-1995) provocou um aumento nas taxas de mortalidade dos tratamentos T3 e T4, que foram os de maior intensidade (30% e 50%, respectivamente), o que fez com que as médias desses dois tratamentos fossem iguais entre si e estatisticamente superiores aos demais (T0, T1 e T2). Esse aumento ocorreu, provavelmente, devido à inclusão das árvores aneladas nos cálculos das taxas de mortalidade, ou seja, essa taxa não reflete somente a mortalidade natural da comunidade. A intensidade de redução da área basal aplicada no tratamento T2 (20%), não foi suficiente para provocar o aumento significativo nas taxas de mortalidade (Tabela 2 e Figura 4a).

No último período de acompanhamento (1995-2003), as taxas de mortalidade diminuíram gradualmente em todos os tratamentos, porém as médias do T3 e T4 continuaram superiores às médias das demais áreas, como um reflexo dos desbastes, uma vez que muitas árvores aneladas demoram mais tempo para morrer (ver Capítulo II).

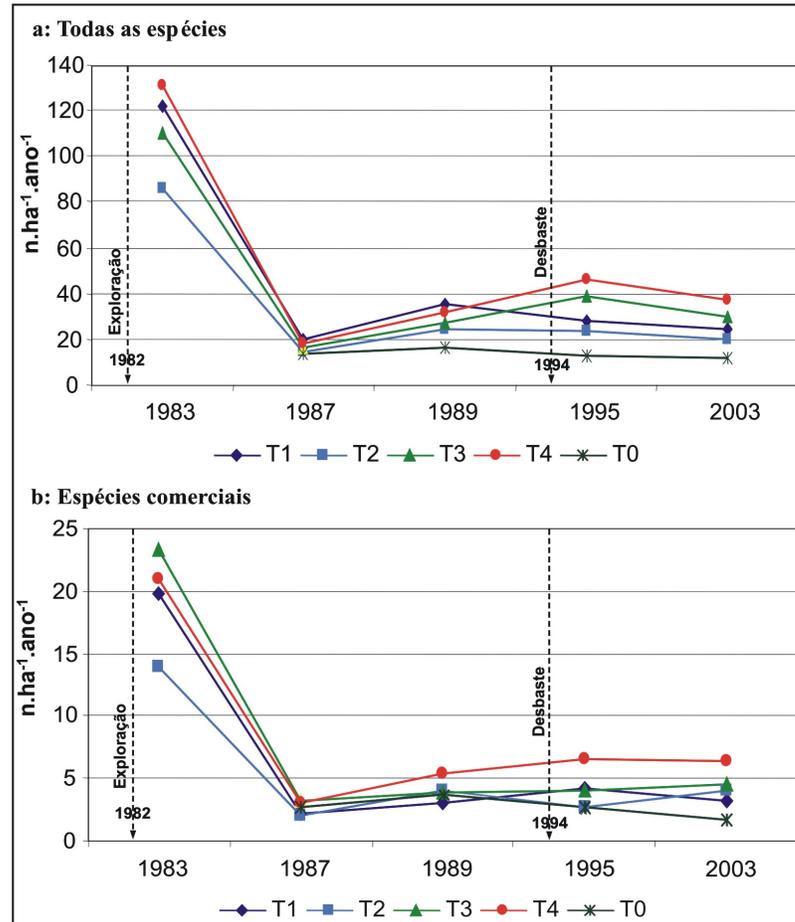


Figura 4 – Efeito das intervenções na mortalidade de árvores com diâmetro $\geq 5,0\text{cm}$, em cada tratamento e a cada período de medição em uma amostra de 10,25ha na Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

Com relação aos grupos ecológicos, observou-se que os percentuais de mortalidade das espécies tolerantes à sombra foram semelhantes aos das pioneiras em todos os tratamentos onde ocorreu a exploração e em todos os períodos de medição, exceto para T3 e T4, no período logo após a aplicação dos desbastes (1995), quando a mortalidade das pioneiras foi aproximadamente 2,5 vezes superior a das tolerantes devido ao anelamento de grande número de árvores de espécies desse grupo (Figura 5).

Na floresta testemunha observou-se maior percentual de mortalidade no grupo das pioneiras (Figura 5). Espécies como *Cecropia leucoma*, *Cecropia sciadophylla*, *Pourouma longipendula*, *Jacaratia spinosa*, *Miconia* sp. e *Vismia japurensis*, que eram

representadas por um pequeno número de indivíduos, restritos as áreas de clareiras naturais, apresentaram elevadas taxas de mortalidade (em torno de 5% ao ano), provavelmente devido à competição por luz causada pelo crescimento das árvores e o conseqüente fechamento gradual das clareiras.

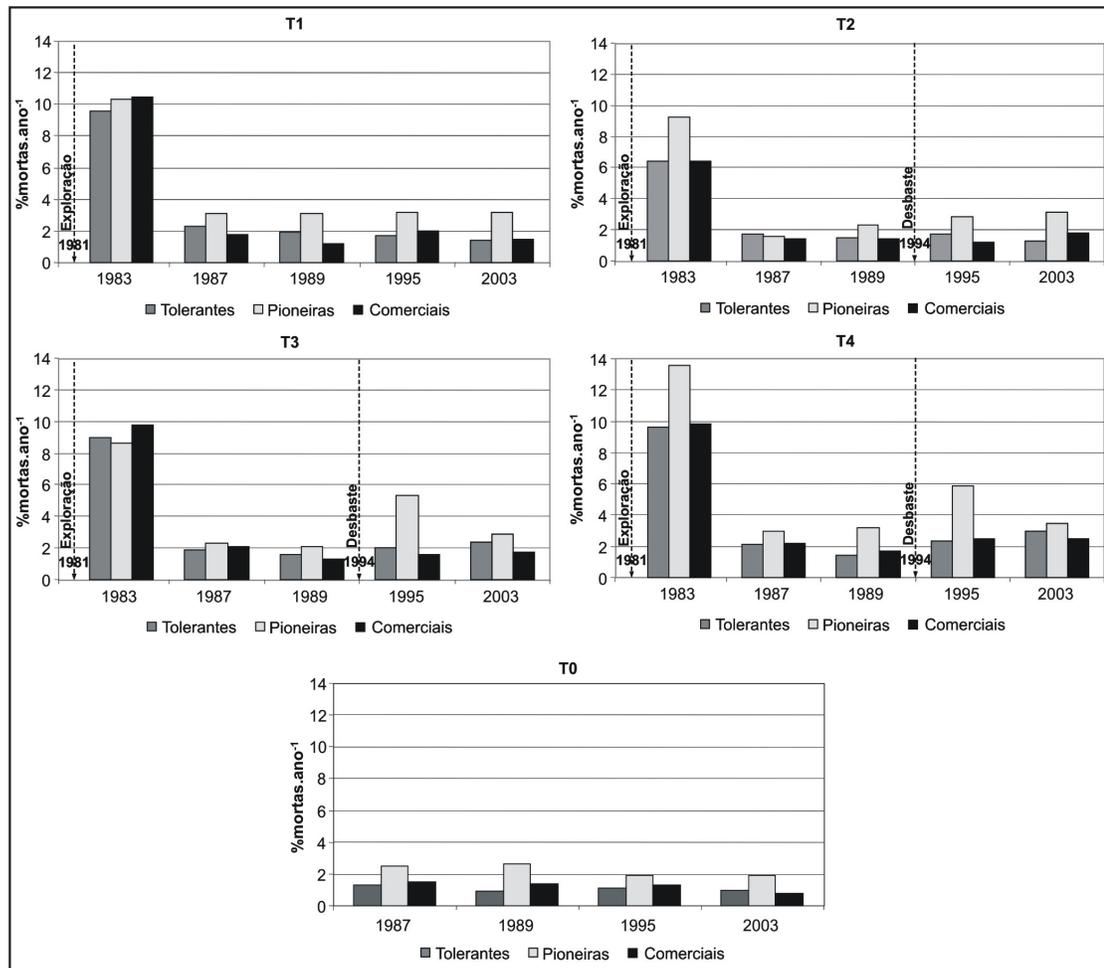


Figura 5 – Mortalidade de árvores (diâmetro $\geq 5,0\text{cm}$) em cada tratamento e a cada período de medição em uma amostra de 10,25ha na Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163). Percentagem (%) de mortas refere-se ao número de indivíduos encontrados mortos na medição atual em relação ao total de árvores existentes na medição anterior

As espécies comerciais mostraram os maiores valores percentuais de mortalidade, no primeiro período, nos tratamentos onde ocorreu a exploração, como conseqüência da extração de grande número de árvores desse grupo. Nos tratamentos T1, T3 e T4 a taxa ficou em torno de 10% e no tratamento T2, aproximadamente 6%. As principais espécies

extraídas durante a exploração foram *Carapa guianensis*, *Manilkara huberi*, *Lecythis lurida* e *Hymenaea courbaril* (Anexo B) Nos demais períodos, a mortalidade das espécies comerciais ficou em torno de 2% nos tratamentos onde houve colheita de madeira e em torno de 1,25% para a floresta testemunha (Figura 5).

No Anexo Q estão listadas as 15 espécies que apresentaram as maiores taxas de mortalidade em todos os tratamentos onde ocorreu a extração de madeira, em três períodos de observação (1 ano antes da exploração a 5 anos depois; 5-13 anos após a exploração e 13-21 anos após a exploração). Nos três períodos observados, esse pequeno grupo representou aproximadamente 50% do número total de árvores mortas.

As espécies *Rinorea flavescens*, *Protium apiculatum*, *Inga* sp., *Rinorea guianensis* e o grupo das Sapotaceas (9 spp.) foram as que apresentaram o maior número de árvores mortas.ha⁻¹.ano⁻¹ em todos os tratamentos, mantendo elevadas taxas de mortalidade nos três períodos analisados. As pioneiras *Jacaranda copaia*, *Cecropia leucoma* e *Cecropia sciadophylla* tiveram alta mortalidade apenas no segundo período (5-13 anos após a exploração) devido à redução dos níveis de iluminação com o fechamento gradual do dossel (Anexo Q).

5.3.3 Balanço dinâmico

Considerando os 22 anos de acompanhamento, todos os tratamentos tiveram um balanço positivo, com o número de ingressos superior à mortalidade. As intervenções realizadas na floresta aumentaram a mortalidade, mas também estimularam o aumento dos ingressos, principalmente nos tratamentos T3 e T4 onde o número de novos indivíduos foi aproximadamente 37% e 36% superior ao número de árvores mortas, respectivamente (Figura 6a). Considerando somente as árvores de espécies comerciais, o número de ingressos foi o dobro do número de árvores mortas para o T3 e 2,4 vezes superior para o tratamento T4 (Figura 6b).

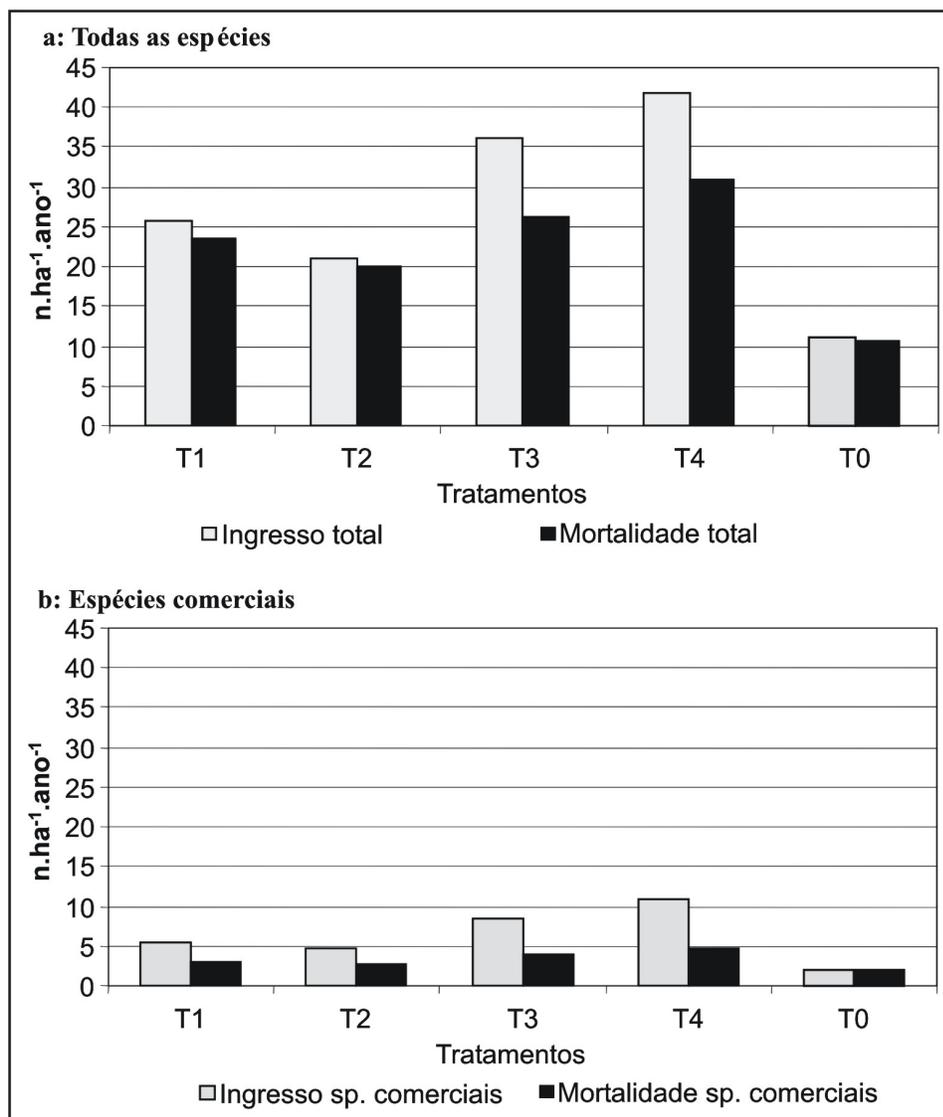


Figura 6 – Ingressos e mortalidade em $n.ha^{-1}.ano^{-1}$ (diâmetro $\geq 5,0cm$), em cada tratamento, no intervalo de 22 anos de acompanhamento em uma amostra de 10,25 ha na Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

A Figura 7 mostra que os valores de ingressos e mortalidade tiveram comportamento semelhante entre os tratamentos onde ocorreu a colheita de madeira. Registrou-se elevadas taxas de mortalidade logo após a exploração e redução acentuada a partir do quinto ano. Em relação aos ingressos, verificou-se um comportamento inverso, com pequenas taxas logo após a colheita de madeira e aumento acentuado no quinto e sétimo ano.

Na floresta sem intervenção as taxas de ingressos e mortalidade foram semelhantes em todos os períodos de acompanhamento, exceto no intervalo entre 1987-1989, quando os ingressos foram superiores à mortalidade em aproximadamente 15% (Figura 7).

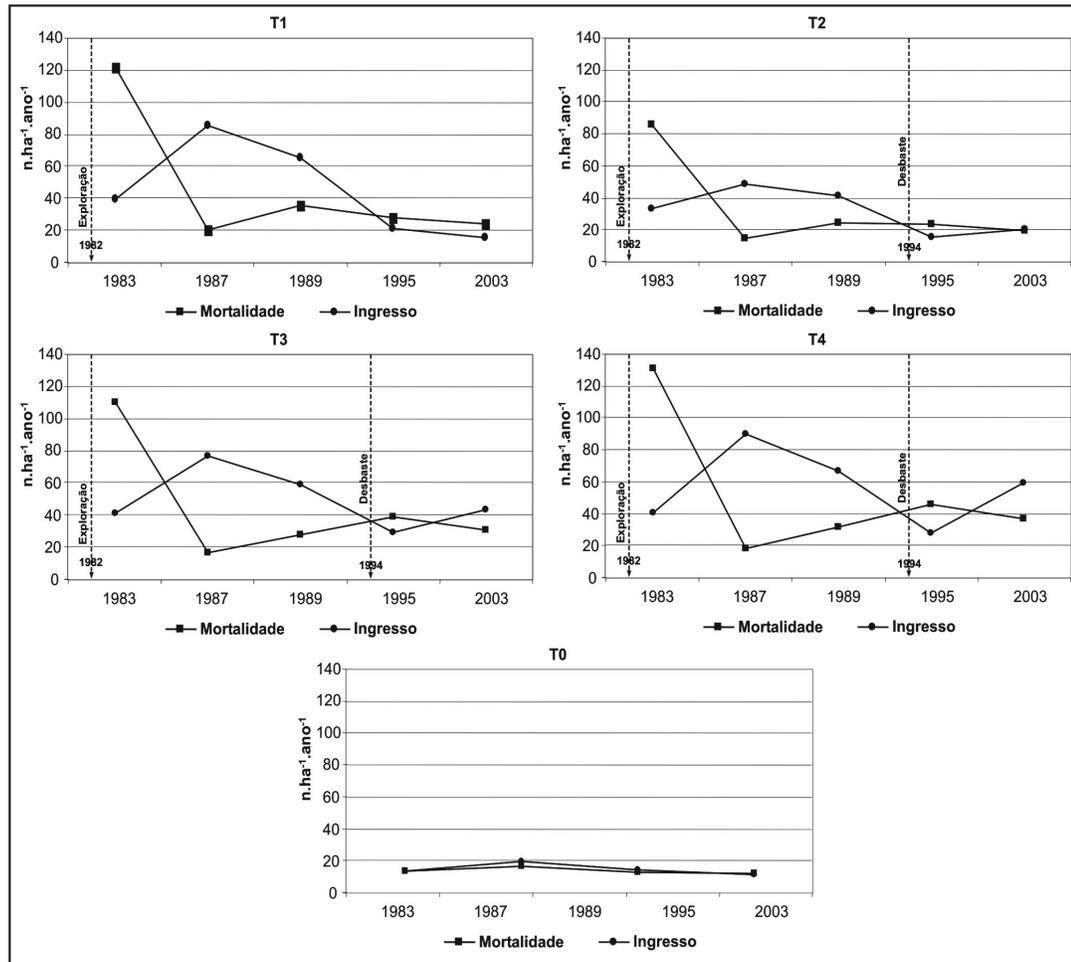


Figura 7 – Ingressos e mortalidade de árvores em n.ha⁻¹.ano⁻¹ (diâmetro ≥ 5,0cm) em cada tratamento e a cada período de medição em uma amostra de 10,25 ha na Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

5.3.4 Crescimento em diâmetro

O incremento anual em diâmetro, considerando o período total de acompanhamento, diferiu significativamente entre os tratamentos analisados. A floresta não explorada (tratamento T0) apresentou média geral de 0,14cm.ano⁻¹, sendo esse valor estatisticamente

inferior aos demais tratamentos. As médias do T3 (0,23cm.ano⁻¹) e T4 (0,22cm.ano⁻¹) foram iguais entre si e estatisticamente superiores a T1 (0,19cm.ano⁻¹) e T2 (0,18cm.ano⁻¹) (Tabela 3). Todavia algumas diferenças foram observadas nesse comportamento, quando se analisou períodos mais curtos, ou seja, os intervalos entre cada medição.

No primeiro período (antes da exploração a 1 ano depois) não houve diferença significativa entre as médias do incremento anual em diâmetro nos tratamentos em que ocorreu a colheita de madeira. Deve-se considerar que a área testemunha não foi medida antes da exploração, por isso não pôde ser comparada nesse período (Tabela 3).

O segundo e terceiro período (1-5 e 5-7 anos após a exploração) apresentaram comportamento semelhante, com as médias dos tratamentos T1, T3 e T4 estatisticamente iguais e superiores a T2 e T0. No quarto período (7-13 anos depois da exploração) todos os tratamentos onde houve a colheita de madeira tiveram incrementos estatisticamente iguais e a floresta testemunha apresentou crescimento inferior aos demais (Tabela 3).

Tabela 3 Incremento periódico anual em diâmetro (cm.ano⁻¹), por tratamento, a cada período de medição, considerando árvores com DAP \geq 5,0cm, em uma amostra de 10,25 ha na Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

Tratamentos	1AE-1 DE (1981-1983) (2 anos)	1 DE-5 DE (1983-1987) (4 anos)	5 DE-7 DE (1987-1989) (2 anos)	7 DE-13 DE (1989-1995) (6 anos)	13 DE-21 DE (1995-2003) (8 anos)	1AE-21DE (1981-2003) (22 anos)
T1	0,29 ^a	0,35 ^a	0,37 ^a	0,22 ^a	0,17 ^a	0,19^a
T2	0,27 ^a	0,28 ^b	0,24 ^b	0,18 ^a	0,16 ^a	0,18^a
T3	0,30 ^a	0,37 ^a	0,30 ^a	0,19 ^a	0,30 ^b	0,23^b
T4	0,33 ^a	0,35 ^a	0,32 ^a	0,20 ^a	0,37 ^c	0,22^b
T0	-	1M – 2 M (4 anos) 0,18 ^b	2M – 3 M (2 anos) 0,13 ^b	3M – 4 M (6 anos) 0,13 ^b	4M – 5 M (8 anos) 0,12 ^a	1M – 5 M (20 anos) 0,14^c
F	1,82 ^{ns}	7,33 [*]	5,74 [*]	5,95 [*]	46,0 [*]	6,82 [*]
CV	25,1	24,3	35,6	20,4	17,7	22,3

F: valor do F na análise de variância ($\alpha = 0,05$); CV: coeficiente de variação experimental. Médias seguidas pela mesma letra na posição vertical não apresentam diferença significativa de acordo com o teste Tukey ($\alpha = 0,05$). 1AE: um ano antes da exploração; 1DE: um ano depois da exploração...Para área testemunha, 1M: primeira medição, 2M: segunda medição

O último período (13-21 anos depois da exploração) coincide com a aplicação dos tratamentos silviculturais, que foram realizados em 1994, doze anos após a exploração. O tratamento mais intenso (T4 = 50% de redução da área basal) obteve o maior incremento

em DAP ($0,37 \text{ cm.ano}^{-1}$), seguido do T3 (30% de redução da AB) com incremento de $0,30 \text{ cm.ano}^{-1}$. O tratamento T2 (20% de redução da AB) não apresentou diferença significativa do tratamento T1, onde não foi aplicado o refinamento, nem da floresta testemunha (tratamento T0) onde não houve qualquer intervenção (Tabela 3).

Os valores de incremento periódico anual em diâmetro para cada tratamento, nos cinco períodos de medição, presentes na Tabela 3, foram plotados em um gráfico para visualizar o efeito das intervenções realizadas na floresta sob o crescimento das árvores, ao longo do tempo. A Figura 8 mostra claramente que o efeito positivo da abertura do dossel, promovida pela colheita de madeira, na liberação da competição nas árvores remanescentes, começa a diminuir a partir de 1987, 5 anos após a exploração, quando todos os tratamentos apresentaram redução nas taxas de crescimento, exceto o T1, onde a intensidade de exploração foi maior e o crescimento manteve-se elevado até 1989, 7 anos após a intervenção (Figura 8a). Considerando o crescimento somente das espécies de valor comercial madeireiro, a redução no crescimento ainda é mais acentuada e com igual comportamento em todos os tratamentos (Figura 8b).

No período 1995-2003, observou-se nova aceleração no crescimento das árvores nos tratamentos T3 e T4 como resultado do desbaste que reduziu a área basal, e conseqüentemente a competição entre as árvores remanescentes. A intensidade de redução da área basal aplicada no tratamento T2 (20%) não foi suficiente para promover o aumento das taxas de crescimento, que continuaram diminuindo, igualando-se ao tratamento T1, onde nenhuma intervenção pós-exploração foi realizada. O efeito positivo do desbaste, nos tratamentos T3 e T4, permaneceu por 8 anos (1995-2003), embora o intervalo entre as duas medições tenha sido muito extenso para determinar com maior precisão sua real duração (Figuras 8a e 8b). Novas medições em intervalos mais curtos seriam necessárias para estimar esse efeito.

Em nível de espécies, as taxas de incremento variaram de acordo com o grau de tolerância à sombra. As espécies pioneiras apresentaram as maiores taxas de crescimento em todos os tratamentos, com valores médios em torno de $0,35 \text{ cm.ano}^{-1}$, que representam aproximadamente o dobro da média obtida pelas tolerantes ($0,17 \text{ cm.ano}^{-1}$) (Tabela 4).

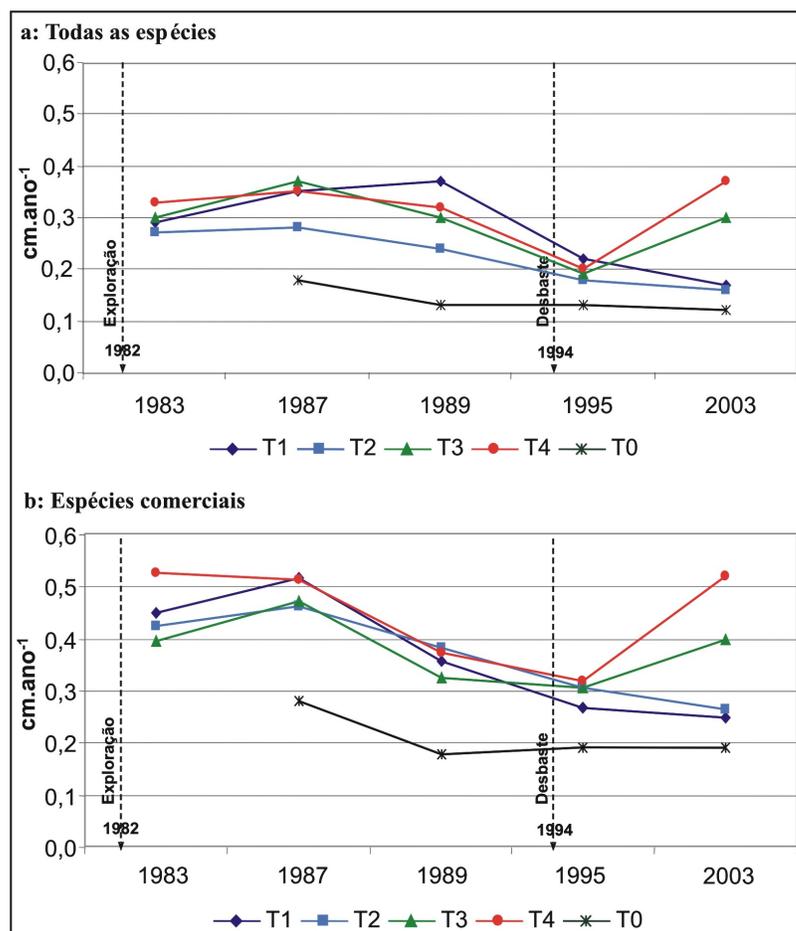


Figura 8 - Efeito das intervenções no crescimento das árvores remanescentes, com diâmetro $\geq 5,0\text{cm}$, em cada tratamento e a cada período de medição em uma amostra de 10,25ha na Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

Algumas espécies pioneiras como *Cecropia sciadophylla*, *Pourouma longipendula*, *Tachigali myrmecophylla*, *Sclerolobium chrysophyllum*, *Bixa arborea* e *Didymopanax morototoni* tiveram incrementos em diâmetro acima de $1,0\text{cm.ano}^{-1}$, principalmente durante o período imediatamente após as aberturas do dossel, realizadas pela exploração e pelos tratamentos silviculturais. Por outro lado, algumas espécies tolerantes, como *Talisia longifolia*, *Sagotia racemosa*, *Guarea kunthiana*, *Theobroma speciosum* e *Rinorea flavescens*, abundantemente presentes no sub-bosque de todos os tratamentos, tiveram incrementos menores que $0,1\text{cm.ano}^{-1}$.

As espécies comerciais mostraram elevadas taxas de crescimento nos tratamentos onde houve colheita de madeira (T1, T2, T3 e T4) com média de $0,34\text{ cm.ano}^{-1}$ (Tabela 4).

As pioneiras *Parkia multijuga*, *Schyzolobium amazonicum*, *Sclerolobium chrysophyllum*, *Tachigali myrmecophyla*, *Symphonia globulifera* e *Jacaranda copaia* e as tolerantes *Virola melinonii*, *Carapa guianensis*, *Hymenaea courbaril* e *Trattinickia rhoifolia*, foram as espécies de valor comercial madeireiro com maiores taxas de crescimento nestas áreas.

Tabela 4 Incremento anual em diâmetro por grupo de espécies (diâmetro $\geq 5,0\text{cm}$) e por tratamento, considerando o período total de acompanhamento em uma amostra de 10,25 ha na Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

Grupos de espécies	T1		T2		T3		T4		T0	
	cm.ano ⁻¹	n	cm.ano ⁻¹	n	cm.ano ⁻¹	n	cm.ano ⁻¹	n	cm.ano ⁻¹	n
Tolerantes	0,16	1173	0,15	932	0,21	1118	0,20	502	0,12	965
Pioneiras	0,40	160	0,39	129	0,36	191	0,34	68	0,26	181
Comerciais	0,35	228	0,33	211	0,35	307	0,34	116	0,21	235
Total	0,19	1333	0,18	1061	0,23	1309	0,22	570	0,14	1146

n: número de árvores (em pé e completas), consideradas para o cálculo de cada média.

Os incrementos anuais em diâmetro, considerando o período total de acompanhamento, para as 30 espécies mais abundantes, presentes em todos os tratamentos, estão no Anexo R. A maioria destas 30 espécies apresentou médias de incremento semelhantes entre os tratamentos onde houve exploração de madeira e valores mais baixos na floresta testemunha. Porém, algumas espécies destacaram-se com taxas de crescimento mais elevadas em alguns tratamentos como, por exemplo, *Guarea* sp., *Guatteria poeppigiana* e *Casearia favitensis* no tratamento T3, *Eugenia lambertiana* e *Licaria canella* no T4 e *Sclerolobium chrysophyllum* no T2. A média de crescimento anual das espécies mais abundantes (T1=0,17; T2=0,16; T3=0,21; T4=0,19; T0=0,13) foi ligeiramente inferior à obtida para o total de espécies presentes em cada um dos cinco tratamentos. Uma razão para isso é que nesse grupo de 30 espécies estão presentes somente 4 pioneiras e um grande número de tolerantes de sub-bosque com baixas taxas de crescimento, o que provocou a redução das médias.

Os valores de incremento, para cada tratamento, foram plotados em um gráfico por classe de diâmetro, para verificar a influência das intervenções nas taxas de crescimento de árvores em diferentes dimensões (Figura 9). Foram determinados três períodos consecutivos: i) Um ano antes da exploração a 5 anos depois; ii) Cinco a treze anos depois

da exploração e iii) 13-21 anos após a exploração e nove anos após a aplicação dos desbastes.

Pode-se observar que a colheita de madeira teve um efeito positivo sobre as taxas de crescimento em todas as classes diamétricas e em todos os tratamentos no primeiro período (até 5 anos após a exploração), principalmente nas árvores acima de 35cm de diâmetro, que cresceram em média: 0,50cm.ano⁻¹ no T1; 0,55cm.ano⁻¹ no T2; 0,45cm.ano⁻¹ no T3; e 0,49cm.ano⁻¹ no T4. O segundo e terceiro períodos tiveram comportamento diferenciado entre os tratamentos. No T1, onde não ocorreu nenhuma intervenção após a exploração as taxas de incremento diminuíram ao longo do tempo, principalmente nas menores classes (até 25cm de DAP). Uma exceção a esse padrão, foi a classe 85-95cm que mostrou aumento no crescimento entre o segundo e terceiro período. Esse aumento foi devido à mudança de classe de diâmetro das espécies pioneiras *Sloanea froesii*, *Parkia gigantocarpa*, *Enterolobium maximum* e *Anacardium giganteum*, que vinham mostrando elevadas taxas de incremento e que nos dois períodos anteriores estavam na classe 75-85cm (Figura 9).

No T2, o desbaste na intensidade de 20% de redução da área basal, aplicado pouco antes do início do último período, não teve efeito sobre as taxas de crescimento, que mantiveram-se próximas às encontradas no período 5-13 anos após a exploração, nas classes diamétricas até 75cm. Para as árvores maiores que 75cm, observou-se redução acentuada no incremento entre o segundo e terceiro período (Figura 9).

Nos tratamentos T3 e T4, os desbastes aplicados na intensidade de 30% e 50% de redução da área basal favoreceram o aumento nas taxas de crescimento no último período em relação ao período anterior, em todas as classes diamétricas, inclusive nas árvores menores (DAP < 25cm). As taxas de crescimento que estavam em torno de 0,20cm.ano⁻¹, 13 anos após a exploração, subiram para aproximadamente 0,30cm.ano⁻¹ (58%) no tratamento T3 e para 0,37cm.ano⁻¹ (85%) no tratamento T4. As classes mais beneficiadas foram 55-65cm no T3 e 15-25cm e 35-45cm no T4, onde o incremento do terceiro período superou o obtido logo após a exploração (Figura 9).

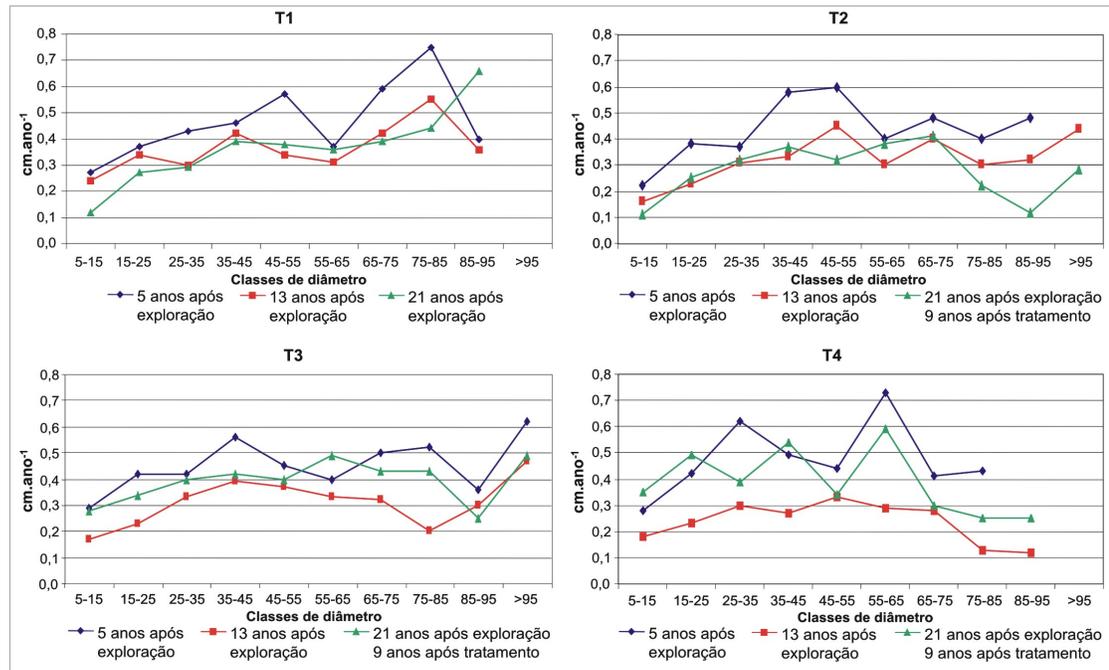


Figura 9 – Incremento anual em diâmetro ($DAP \geq 5,0\text{cm}$) por classe diamétrica, em cada tratamento e em três períodos de medição, em uma amostra de 10,25 ha na Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

5.3.5 Incremento em área basal

O incremento anual líquido na área basal total, isto é, considerando tanto o recrutamento quanto a mortalidade, no período de 1983 a 2003 (1 ano após a exploração até a última medição), diferiu significativamente entre os tratamentos, sendo as médias do T1 e T2 iguais e estatisticamente superiores aos demais. Considerando somente as espécies de valor comercial, as médias dos tratamentos T1, T2 e T3 foram iguais e superiores a T4 e T0 (Tabela 5).

Para verificar a influência das intervenções realizadas na floresta sobre as taxas de crescimento em área basal, os valores de incremento por tratamento foram plotados em um gráfico considerando três períodos consecutivos (1983-1989, 1989-1995 e 1995-2003). O primeiro período corresponde aos seis primeiros anos após a exploração e observou-se o efeito positivo da abertura do dossel nas taxas de crescimento. Os tratamentos com os maiores incrementos em área basal foram o T1 e T4, ambos com $0,70\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (Figura

10a). Considerando somente as espécies de valor comercial madeireiro, se destacaram o T1 com $0,25\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e o T2 com $0,21\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (Figura 10b).

Tabela 5 Incremento periódico anual em área basal por tratamento, no período 1983-2003 (20 anos), considerando árvores com diâmetro $\geq 5,0\text{cm}$. Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

Tratamentos	Todas as espécies ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$)	Espécies comerciais ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$)
T1	0,32 ^a	0,12 ^a
T2	0,30 ^a	0,16 ^a
T3	0,10 ^b	0,13 ^a
T4	0,07 ^b	0,08 ^b
T0	0,06 ^b	-0,02 ^b

Médias seguidas pela mesma letra na posição vertical não apresentam diferença significativa de acordo com o teste Tukey ($\alpha = 0,05$).

No segundo período, que vai de 6 a 12 anos após a exploração (1989-1995), houve uma redução acentuada nas taxas de crescimento em área basal. Além disso, verificou-se efeito dos desbastes aplicados em 1994, um ano antes do final do período avaliado. Os tratamentos T3 e T4, desbastados na intensidade de 30% e 50% de redução da área basal, mostraram incrementos negativos devidos, em parte, à elevada mortalidade causada pelo anelamento. A floresta testemunha também mostrou incremento negativo, principalmente devido à mortalidade natural de 3 árvores de grande porte das espécies *Pouteria bilocularis*, *Trattinickia rhoifolia* e *Swartzia brachyrachis*, com diâmetros de 99,9cm; 79,3cm e 56,4cm, respectivamente (Figura 10a e 10b)

No terceiro período, que vai de 1 a 9 anos após os desbastes (1995-2003), pôde-se observar o efeito positivo de sua aplicação nas taxas de crescimento das espécies de valor comercial. O tratamento T2, desbastado na intensidade mais leve (20%), teve o seu incremento em área basal aumentado em 10,5% em relação ao período anterior. O tratamento T3, onde foi usada intensidade intermediária (30%), mostrou o melhor desempenho com aumento na taxa de incremento em 80%. O T4, de maior intensidade (50% de redução da AB), voltou a apresentar taxa de crescimento semelhante à observada logo após a exploração, passando do decréscimo de $-0,06\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, observado no segundo período, para $0,14\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. O tratamento T1, onde não foi realizado desbaste,

continuou diminuindo seu incremento em área basal, que passou de $0,10\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ para $0,04\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (Figura 10b).

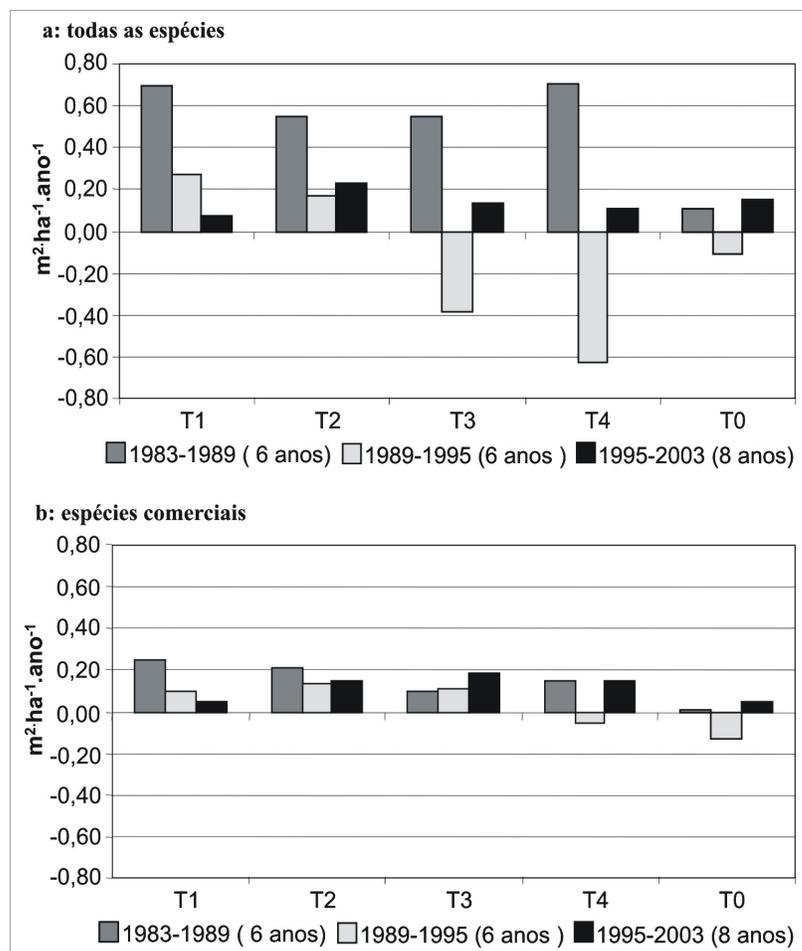


Figura 10 - Incremento periódico anual em área basal por tratamento, considerando árvores com $\text{DAP} \geq 5,0\text{cm}$, em três períodos consecutivos: 1983-1989 (seis primeiros anos após a exploração); 1989-1995 (6 a 12 anos após a exploração) e 1995-2003 (1 a 9 anos após os desbastes). Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

5.3.6 Incremento em volume

As taxas de incremento em volume, considerando o período de 20 anos (1983-2003), apresentaram comportamento semelhante ao observado para a área basal. Porém é preciso considerar que, apesar do volume ser calculado em função da AB, o limite de diâmetro

usado para o cálculo do volume é 20,0cm, enquanto que para a AB, foram consideradas todas as árvores a partir de 5,0cm de DAP.

O tratamento T2 apresentou o maior valor de incremento $3,5\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, porém não foram detectadas diferenças significativas em relação à média obtida para o T1 ($2,7\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$). Considerando o incremento em volume somente das espécies de valor comercial madeireiro, os tratamentos T1, T2 e T3 foram iguais entre si e superiores ao T4 e T0 (Tabela 6).

Tabela 6 Incremento periódico anual em volume por tratamento, no período 1983-2003 (20 anos), considerando árvores com DAP $\geq 20,0\text{cm}$. Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

Tratamentos	Todas as espécies ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$)	Espécies comerciais ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$)
T1	2,7 ^a	1,3 ^a
T2	3,5 ^a	1,9 ^a
T3	-0,2 ^b	1,0 ^a
T4	-0,8 ^b	0,3 ^b
T0	0,7 ^b	-0,2 ^b

Médias seguidas pela mesma letra na posição vertical não apresentam diferença significativa de acordo com o teste Tukey ($\alpha = 0,05$).

Assim como observado para a área basal, as taxas de incremento em volume variaram bastante entre os três períodos analisados (1983-1989, 1989-1995 e 1995-2003). No primeiro período, logo após a exploração, foram encontrados os maiores valores, com destaque para o tratamento T2 que apresentou $4,7\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ considerando todas as espécies e para o tratamento T1 com $2,5\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, considerando somente as espécies comerciais madeireiras. No segundo período (1989-1995), foram encontrados incrementos negativos nos tratamentos T3 e T4 como consequência dos desbastes aplicados nessas duas áreas. Incrementos negativos, devido à mortalidade natural de árvores de grande porte, também foram observados nesse período na floresta testemunha (Figura 11a).

No terceiro período, o efeito positivo do desbaste pôde ser sentido entre as árvores de espécies com valor comercial madeireiro, nos tratamentos onde o mesmo foi aplicado (T2, T3 e T4). O tratamento T2 passou de $1,7\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ para $1,9\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (11,8% de aumento), o T3 passou de $0,8\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ para $1,7\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (112,5% de aumento) e o

T4 passou do incremento negativo de $-0,09\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ para $0,09\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (Figura 11b).

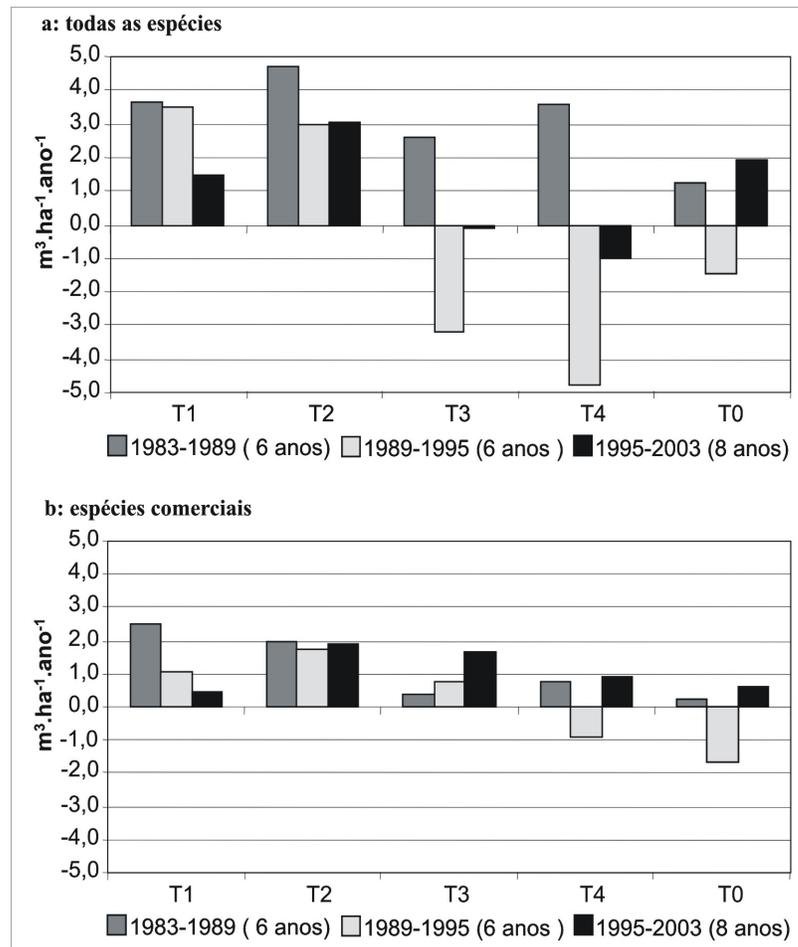


Figura 11 - Incremento periódico anual em volume, considerando árvores com $\text{DAP} \geq 20,0\text{cm}$, por tratamento, em três períodos consecutivos: 1983-1989 (seis primeiros anos após a exploração); 1989-1995 (6 a 12 anos após a exploração) e 1995-2003 (1 a 9 anos após os desbastes). Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

5.4 Discussão

5.4.1 Ingressos

A média anual de ingressos de árvores com diâmetro $\geq 5,0\text{cm}$, considerando os 22 anos de acompanhamento, ficou em torno de $3,5\%.\text{ano}^{-1}$ para os tratamentos considerados mais intensos (T3 e T4: exploração de árvores com diâmetro $\geq 55,0\text{cm}$ e desbastes na intensidade de 30% e 50% de redução da área basal, respectivamente), em torno de $2,0\%.\text{ano}^{-1}$ para os tratamentos considerados menos intensos (T1: exploração de árvores com diâmetro $\geq 45,0\text{cm}$ e T2: exploração de árvores com diâmetro $\geq 55,0\text{cm}$ e desbastes na intensidade de 20% de redução da área basal) e $1,2\%.\text{ano}^{-1}$ para a floresta testemunha (T0). Os valores obtidos neste estudo, para os tratamentos considerados menos intensos e para a floresta testemunha, são similares aos encontrados por Lieberman & Lieberman (1987) para uma floresta primária na Costa Rica ($1,8\%.\text{ano}^{-1}$), por Silva (2004), em Paragominas, sete anos após a exploração ($2,3\%.\text{ano}^{-1}$ a $2,5\%.\text{ano}^{-1}$), por Manokaran e Kochummen (1987) para floresta sem intervenção na Malásia ($1,5\%.\text{ano}^{-1}$) e por Gomide (1997) em floresta primária na região do Jarí ($1,5\%.\text{ano}^{-1}$).

A taxa de ingressos de $3,5\%.\text{ano}^{-1}$ obtida nos tratamentos considerados mais intensos (T3 e T4) foram semelhantes às encontradas por Higuchi et al. (1997) em áreas exploradas e submetidas a desbastes na intensidade de 25% a 75% de redução da área basal na região de Manaus ($2,9\%.\text{ano}^{-1}$ a $4,2\%.\text{ano}^{-1}$) e por Silva et al. (1995), 11 anos após uma exploração pesada ($75\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$), porém sem intervenção posterior, na Floresta Nacional do Tapajós ($3,1\%.\text{ano}^{-1}$).

As condições favoráveis de luminosidade, ocasionadas pela abertura do dossel, logo após a exploração, contribuíram para o aumento dos ingressos, cuja maior taxa (em torno de $9\%.\text{ano}^{-1}$) foi obtida no período 1983-1987 (1 a 5 anos depois a exploração); após esse período, o fechamento gradual do dossel fez com que as taxas médias de ingresso diminuíssem até se aproximar dos valores encontrados na área não explorada (em torno de $1,5\%.\text{ano}^{-1}$). Treze anos após a colheita de madeira, as taxas de ingresso da área explorada não diferiram estatisticamente dos valores obtidos para a floresta testemunha. Semelhante

comportamento foi observado por Costa et al. (2002) para uma área de 64ha na Flona Tapajós, que obtiveram taxa de ingresso de $13,6\%.\text{ano}^{-1}$, quatro anos após a exploração, caindo para $4,6\%.\text{ano}^{-1}$ aos 6 anos e estabilizando em torno de $2\%.\text{ano}^{-1}$ até o fim dos 18 anos de acompanhamento pós-exploração.

Os desbastes, realizados em 1994, através do anelamento de espécies sem valor comercial conhecido, ocasionaram nova abertura no dossel e favoreceram novo aumento no número de ingressos no período 1995-2003. Os desbastes mais intensos (30% e 50% de redução da área basal) aumentaram em 48% e 112%, respectivamente, o número de novos indivíduos em relação ao período anterior (1989-1995). Considerando somente as espécies de valor comercial, estes valores foram 12,5% e 92%. Esses dados comprovam a importância dos tratamentos silviculturais como estimuladores do ingresso de novos indivíduos em florestas tropicais. Fato este, já comentado e comprovado por diversos autores como, por exemplo, Dubois (1978), De Graaf (1986), Hutchinson (1987), Lamprecht (1990), Negreros-Castillo & Mize (1993), Howard et al. (1996), Kuusipalo et al. (1996), Higuchi et al. (1997), Fredericksen (1998), Finegan et al. (1999), Pariona et al. (2001), Zaneti (2002), Kammesheidt et al. (2003), Dekker & De Graaf (2003).

5.4.2 Mortalidade

A média anual de mortalidade, nos 22 anos de acompanhamento, ficou em torno de $2,5\%.\text{ano}^{-1}$ para os tratamentos onde ocorreu exploração e desbastes (T2, T3 e T4), aproximadamente $2\%.\text{ano}^{-1}$ onde só ocorreu a exploração (T1) e $1\%.\text{ano}^{-1}$ na floresta sem intervenção (T0). Esses valores são semelhantes aos encontrados por Silva et al. (1995) em outra área explorada sem intervenção posterior, na Floresta Nacional do Tapajós, que obtiveram taxa de mortalidade de $2,2\%.\text{ano}^{-1}$ no período de 11 anos após a exploração e por Silva (2004) em Paragominas, onde a mortalidade média anual, sete anos após a exploração, foi de 1,82% no tratamento testemunha, 1,40% na exploração de impacto reduzido e 2,38% no tratamento exploração convencional. Sist & Nguyen-Thé (2002) relataram taxas médias anuais de mortalidade após exploração de cerca de 2,6% na

Indonésia e Higuchi et al. (1997) obtiveram valores variando de 1,6% a 2,2% na Amazônia Central.

As maiores taxas de mortalidade foram observadas no período logo após a exploração (1981-1983), com valores em torno de $10\%.\text{ano}^{-1}$. Essa taxa elevada se deve, além da mortalidade natural, à ocasionada pela extração das árvores comerciais e pelos danos às árvores remanescentes, devidos à derruba e ao arraste das toras. Lopes (1993) comenta que a taxa de mortalidade de árvores em decorrência da exploração madeireira é muito alta no período logo após a extração, e é causada principalmente pela derrubada e pelos danos resultantes das operações. Segundo Sist & Nguyen-Thé (2002) a tendência é que a mortalidade seja reduzida nos anos seguintes à exploração, declinando para taxas normais após 10 anos (Jonkers, 1982; De Graaf, 1986).

Neste estudo, as taxas de mortalidade reduziram acentuadamente cinco anos após a exploração, ficando em torno de $1,8\%.\text{ano}^{-1}$. Esse valor foi similar aos encontrados por Swaine et al. (1987) em revisão de 18 áreas de floresta tropical, em condições naturais de distúrbio, cujas taxas estavam entre 1% e 2%, variando de acordo com o local e o período entre as medições. Silva (1989) também encontrou declínio acentuado nas taxas de mortalidade, quatro anos após a exploração, em área semelhante na Flona Tapajós e Higuchi et al. (1997) verificaram a mesma tendência em uma floresta manejada experimentalmente em Manaus – AM, onde houve redução das taxas de mortalidade de $17\%.\text{ano}^{-1}$ logo após a exploração, para cerca de $1,6\%.\text{ano}^{-1}$, após cinco anos.

O tratamento silvicultural para redução da área basal provocou um novo aumento nas taxas de mortalidade no período 1989-1995. Porém, esse aumento só foi verificado nos tratamentos T3 e T4, onde o desbaste foi realizado nas intensidades de 30% e 50% de redução da área basal, cujas taxas aumentaram para $3,0\%.\text{ano}^{-1}$ e $3,5\%.\text{ano}^{-1}$, respectivamente, 1 ano após a aplicação. Esse aumento provavelmente ocorreu devido a dois fatores: a inclusão das árvores aneladas nos cálculos das taxas de mortalidade; e os danos às árvores remanescentes, causados pela queda de galhos grossos ou mesmo da árvore anelada, inteira, ainda que Durrieu de Madron (1994) afirme que, em um experimento realizado em Paracou na Guiana Francesa, a queda gradual de árvores

aneladas e/ou envenenadas causou menos danos à vegetação do entorno do que a queda de árvores vivas nas parcelas-testemunha. Esse autor também sugere que o aumento na mortalidade, quatro anos após a aplicação do tratamento, pode ter sido causado pela mortalidade de espécies pioneiras de vida curta.

Na última medição, 9 anos após a aplicação do tratamento, as taxas de mortalidade do T3 e T4 tiveram uma pequena redução para $2,5\%.\text{ano}^{-1}$ e $3,1\%.\text{ano}^{-1}$, respectivamente, porém ainda se encontram muito superiores às observadas na floresta testemunha (em torno de $1\%.\text{ano}^{-1}$), provavelmente porque algumas árvores aneladas pelo tratamento demoram muito tempo para morrer (ver Capítulo II).

Em outros experimentos com aplicação de tratamentos silviculturais, consultados na literatura, foi observada a mesma tendência de aumento da mortalidade logo após a intervenção e retorno aos níveis encontrados na área testemunha em intervalos variados de tempo, de acordo com a intensidade e o método aplicado.

Em Sarawak, na Malásia, parcelas submetidas ao desbaste de liberação apresentaram taxas de mortalidade de $14,3\%.\text{ano}^{-1}$, dois anos após a aplicação, e no período 13-14 anos após a intervenção, reduziram-se para $3,3\%.\text{ano}^{-1}$, valor equivalente ao apresentado pela floresta testemunha ($3,9\%.\text{ano}^{-1}$) (Kammesheidt et al., 2003).

De Graaf et al. (1999), analisando vários experimentos com aplicação de tratamentos silviculturais no Suriname, observaram que a mortalidade foi bastante alta no período 3-5 anos após a aplicação do refinamento, devido aos danos provocados pela queda das árvores mortas, porém após o quinto ano, as taxas voltaram aos valores regulares, próximas as encontradas na área testemunha. Finegan & Camacho (1999) comentam que, em um experimento realizado na Costa Rica, a mortalidade aos cinco anos após o tratamento de refinamento ($3,6\%.\text{ano}^{-1}$) foi maior do que nas parcelas-testemunha ($1,97\%.\text{ano}^{-1}$), porém essa diferença não foi estatisticamente significativa.

No presente estudo, o longo intervalo entre as duas medições pós-tratamento silvicultural (8 anos) e o curto tempo de acompanhamento após a aplicação, dificultou a determinação do período necessário para que as taxas de mortalidade retornem aos níveis

apresentados pelas parcelas-controle. Novas medições do experimento, em intervalos mais curtos, serão necessárias para responder esta questão.

5.4.3 Balanço entre ingresso e mortalidade

O balanço entre os ingressos e a mortalidade varia de acordo com o ciclo de crescimento da floresta, após distúrbios naturais ou provocados pelo homem. Nas clareiras o recrutamento costuma ser maior que a mortalidade. Durante a fase de construção, o recrutamento e a mortalidade tendem a caminhar para um equilíbrio por um período relativamente curto, quando então a mortalidade excede os ingressos, e na fase madura, as duas taxas costumam permanecer em balanço até que um novo distúrbio provoque o reinício do processo (Uhl, 1982; Whitmore, 1984).

Neste estudo, a taxa de mortalidade só foi superior a de ingressos nos períodos logo após a exploração e logo após a aplicação do tratamento silvicultural. Porém, essas intervenções abriram clareiras na floresta e estimularam o aumento dos ingressos, principalmente nos tratamentos T3 e T4, onde o número de novos indivíduos muito superior ao número de árvores mortas.

Considerando o período total, todos os tratamentos tiveram um balanço positivo, com o número de ingressos superior a mortalidade. A maioria das espécies também apresentou maiores taxas de ingresso que mortalidade nas áreas exploradas, enquanto que na floresta testemunha, uma grande proporção de espécies mostrou igualdade entre estas taxas. De maneira geral, segundo Witmore (1984), em florestas sem interferência humana, as diferenças entre as taxas de ingressos e mortalidade são pequenas. Swaine et al. (1987) complementam, afirmando que existe um balanço dinâmico em florestas naturais, onde as árvores mortas são continuamente substituídas por novos recrutadas. Diversos autores, tais como Uhl (1982), Lieberman & Lieberman (1987), Manokaran e Kochummen (1987), Silva (1989), Carvalho (1992), Silva et al. (1995), Costa et al. (2002) entre outros, apresentaram dados experimentais confirmando essa tendência.

5.4.4 Crescimentos em diâmetro

A taxa média de incremento diamétrico das árvores nas florestas tropicais varia por diversos fatores, porém, raramente é superior a $1,0 \text{ cm.ano}^{-1}$ (Schmidt, 1987). Geralmente, a taxa de crescimento em diâmetro de espécies com valor comercial madeireiro nas florestas tropicais, varia entre $0,1$ e $0,5 \text{ cm.ano}^{-1}$ (Silva, 1989; Silva et al., 1995).

No presente estudo, considerando o período total de acompanhamento, a floresta não explorada (tratamento T0) apresentou média geral de $0,14 \text{ cm.ano}^{-1}$. As médias do T3 ($0,23 \text{ cm.ano}^{-1}$) e T4 ($0,22 \text{ cm.ano}^{-1}$) foram iguais entre si e estatisticamente superiores a T1 ($0,19 \text{ cm.ano}^{-1}$) e T2 ($0,18 \text{ cm.ano}^{-1}$).

Segundo Silva (1989), comparações entre taxas de crescimento em diferentes florestas tropicais são muito imprecisas porque diversos fatores, tais como, condições ambientais (solo, precipitação, altitude), intensidade de exploração, tratamentos silviculturais, espécies dominantes, tempo transcorrido após a última intervenção, entre outros, exercem importante influência sobre as taxas de incremento. Apesar de concordar com o autor citado, alguns estudos foram selecionados da literatura visando ilustrar a grande variabilidade do crescimento em diâmetro em diferentes situações.

Silva et al. (1995) encontraram taxa de crescimento de $0,3 \text{ cm.ano}^{-1}$, 13 anos após a exploração em uma área de 64ha na Floresta Nacional do Tapajós. Em Sarawak, onde foi aplicado o Sistema Malaio Modificado, Bryan (1981) verificou que nas florestas exploradas sem tratamentos silviculturais, o incremento diamétrico de todas as árvores foi de $0,6 \text{ cm.ano}^{-1}$, enquanto que nas florestas que sofreram extração de madeira comercial e desbaste, o crescimento diamétrico foi de $0,7 \text{ cm.ano}^{-1}$. De Graaf (1986) no Suriname, encontrou $0,4 \text{ cm.ano}^{-1}$, nove anos após a exploração e Silva (2004) encontrou taxas em torno de $0,5 \text{ cm.ano}^{-1}$ para exploração de impacto reduzido e $0,3 \text{ cm.ano}^{-1}$ para exploração convencional, em Paragominas-PA, sete anos após a exploração de madeira.

Florestas sem intervenção humana, por outro lado, costumam apresentar taxas de crescimento inferiores às obtidas em povoamentos explorados. Silva et al. (2002) estudando o crescimento em floresta sem intervenção, em região próxima a Manaus,

obtiveram $0,16\text{cm.ano}^{-1}$ para 272 árvores monitoradas. Veillon (1985) encontrou taxa de $0,2\text{cm.ano}^{-1}$ para florestas da Venezuela e Hutchinson (1987) obteve $0,3\text{cm.ano}^{-1}$ em Sarawak.

A colheita de madeira teve um efeito positivo na aceleração do crescimento em diâmetro, uma vez que provocou a abertura do dossel e diminuição da competição entre as árvores remanescentes. Porém, esse efeito começou a diminuir cinco anos após a exploração nos tratamentos onde o limite mínimo de corte foi 55cm de diâmetro (T2, T3 e T4) e aos sete anos após a intervenção onde o limite de corte foi 45cm (T1). Após esse período, as taxas de crescimento aproximaram-se das encontradas para a floresta sem intervenção (T0).

A mesma tendência foi observada em outro experimento realizado na Flona Tapajós, onde as taxas de incremento em diâmetro reduziram acentuadamente 3 a 4 anos após a exploração (Silva, 1989; Silva et al., 1995). Similares resultados também foram descritos por Bryan (1981) em Sarawak, por De Graaf (1986) no Suriname e por Kammesheidt et al. (2003) na Malásia.

Os desbastes, aplicados em 1994, na intensidade de 30% (T3) e 50% (T4) de redução da área basal, promoveram nova aceleração no incremento em diâmetro, aumentando em torno de 58% as taxas de crescimento no tratamento T3 e em 85% no tratamento T4, sendo o seu efeito sentido em todas as classes diamétricas. A intensidade de 20% de redução da área basal (T2) não teve efeito sobre as taxas de crescimento, que se mantiveram próximas às encontradas na floresta testemunha.

Em floresta explorada e submetida a três diferentes regimes de tratamento silvicultural na Costa Rica, os valores do incremento em diâmetro, para árvores de espécies comerciais, dobraram nos três períodos anuais após a aplicação do tratamento de refinamento, em relação aos períodos antes da aplicação. As parcelas tratadas também apresentaram incremento em diâmetro significativamente maior do que as parcelas-controle, considerando o conjunto de todas as espécies, e separadamente as espécies comerciais e as potencias (Finegan & Camacho, 1999). Em outro estudo realizado em Sarawak na Malásia, Kammesheidt et al. (2003) observaram que o incremento em diâmetro

nas parcelas submetidas ao desbaste de liberação ($0,9$ a $1,2\text{cm.ano}^{-1}$) foi estatisticamente maior do que o obtido nas parcelas-controle ($0,3$ a $0,8\text{cm.ano}^{-1}$), em todas as classes de diâmetro, e que o efeito positivo do desbaste sobre as taxas de crescimento durou até aproximadamente 8-9 anos após a sua aplicação. Em floresta próxima a Manaus, Higushi et al. (1997) obtiveram incremento variando de $0,25\text{cm.ano}^{-1}$ a $0,28\text{cm.ano}^{-1}$ nas parcelas onde foi realizada a redução da área basal, através de anelamento de espécies indesejáveis, e em torno $0,15\text{cm.ano}^{-1}$ nas parcelas-testemunha. Na região de Mapane, no Suriname, o incremento em diâmetro das árvores de espécies comerciais foi em torno de $0,71\text{cm.ano}^{-1}$, entre o primeiro e o sexto ano após a aplicação do refinamento que reduziu em torno de 60% a área basal total, caindo para $0,39\text{cm.ano}^{-1}$ no período entre o sexto e o vigésimo ano após a aplicação (De Graaf et al., 1999). Ainda no mesmo experimento, De Graaf (1986) e Jonkers (1987) observaram que após a realização do refinamento, o incremento médio anual em diâmetro das árvores comerciais com DAP acima de 5cm aumentou entre 4% a 42%.

Os valores obtidos no presente estudo, assim como os encontrados na literatura, mostram que o incremento em diâmetro é positivamente influenciado pelo tratamento silvicultural e, ainda que sua duração seja variada, 4-5 anos nas Filipinas (Weidelt, 1996), 8-9 anos na Malásia (Kammesheidt et al., 2003), em torno de 10 anos na península Malaia (Wyatt-Smith, 1995) e no Suriname (De Graaf et al., 1999), os tratamentos silviculturais são importantes aceleradores do crescimento, reduzindo os ciclos de corte e melhorando a qualidade do povoamento, uma vez que eliminam árvores mal formadas e reduzem a densidade de árvores de espécies com baixo ou nenhum valor comercial conhecido.

5.4.5 Crescimento em área basal e volume

Os incrementos em área basal e volume foram altamente influenciados pelas taxas de mortalidade, e considerando o período 1983-2003 (1 ano após a exploração até o último levantamento), o tratamento que apresentou as melhores taxas, no grupo das espécies de valor comercial, foi o T2 com $0,16\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e $1,9\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, uma vez que a

intensidade de redução da área basal foi bastante leve (20%) e não provocou aumentos significativos nas taxas de mortalidade.

Todavia, analisando período a período, observou-se o efeito positivo dos desbastes sobre as taxas de crescimento em área basal e volume, principalmente entre as espécies de valor comercial, no período que vai de um a nove anos após sua aplicação. O tratamento T2, desbastado na intensidade mais leve (20%), aumentou 10,5% seu incremento em área basal e 11,8% em volume, em relação ao período anterior. O tratamento T3, onde foi usada intensidade intermediária (30%), mostrou o melhor desempenho, aumentando seu incremento em área basal e volume em 80% e 112%, respectivamente. O tratamento T4, que no período anterior vinha apresentando taxas negativas de crescimento em área basal ($-0,06\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) e em volume ($-0,09\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$), aumentou suas taxas para $0,14\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e $0,09\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$.

No Suriname, com o emprego do Sistema Silvicultural CELOS, o incremento em área basal nas áreas manejadas com uso de tratamentos silviculturais foi de $0,6\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ (De Graaf, 1986). Em um experimento realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), foram testadas diferentes intensidades de redução da área basal da floresta, em 4 tratamentos distintos: (i) sem remoção de área basal (testemunha), (ii) remoção de 25% de área basal, (iii) remoção de 50% de área basal e (iv) remoção de 75% de área basal. O incremento em área basal e volume das espécies “espécies listadas” (comerciais com DAP acima de 10 cm) nesses estudos foi, para a testemunha, $0,07\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e $0,96\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$; com remoção de 25% de área basal, $0,16\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e $2,11\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$; com remoção de 50% de área basal, $0,13\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e $1,71\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$; e com remoção de 75% de área basal, $0,10\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e $1,58\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (Higuchi et al., 1997).

As intensidades de desbaste que mais se destacaram, em termos de incremento em área basal e volume, no estudo realizado pelo INPA foram 25% e 50% de remoção da área basal (Higuchi et al., 1997). No presente estudo, onde foram testados níveis semelhantes de redução da área basal, embora o método de aplicação tenha sido diferenciado, os tratamentos onde foram obtidos os maiores incrementos para o conjunto de espécies com

valor comercial madeireiro, oito anos após a aplicação, foram T2 (20% de redução da AB) com $0,14\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e $1,9\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e T3 (30% de redução da AB), com $0,18\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e $1,7\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$.

5.5. Conclusão

- A exploração de madeira e os desbastes para redução da área basal causaram grandes alterações na dinâmica da floresta, elevando as taxas de mortalidade, estimulando o aumento no número de ingressos e a aceleração nas taxas crescimento das árvores remanescentes;
- A influência das intervenções teve duração variável. O efeito da exploração sobre a dinâmica da floresta, durou em torno de cinco anos. Após esse período, as taxas de ingressos, mortalidade e crescimento foram reduzidas, aproximando-se das observadas na floresta testemunha. Em relação aos desbastes, a ausência de medições regulares nas parcelas permanentes, após sua aplicação, tornou imprecisa a estimativa do tempo em que o efeito dessa intervenção vai permanecer;
- O balanço positivo, obtido em todos os tratamentos no período monitorado, comprova que o aumento da mortalidade foi compensado pelo aumento no número de ingressos, principalmente entre as espécies de valor comercial, o que valorizou a floresta em termos de potencial madeireiro para a próxima colheita.

Comparando os tratamentos em relação a todos os parâmetros da dinâmica da floresta analisados, conclui-se que:

- O tratamento T1 (exploração de árvores com diâmetro $\geq 45,0\text{cm}$ sem intervenção posterior) apresentou elevadas taxas de ingresso e crescimento, apenas nos primeiros anos após a exploração. Com o passar do tempo, o fechamento gradual do dossel, provavelmente elevou os níveis de competição entre as árvores remanescentes e

provocou a redução nestas taxas que tornaram-se semelhantes as observadas na floresta testemunha;

- A intensidade de redução da área basal, utilizada no tratamento T2 (Exploração de espécies comerciais madeireiras com $DAP \geq 55\text{cm}$ + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 20% de redução da área basal original) praticamente não teve efeito sobre as taxas de ingressos, mortalidade e crescimento que, assim como no tratamento T1, apresentaram redução gradual e constante ao longo do período pós-exploração em quase todos os parâmetros analisados;
- A redução de 50% da área basal utilizada no tratamento T4 (Exploração de espécies comerciais madeireiras com $DAP \geq 55\text{cm}$ + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 50% de redução da área basal original), apesar de ter produzido as maiores taxas de recrutamento e crescimento em diâmetro, foi considerada muito intensa, uma vez que o aumento da mortalidade nas maiores classes de diâmetro não foi compensado pelo aumento dos ingressos em termos de área basal e volume, o que fez com que esse tratamento apresentasse taxas negativas de crescimento nestas variáveis, mesmo no grupo das espécies comerciais madeireiras.
- O tratamento T3 (exploração de árvores com diâmetro $\geq 55,0\text{cm}$ e desbastes na intensidade de aproximadamente 30% de redução da área basal) foi considerado o mais adequado por favorecer elevadas taxas de recrutamento e crescimento em diâmetro, área basal e volume, sem elevar em demasiado a mortalidade. Estes parâmetros são bons indicativos preliminares de que a integridade da floresta está sendo mantida no contexto do aproveitamento para exploração madeireira.

6 CONCLUSÕES GERAIS

Algumas conclusões gerais e recomendações podem ser feitas em relação aos tratamentos testados, considerando as análises realizadas na riqueza florística, diversidade de espécies, estrutura da floresta, ingressos de novos indivíduos, mortalidade e taxas de crescimento.

- O sistema de manejo denominado “explorar e deixar”, aplicado no tratamento T1, pode levar a ciclos de corte maiores do que os demais tratamentos testados. O efeito positivo da abertura do dossel, promovida pela colheita de madeira, na liberação da competição entre as árvores remanescentes, começou a diminuir 7 anos após a exploração, quando as taxas de ingresso e de crescimento em diâmetro, área basal e volume apresentaram redução acentuada, aproximando-se dos baixos valores observados para a floresta testemunha. A ausência de uma nova intervenção que promovesse novas aberturas no dossel e reduzisse os níveis de competição tornou o sistema pouco eficiente na recuperação do número de árvores e área basal, extraídos da área durante a exploração. Desse modo, a extração de madeira sem intervenção posterior, embora seja um sistema muito utilizado por empresas madeireiras na região amazônica, não é recomendado para produção em ciclos de corte regulares;
- O sistema silvicultural utilizado no tratamento T2 (Exploração de espécies comerciais madeireiras com $DAP \geq 55\text{cm}$ + desbaste de espécies não comerciais totalizando 20% de redução da área basal original), favoreceu o ingresso de algumas espécies de valor comercial madeireiro e gerou pequeno aumento na riqueza florística da comunidade. Todavia a intensidade de 20% de redução da área basal não foi suficiente para

promover o aumento das taxas de crescimento em diâmetro e ingressos que, nos últimos períodos, foram estatisticamente iguais a floresta testemunha. O tratamento T2 mostrou também fraco desempenho na aceleração dos incrementos em área basal e volume que, após o desbaste, aumentaram apenas em torno de 10% em relação ao período anterior à aplicação;

- O tratamento T3 (Exploração de espécies comerciais madeiras com $DAP \geq 55\text{cm}$ + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 30% de redução da área basal original) induziu ao maior aumento na riqueza florística e favoreceu várias espécies de valor comercial madeireiro que aumentaram sua participação na abundância e área basal no povoamento. Esse tratamento também mostrou a maior taxa de recuperação da área basal comercial, subtraída pela exploração (aproximadamente 90%) e as maiores taxas de incremento em área basal e volume, no grupo das espécies comerciais, após a aplicação do desbaste. Todavia, uma maneira de melhorar a eficiência do sistema, seria reduzir para aproximadamente 5 anos o intervalo de tempo entre a extração de madeira e a aplicação do refinamento, visando manter elevadas as taxas de crescimento e ingressos, e repetir sua aplicação assim que for detectada, através do monitoramento contínuo, a diminuição acentuada nesses valores;
- A abertura no dossel promovida pelo tratamento T4 (Exploração de espécies comerciais madeiras com $DAP \geq 55\text{cm}$ + desbaste de espécies não comerciais totalizando aproximadamente 40% de redução da área basal original) favoreceu o maior aumento no número de árvores. ha^{-1} no final do período e produziu as maiores taxas de recrutamento e crescimento em diâmetro. Todavia, em relação a área basal e volume sua recuperação foi inferior aos demais tratamentos, apresentando incrementos negativos, mesmo no grupo de espécies de valor comercial. O tratamento T4 também provocou os maiores distúrbios na floresta. A abertura de grandes clareiras provocou a infestação de cipós em algumas áreas e o aumento na densidade de espécies pioneiras colonizadoras de áreas abertas.

ANEXOS

Anexo A. Listagem de todas as espécies encontradas em 10,25ha de área amostral na Floresta Nacional do Tapajós, Rodovia Santarâm-Cuiabá, Km 114

Família/Nome botânico	Nome vulgar
ANACARDIACEAE	
<i>Anacardium giganteum</i> Loud.ex Steud	Caju-açú
<i>Astronium gracile</i> Engel	Aroeira
<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Muiracatiara
<i>Astronium</i> sp.	Muiracatiara-rajada
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Tatapiririca
ANNONACEAE	
<i>Annona ambotay</i> Aubl.	Envira-taia
<i>Annona montana</i> Macfad.	Araticum
<i>Duguetia echinophora</i> R.E. Fr.	Envira-surucucu
<i>Guatteria ovalifolia</i> R.E. Fr.	Envira-cana
<i>Guatteria poeppigiana</i> Mart. Mart.	Envira-preta
<i>Guateria</i> sp.	Envira-vermelha
<i>Xylopia benthamiana</i>	Envira-amarela
Ni ni	Annonaceae
APOCYNACEAE	
<i>Ambelania grandiflora</i> Huber	Culhão-de-bode
<i>Ambelania</i> sp.	Pepino-da-mata
<i>Aspidosperma duckei</i> Huber	Bucheira
<i>Aspidosperma rigidum</i> Rusby	Carapanauba
<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Müll. Arg.	Araracanga
<i>Geissospermum sericeum</i> (Sagot) Benth. & Hook.f.	Quinarana
<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll.Arg.) Woodson	Sucuuba
<i>Malouetia</i> sp.	Cumai
ARALIACEAE	
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne & Planch	Morototó
BIGNONIACEAE	
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	Parapara
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Pau-d'arco-roxo
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichols.	Pau-d'arco-amarelo
<i>Tabebuia insignis</i> (Miq.) Sandw.	Pau-d'arco
BIXACEAE	
<i>Bixa arborea</i> Huber	Urucu-da-mata
BOMBACACEAE	
<i>Bombax globosum</i> Aubl.	Munguba
<i>Bombax paraensis</i> Ducke	Mamorana

Anexo A. Listagem de todas as espécies encontradas em 10,25ha de área amostral na Floresta Nacional do Tapajós, Rodovia Santarém-Cuiabá, Km 114

Família/Nome botânico	Nome vulgar
<i>Bombax</i> sp.	Munguba-da-terra-firme
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Sumaúma
<i>Quararibea guianensis</i> Aubl.	Inajarana
BORAGINACEAE	
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavon) Oken	Uruazeiro
<i>Cordia bicolor</i> DC.	Freijo-branco
<i>Cordia goeldiana</i> Huber.	Freijo-cinza
BURSERACEAE	
<i>Protium spruceanum</i> Huber.	Breu-manga
<i>Protium opacum</i> Swart	Breu-preto
<i>Protium subserratum</i> (Engl.) Engl.	Breu-vermelho
<i>Protium sagotianum</i> Marchand	Breu-branco
<i>Protium apiculatum</i> Swart	Breu
<i>Trattinickia rhoifolia</i> Willd.	Breu-sucuruba
CARICACEAE	
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	Mamui
CARYOCARACEAE	
<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	Piquiarana
<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	Piquia
CELASTRACEAE	
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Cupiuba
<i>Maytenus pruinosa</i> Reissek	Chichua
CHRYSOBALANACEAE	
<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	Macucu
<i>Licania</i> sp.	Caripé
<i>Parinarium barbatum</i>	Caraiperana
<i>Couepia bracteosa</i> Benth.	Pajura-da-mata
COMBRETACEAE	
<i>Terminalia amazonica</i> (J.F.Gmel) Exell.	Cuiarana
CONNARACEAE	
<i>Connarus</i> sp.	Cunário
EBENACEAE	
<i>Diospyros</i> sp.	Caqui
ELAEOCARPACEAE	
<i>Sloanea froesii</i> C.E.Sm.	Urucurana
EUPHORBIACEAE	
<i>Drypetes variabilis</i> Uittien	Maparana
<i>Glycidendron amazonicum</i> Ducke	Mirindiba-doce
<i>Hevea</i> sp.	Seringueira
<i>Joannesia heveoides</i> Ducke	Castanha-de-arara
<i>Mabea</i> sp.	Taquari
<i>Sagotia racemosa</i> Baill.	Arataciu

Anexo A. Listagem de todas as espécies encontradas em 10,25ha de área amostral na Floresta Nacional do Tapajós, Rodovia Santarém-Cuiabá, Km 114

Família/Nome botânico	Nome vulgar
<i>Sapium marmieri</i> Huber R.	Murupita
<i>Phyllanthus nobilis</i> (L.f.) Müll.Arg.	Aquiqui
FABACEAE	
<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	Melancieira
<i>Apuleia molaris</i> Spruce et. Benth	Amarelão
<i>Cassia leiandra</i> Benth	Fava-mari-mari
<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	Copaíba
<i>Crudia</i> sp.	Jutairana
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Pororoqueira
<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Angelim-vermelho
<i>Diploptropis purpurea</i> (Rich.) Amshoff	Sucupira-preta
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Cumarú
<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	Fava-bolacha
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	Fava-da-rosca
<i>Enterolobium</i> sp.	Fava-timbaúba
<i>Eperua schomburgkiana</i> Benth.	Muirapiranga
<i>Eperua bijuga</i> Benth.	Cocão
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jutai-açú
<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	Jutai-mirim
<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	Angelim-da-mata
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Inga-xixica
<i>Inga heterophylla</i> Willd.	Inga-xixi-vermelho
<i>Inga</i> sp.	Ingá
<i>Ormosia discolor</i> Spruce ex Benth.	Tento-folha-grauda
<i>Ormosia flava</i> (Ducke) Rudd	Tento-folha-miuda
<i>Ormosia</i> sp.	Tento
<i>Parkia pendula</i> (Willd.)Walp.	Fava-bolota
<i>Parkia gigantocarpa</i> Ducke	Fava-barriguda
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Fava-arara-tucupi
<i>Parkia</i> sp.	Muirarema
<i>Peltogyne paradoxa</i> Ducke	Coataquicaua
<i>Piptadenia suaveolens</i> Miq.	Faveira-folha-fina
<i>Pithecellobium racemosum</i> Ducke	Angelim-rajado
<i>Pithecellobium cauliflorum</i> Mart.	Ingarana
<i>Pithecellobium scandens</i> Ducke	Fava
<i>Platymiscium filipes</i> Benth.	Macacauba
<i>Pterocarpus amazonicus</i> (Benth.) Amshoff	Mututi
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Mututi-da-terra-firme
<i>Schyzolobium amazonicum</i> (Huber) Ducke	Parica
<i>Sclerolobium chrysophyllum</i> Poepp.	Taxi-vermelho
<i>Sclerolobium guianensis</i> Benth.	Taxi-branco
<i>Sclerolobium</i> sp.	Taxi

Anexo A. Listagem de todas as espécies encontradas em 10,25ha de área amostral na Floresta Nacional do Tapajós, Rodovia Santarém-Cuiabá, Km 114

Família/Nome botânico	Nome vulgar
<i>Stryphnodendron barbatimam</i> Mart.	Barbatimão
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	Fava-barbatimão
<i>Swartzia acuminata</i> Willd. ex Vogel	Pitaíca
<i>Swartzia corrugata</i> Benth.	Coração-de-negro
<i>Swartzia stipulifera</i> Harms	Gombeira
<i>Swartzia brachyrachis</i> Harms	Paraputaca
<i>Tachigali myrmecophila</i> (Ducke) Ducke	Taxi-preto-folha-graúda
<i>Tachigali</i> sp.	Taxi-preto-folha-miúda
<i>Taralea oppositifolia</i> Aublet	Cumarurana
<i>Vatairea sericea</i> (Ducke) Ducke	Fava-amargosa
<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	Fava-mapuchiqui
<i>Poecilanthe effusa</i> (Huber) Ducke	Amarelinho
<i>Abarema</i> sp.	Fava-saboeiro
FLACOURTIACEAE	
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	Caneleira
<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eich.	Pau-jacare
<i>Lindackeria paraensis</i> Kuhlmann	Farinha-seca
<i>Homalium</i> sp.	Sardinheira
GUTTIFERAE	
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Jacareuba
<i>Caraipa</i> sp.	Tamaquaré
<i>Rheedia acuminata</i> (Ruiz & Pav.) Pl. & Tr.	Bacuri-da-mata
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	Anani
<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	Lacre-branco
<i>Vismia japurensis</i> Reichardt	Lacre-vermelho
<i>Vismia</i> sp.	Lacre
HUMIRIACEAE	
<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	Uxi-liso
<i>Endopleura</i> sp.	Uxi
<i>Saccoglottis amazonica</i> Mart.	Uxirana
<i>Saccoglottis</i> sp.	Achuá
Ni ni	Humiriaceae
ICACINACEAE	
<i>Emmotum fagifolium</i> Ham.	Cumarui
LACISTEMACEAE	
<i>Lacistema aggregatum</i> (Bergius) Rusby	Mata-calado
LAURACEAE	
<i>Aniba canelilla</i> (Kunth) Mez	Preciosa
<i>Aniba duckei</i> Kostermans	Pau-rosa
<i>Aniba</i> sp.	Aniba
<i>Licaria cannella</i> (Meisn.) Kosterm.	Louro-preto
<i>Licaria armeniaca</i> (Nees) Kosterm.	Louro-pimenta

Anexo A. Listagem de todas as espécies encontradas em 10,25ha de área amostral na Floresta Nacional do Tapajós, Rodovia Santarém-Cuiabá, Km 114

Família/Nome botânico	Nome vulgar
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn.) Taub.	Itauba
<i>Mezilaurus lindaviana</i> Schw. & Mez.	Itauba-abacate
<i>Mezilaurus</i> sp.	Itauba-amarela
<i>Ocotea canaliculata</i> (Rich.) Mez	Louro-branco
<i>Ocotea rubra</i> Mez	Louro-vermelho
NI ni	Louro
LECYTHIDACEAE	
<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Castanha-do-para
<i>Cariniana</i> sp.	Cariniana
<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & Knuth	Tauari
<i>Eschweilera amara</i> (Aubl.) Ndz	Matamata-vermelho
<i>Eschweilera amazonica</i> R.Knuth	Matamata-ci
<i>Eschweilera blanchetiana</i> (O.Berg) Miers	Matamata-preto
<i>Eschweilera odora</i> (Poepp.) Miers.	Matamata-branco
<i>Eschweilera</i> sp.	Matamata
<i>Gustavia augusta</i> L.	Jeniparana
<i>Holopyxidium jarana</i> Huber ex Ducke	Jarana
<i>Lecythis usitata</i> Miers	Castanha-sapucaia
MALPIGHIACEAE	
<i>Byrsonima crispera</i> A.Juss.	Muruci-da-mata
MELASTOMATACEAE	
<i>Mouriria plasschaerti</i> Pulle.	Muiraua
<i>Miconia guianensis</i> (Aubl.) Cogn.	Canela-de-veado
<i>Miconia</i> sp.	Papaterra
<i>Bellucia</i> sp.	Muuba
Ni ni	Passarinheira
MELIACEAE	
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba
<i>Cedrela huberi</i> Ducke	Cedro-branco
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro-vermelho
<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	Andirobarana
<i>Guarea</i> sp.	Jatauba
<i>Trichilia lecointei</i> Ducke	Pracuuba-da-terra-firme
<i>Trichilia</i> sp.	Thichilia
MONIMIACEAE	
<i>Siparuna decipiens</i> (Tul.) A.DC.	Capitiu
MORACEAE	
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Tatajuba
<i>Brosimum obovata</i> L.	Murure
<i>Brosimum guianensis</i> (Aubl.) Huber	Amapa-amargoso
<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	Amapa-doce
<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg	Amapai

Anexo A. Listagem de todas as espécies encontradas em 10,25ha de área amostral na Floresta Nacional do Tapajós, Rodovia Santarém-Cuiabá, Km 114

Família/Nome botânico	Nome vulgar
<i>Brosimum discolor</i> Schott	Muirapinima
<i>Castilla ulei</i> Warb.	Caucho
<i>Cecropia leucoma</i> Miq.	Embauba-branca
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Embauba-vermelha
<i>Cecropia</i> sp.	Embauba
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pavon	Guariuba
<i>Ficus anthelminthica</i> Rich. ex DC.	Caxinguba
<i>Helicostylis pedunculata</i> Benoist	Muiratinga-folha-peluda
<i>Lacmellea aculeata</i> (Ducke) Monach.	Pau-de-colher
<i>Maquira sclerophylla</i> (Ducke) CC Berg.	Muiratinga-folha-lisa
<i>Pourouma longipendula</i> Ducke	Embaubarana
<i>Pourouma cecropiaefolia</i> Mart.	Mapati
<i>Pourouma paraensis</i> Huber.	Mapatirana
<i>Sahagunia racemifera</i> Huber.	Janita
<i>Perebea guianensis</i> Aubl.	Muiratinga
<i>Perebea mollis</i> (Poepp. & Endl.) Huber	Pama
MYRISTICACEAE	
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	Ucuubarana
<i>Virola melinonii</i> (Benoist) Smith	Ucuuba-da-terra-firme
<i>Virola cuspidata</i> (Spruce ex Bentham) Warburg	Ucuuba-vermelha
<i>Virola divergens</i> Ducke	Ucuuba-folha-peluda
<i>Virola</i> sp.	Ucuuba-folha-fina
MYRTACEAE	
<i>Myrcia</i> cf. <i>m paivae</i>	Goiabarana
<i>Eugenia lambertiana</i> DC.	Goiabinha
<i>Eugenia patrisii</i> Vahl	Araçarana
<i>Eugenia paraensis</i> O. Berg	Araça-da-mata
<i>Eugenia</i> sp.	Eugenia
NI ni	Murta
NYCTAGINACEAE	
<i>Neea</i> sp.	João-mole
OCHANACEAE	
<i>Ouratea</i> cf. <i>aquatica</i>	Pau-de-cobra
OLACACEAE	
<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	Acariquara
OPILIACEAE	
<i>Agonandra</i> sp.	Marfim-preto
POLYGONACEAE	
<i>Coccoloba latifolia</i> Lam.	Tabocão
PROTEACEAE	
<i>Roupala</i> sp.	Faeira

Anexo A. Listagem de todas as espécies encontradas em 10,25ha de área amostral na Floresta Nacional do Tapajós, Rodovia Santarém-Cuiabá, Km 114

Família/Nome botânico	Nome vulgar
QUINACEAE	
<i>Lacunaria jenmani</i> (Oliv.) Ducke	Papo-de-mutum
RUBIACEAE	
<i>Capirona huberiana</i> Ducke	Escorrega-macaco
<i>Chimarrhis turbinata</i> DC.	Pau-de-remo
<i>Coussarea paniculata</i> (Vahl) Standl.	Caferana
<i>Duroia macrophylla</i> Huber	Cabeça-de-urubu
<i>Duroia sprucei</i> Rusby	Purui
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Limorana
RUTACEAE	
<i>Fagara pentandra</i> Aubl.	Tamanqueira-da-terra-firme
SAPINDACEAE	
<i>Talisia longifolia</i> (Bth.) Radlk.	Pitomba
SAPOTACEAE	
<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) A.Chev.	Maçaranduba
<i>Manilkara paraensis</i> (Huber) Standl.	Maparajuba
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	Rosadinho
<i>Pouteria bilocularis</i> (H. Winkl.) Baehni	Abiu-casca-grossa
<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	Abiurana vermelha
<i>Pouteria</i> sp.	Abiu-cutiti
Ni ni	Abiu
SIMARUBACEAE	
<i>Simaba cedron</i> Planch.	Pau-para-tudo
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Marupa
SOLANACEAE	
<i>Solanum rugosum</i> Dunal	Cajussara
STERCULIACEAE	
<i>Sterculia pilosa</i> Ducke ex Engl.	Axixa
<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng.	Cacau-da-mata
<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	Cupui
THEOPHRASTACEAE	
<i>Clavija lancifolia</i> Desf.	Marapuama
TILIACEAE	
<i>Apeiba albiflora</i> Ducke	Pente-de-macaco
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	Açoita-cavalo
VERBENACEAE	
<i>Aegiphilla</i> sp.	Tamanqueira
<i>Vitex triflora</i> Vahl.	Tarumã
VIOLACEAE	
<i>Rinorea flavescens</i> (Aubl.) Kuntze	Canela-de-jacamim
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	Acariquarana
<i>Rinorea macrocarpa</i> (C. Mart. ex Eichler) Kuntze	Canela-de-velho

Anexo A. Listagem de todas as espécies encontradas em 10,25ha de área amostral na Floresta Nacional do Tapajós, Rodovia Santarém-Cuiabá, Km 114

Família/Nome botânico	Nome vulgar
<i>Paypayrola grandiflora</i> Tul.	Paparola
VOCHYSIACEAE	
<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	Quarubarana
<i>Qualea</i> sp.	Mandioqueira
<i>Vochysia máxima</i> Ducke	Quaruba-verdadeira
<i>Vochysia surinamensis</i> Stafleu	Quaruba-rosa

Anexo B. Listagem das espécies extraídas durante a exploração de madeira, na área de cada tratamento, na Floresta Nacional do Tapajós (Km 144 da BR 163)

Nome científico	Nome Vulgar	T1		T2		T3		T4	
		n.ha ⁻¹	m ² .ha ⁻¹						
<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-para	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>	Freijo-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>	Parapara	-	-	-	-	0,3	0,1	-	-
<i>Simaruba amara</i>	Marupa	-	-	-	-	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

Anexo C. Efetividade da anelagem com envenenamento, por espécie, aplicado na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Família	Espécies aneladas	Nome Vulgar	Mortalidade		
			Nº árv. 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>	Matamata-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>Sclerolobium 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>	Carapanauba	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>	Arataciu	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.	Jatáuba	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
LEGUMINOSAE	<i>Ormosia</i> sp.	Tento	4	3	75,0

Anexo C. 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.	Nº mort.	Mortalidade %
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 crispa</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.	Cumai	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>	Capitiu	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>	Muiraua	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
Total	----	---	874	706	80,8

Anexo D. Valores do teste de normalidade de Shapiro Wilks e do teste F da análise de variância, obtidos para o número de árvores total e número de árvores de espécies comerciais, em cada tratamento e a cada ano de medição, na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Tratamentos	1 ano antes	Anos após a exploração				
	exploração	1	5	7	13	21
Nº árvores.ha⁻¹ (todas as espécies)						
T1	1122,4 ^a	957,2 ^a	1219,2 ^a	1227,6 ^a	1238,8 ^a	1166,4 ^a
T2	1121,1 ^a	1017,1 ^a	1153,1 ^a	1186,9 ^a	1140,0 ^a	1143,4 ^a
T3	1097,0 ^a	958,7 ^a	1201,3 ^a	1264,7 ^a	1209,7 ^a	1314,0 ^b
T4	1138,7 ^a	957,3 ^a	1242,0 ^a	1312,7 ^a	1203,3 ^a	1378,7 ^b
Teste de Normalidade						
W	0,98	0,95	0,94	0,93	0,97	0,97
Pr>W	0,91	0,17	0,05	0,05	0,42	0,60
Análise de variância						
F	0,66	0,25	0,63	1,34	1,27	11,02
Pr>F	0,59	0,86	0,60	0,28	0,30	< 0,0001
Nº árvores.ha⁻¹ (espécies com valor comercial)						
T1	168,4 ^a	142,8 ^a	193,2 ^a	212,4 ^a	217,6 ^a	220,0 ^a
T2	194,8 ^a	169,7 ^a	218,2 ^a	233,1 ^a	234,2 ^a	240,0 ^{ab}
T3	213,0 ^a	174,7 ^a	234,0 ^a	251,3 ^a	275,7 ^a	314,0 ^{bc}
T4	193,3 ^a	162,7 ^a	238,7 ^a	263,4 ^a	268,7 ^a	333,3 ^c
Teste de Normalidade						
W	0,94	0,95	0,98	0,96	0,94	0,87
Pr>W	0,06	0,13	0,75	0,23	0,07	0,25
Análise de variância						
F	2,13	1,19	0,80	0,71	1,59	6,32
Pr>F	0,12	0,33	0,51	0,56	0,21	0,0021

As médias de número de árvores comerciais para os anos 5, 7 e 21 após a exploração foram transformadas através do log para obter a normalidade dos valores; Pr>W Valores de probabilidade acima de 0,05, aceita-se a normalidade dos dados; Pr>F Valores de probabilidade acima de 0,05 são considerados não significativos, ou seja, aceita-se a hipótese nula; médias seguidas pela mesma letra na posição vertical não apresentam diferenças estatísticas significativas.

Anexo E. Listagem das 40 espécies mais abundantes (nº de árvores.ha⁻¹) no tratamento T1 (2,5 ha), considerando árvores com DAP ≥ 5,0cm. Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

Espécies	GR	1 ano antes		Anos após a exploração				
		explor.	1	5	7	13	21	
<i>Bixa arborea</i>	PP	6,0	9,6	36,8	44,8	43,2	38,4	
<i>Carapa guianensis</i>	CT	12,8	6,8	6,8	7,2	7,2	7,2	
<i>Casearia favitensis</i>	NT	16,0	12,0	11,6	11,6	12,4	11,2	
<i>Cecropia leucoma</i>	NP	0,8	0,8	30,0	26,0	13,2	7,6	
<i>Cecropia sciadophylla</i>	NP	-	-	54,0	53,2	43,2	31,6	
<i>Cordia alliodora</i>	CP	3,2	3,6	7,6	8,8	9,6	8,4	
<i>Cordia bicolor</i>	CP	1,2	2,4	8,4	10,0	8,8	8,0	
<i>Couratari oblongifolia</i>	CT	12,0	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	
<i>Duguetia echinophora</i>	NT	58,0	44,8	42,8	42,4	39,2	37,2	
<i>Duroia sprucei</i>	NT	10,0	9,2	8,0	7,6	7,6	7,6	
<i>Eperua bifuga</i>	NT	10,0	9,6	9,6	9,2	8,8	7,6	
<i>Eschweilera amazônica</i>	NT	16,0	15,2	15,2	16,0	16,0	16,8	
<i>Eschweilera blanchetian</i>	NT	30,8	23,2	22,8	22,4	21,6	22,8	
<i>Eschweilera odora</i>	NT	20,0	19,6	20,4	20,4	18,0	18,4	
<i>Eugenia lambertiana</i>	NT	14,8	11,6	12,0	12,8	13,2	14,0	
<i>Geissospermum senceum</i>	NT	8,4	7,2	7,6	8,4	8,8	8,8	
<i>Guarea kunthiana</i>	PT	38,0	31,6	31,6	30,8	27,6	23,2	
<i>Guarea</i> sp.	NT	8,8	6,8	7,2	6,8	6,4	5,2	
<i>Gutteria poeppigiana</i>	PT	16,0	11,6	16,8	18,8	17,2	15,6	
<i>Inga</i> sp.(10 esp.)	NP	35,2	30,8	81,6	104,4	111,2	89,2	
<i>Jacaranda copaia</i>	CP	-	0,8	28,0	31,6	27,2	21,6	
Lauraceae (9 esp.)	PT	29,6	24,8	27,2	27,6	31,2	27,2	
<i>Licaria canella</i>	CT	12,4	9,6	8,8	10,4	10,8	13,6	
<i>Minuartia guianensis</i>	CT	10,4	9,2	9,2	9,6	8,8	8,4	
<i>Neea</i> sp.	NT	24,4	21,2	22,8	22,4	22,4	23,2	
<i>Paypayrola grandiflora</i>	NT	10,4	6,4	6,8	6,8	6,8	6,0	
<i>Perebea guianensis</i>	PT	20,8	15,2	16,0	16,0	14,8	14,8	
<i>Pouteria bilocularis</i>	CT	6,4	6,4	6,4	6,8	6,8	6,8	
<i>Protium apiculatum</i>	PT	55,2	46,4	50,8	54,8	56,4	63,6	
<i>Rinorea flavescens</i>	NT	148,0	128,8	124,4	118,0	108,4	98,4	
<i>Rinorea guianensis</i>	NT	68,0	59,2	55,2	52,8	51,2	48,0	
<i>Sagotia racemosa</i>	NT	19,6	16,4	16,0	14,4	15,6	16,0	
<i>Sahagunia racemifera</i>	NT	7,2	6,8	7,2	6,8	6,8	6,8	
Sapotaceae (9 esp.)	NT	75,2	63,6	67,2	66,8	66,0	68,0	
<i>Sclerolobium chrysophyllum</i>	CP	17,2	16,0	20,4	20,8	22,4	21,6	
<i>Sloanea froesii</i>	NP	10,4	14,0	18,0	18,4	12,8	9,6	
<i>Sterculia pilosa</i>	PP	7,2	7,6	8,0	8,4	8,4	9,2	
<i>Talisia longifolia</i>	NT	14,0	13,6	14,8	16,0	16,0	17,6	
<i>Trichilia</i> sp.	NT	8,4	6,8	6,4	6,4	6,0	6,0	
<i>Virola melinonii</i>	CT	6,8	6,8	8,0	8,0	9,6	10,8	
Total (40 espécies)	-	869,6	747,6	964,0	996,0	953,2	887,6	
		(77,5%)	(78,1%)	(79,1%)	(81,1%)	(76,9%)	(76,1%)	
Demais espécies	-	252,8	209,6	255,2	231,6	285,6	278,8	
		(22,5%)	(21,9%)	(20,9%)	(18,9%)	(23,1%)	(23,9%)	
Total Geral	-	1122,4	957,2	1219,2	1227,6	1238,8	1166,4	

CT: comercial tolerante, CP: comercial pioneira, PT: potencial tolerante, PP: potencial pioneira, NT: não comercial tolerante, NP: não comercial pioneira

Anexo F. Listagem das 40 espécies mais abundantes (n° de árvores.ha⁻¹) no tratamento T2 (1,75 ha), considerando árvores com DAP ≥ 5,0cm. Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

Espécies	GR	Anos após a exploração					
		1 ano antes explor.	1	5	7	13	21
<i>Bixa arborea</i>	PP	0,6	0,6	10,9	14,3	12,6	12,6
<i>Carapa guianensis</i>	CT	13,7	10,3	9,7	8,6	8,6	8,6
<i>Casearia favitensis</i>	NT	8,0	7,4	9,1	8,6	7,4	7,4
<i>Cecropia leucoma</i>	NP	-	0,6	8,0	9,7	6,9	2,9
<i>Cecropia sciadophylla</i>	NP	0,6	0,6	11,4	12,0	10,9	9,7
<i>Cordia bicolor</i>	CP	6,3	6,3	9,1	11,4	11,4	10,3
<i>Couratari oblongifolia</i>	CT	12,0	12,6	13,1	13,7	14,3	13,7
<i>Duguetia echinophora</i>	NT	20,0	21,1	21,7	22,9	16,0	18,3
<i>Eschweilera amazonica</i>	NT	10,9	11,4	12,0	12,0	11,4	10,3
<i>Eschweilera blanchetiana</i>	NT	28,0	23,4	22,9	22,3	21,1	20,6
<i>Eschweilera odora</i>	NT	26,9	25,1	24,6	24,6	22,9	22,9
<i>Eugenia lambertiana</i>	NT	6,9	5,7	8,6	8,6	9,7	8,6
<i>Geissospermum senceum</i>	NT	11,4	10,3	10,3	10,3	10,3	11,4
<i>Guarea kunthiana</i>	PT	38,9	32,6	32,0	29,7	27,4	23,4
<i>Guarea sp.</i>	NT	12,6	12,6	13,7	12,6	12,0	12,0
<i>Guatteria poeppigiana</i>	PT	16,0	16,0	17,7	16,6	16,0	18,3
<i>Inga sp.</i> (10 esp.)	NP	49,7	45,1	61,7	69,7	74,3	74,9
<i>Jacaranda copaia</i>	CP	2,9	3,4	38,3	45,1	42,9	33,7
<i>Laetia procera</i>	CP	1,7	1,7	4,6	9,7	11,4	13,7
Lauraceae (9 esp.)	PT	27,4	22,3	22,9	23,4	20,6	20,0
<i>Licaria canella</i>	CT	12,6	10,9	10,3	9,7	8,6	10,9
<i>Manilkara huberi</i>	CT	6,9	5,7	6,9	7,4	6,9	6,3
<i>Minuartia guianensis</i>	CT	21,7	20,6	20,6	20,6	20,0	18,9
<i>Neea sp.</i>	NT	29,7	23,4	25,7	24,6	21,7	20,6
<i>Paypayrola grandiflora</i>	NT	9,7	7,4	8,6	7,4	6,9	6,9
<i>Perebea guianensis</i>	PT	21,7	17,1	17,7	17,7	16,0	15,4
<i>Pouteria bilocularis</i>	CT	6,9	6,9	7,4	7,4	7,4	7,4
<i>Protium apiculatum</i>	PT	68,0	63,4	65,7	67,4	66,3	69,1
<i>Rinorea flavescens</i>	NT	147,4	150,3	153,1	149,7	142,9	141,1
<i>Rinorea guianensis</i>	NT	60,0	57,1	58,3	55,4	52,0	51,4
<i>Sagotia racemosa</i>	NT	13,7	9,1	9,7	10,3	10,3	10,3
<i>Sahagunia racemifera</i>	NT	10,9	10,3	8,6	8,6	8,0	8,0
Sapotaceae (9 esp.)	NT	77,7	72,6	73,7	74,9	69,1	68,0
<i>Sclerolobium chrysophyllum</i>	CP	8,0	6,3	8,0	9,1	9,1	9,1
<i>Sloanea froesii</i>	NP	6,9	8,0	20,3	12,6	12,0	13,1
<i>Sterculia pilosa</i>	PP	6,9	6,3	7,4	8,0	8,6	9,7
<i>Tachigalia sp.</i>	PP	10,9	8,6	11,4	12,0	10,9	9,1
<i>Talisia longifolia</i>	NT	17,1	14,3	16,0	16,6	17,7	17,7
<i>Theobroma speciosum</i>	NT	10,3	8,6	8,6	9,1	8,6	9,1
<i>Virola melinonii</i>	CT	9,1	8,0	8,0	8,0	7,4	10,3
Total (40 espécies)	-	850,3 (75,8%)	784,0 (77,1%)	908,3 (78,8%)	922,3 (77,7%)	878,3 (77,0%)	865,7 (75,7%)
Demais espécies	-	270,8 (24,2%)	233,1 (22,9%)	244,8 (21,2%)	264,6 (22,3%)	261,7 (23,0%)	277,7 (24,3%)
Total Geral	-	1121,1	1017,1	1153,1	1186,9	1140,0	1143,4

CT: comercial tolerante, CP: comercial pioneira, PT: potencial tolerante, PP: potencial pioneira, NT: não comercial tolerante, NP: não comercial pioneira

Anexo G. Listagem das 40 espécies mais abundantes (n° de árvores.ha⁻¹) no tratamento T3 (3,0 ha), considerando árvores com DAP ≥ 5,0cm. Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

Espécies	GR	Anos após a exploração					
		1 ano antes explor.	1	5	7	13	21
<i>Carapa guianensis</i>	CT	15,7	13,7	15,0	14,0	14,7	14,3
<i>Cecropia leucoma</i>	NP	1,0	1,7	22,7	24,0	8,7	5,3
<i>Cecropia sciadophylla</i>	NP	0,0	0,0	22,7	27,3	5,7	3,0
<i>Cordia alliodora</i>	CP	9,3	8,7	11,3	12,0	13,7	13,0
<i>Cordia bicolor</i>	CP	4,0	3,0	7,3	10,3	10,3	10,3
<i>Couratari oblongifolia</i>	CT	11,7	10,3	10,0	10,3	12,0	16,0
<i>Duguetia echinophora</i>	NT	50,7	44,3	49,3	48,0	43,7	50,7
<i>Eschweilera blanchetiana</i>	NT	22,0	18,7	19,7	19,7	17,3	16,3
<i>Eschweilera odora</i>	NT	22,7	22,7	23,7	22,7	22,3	21,0
<i>Eugenia lambertiana</i>	NT	20,3	19,7	20,0	21,7	21,0	23,7
<i>Geissospermum senceum</i>	NT	10,7	9,7	11,0	12,0	12,3	16,3
<i>Guarea kunthiana</i>	PT	21,0	17,3	16,7	16,7	15,7	17,7
<i>Guarea</i> sp.	NT	9,0	7,7	8,7	9,0	10,0	10,0
<i>Gutteria poeppigiana</i>	PT	17,7	15,0	17,7	16,7	14,7	16,7
<i>Inga</i> sp. (10 esp.)	NP	73,7	70,7	109,0	127,7	116,0	137,7
<i>Jacaranda copaia</i>	CP	2,3	2,3	36,3	39,3	41,3	37,3
<i>Lacunaria jenmani</i>	NT	9,3	7,0	8,0	7,7	8,3	7,7
<i>Laetia procera</i>	CP	0,7	0,3	8,0	12,7	13,3	13,7
Lauraceae (9 esp.)	PT	37,7	31,3	34,0	34,3	30,7	29,7
<i>Licania</i> sp.	NT	7,3	7,3	9,7	9,7	9,3	5,7
<i>Licaria canella</i>	CT	16,3	12,3	13,7	15,0	19,7	25,3
<i>Maquira sclerophylla</i>	PT	9,7	9,0	8,7	8,3	9,3	11,3
<i>Neea</i> sp.	NT	52,0	48,3	51,3	52,0	48,7	51,3
<i>Paypayrola grandiflora</i>	NT	13,0	10,0	10,7	10,3	10,0	9,0
<i>Perebea guianensis</i>	PT	25,3	18,7	20,7	20,7	21,3	25,7
<i>Pithecelobium racemosum</i>	CP	7,0	7,3	8,7	8,7	8,3	8,7
<i>Pouteria bilocularis</i>	CT	15,0	13,7	13,7	3,7	14,3	14,3
<i>Protium apiculatum</i>	PT	68,0	57,3	67,3	71,7	78,0	105,3
<i>Quararibea guianensis</i>	NT	8,3	7,3	9,3	9,3	9,3	10,0
<i>Rinorea flavescens</i>	NT	25,0	23,3	26,7	26,0	28,7	31,0
<i>Rinorea guianensis</i>	NT	62,7	56,0	54,0	51,3	47,0	28,3
<i>Sagotia racemosa</i>	NT	12,3	10,7	11,7	11,7	11,0	16,0
Sapotaceae (9 esp.)	NT	79,7	72,7	75,3	75,3	65,3	55,3
<i>Sclerolobium chrysophyllum</i>	CP	10,7	10,7	12,3	12,7	12,3	13,0
<i>Sloanea froesii</i>	NP	7,7	7,0	12,0	15,0	14,3	12,7
<i>Sterculia pilosa</i>	PP	7,7	7,0	10,0	10,3	10,3	11,7
<i>Tachigalia</i> sp.	PP	6,7	7,0	11,0	14,7	12,3	10,7
<i>Talisia longifolia</i>	NT	17,0	13,3	14,3	14,7	16,0	20,0
<i>Theobroma speciosum</i>	NT	11,3	11,0	12,0	12,0	12,0	11,3
<i>Virola melinonii</i>	CT	12,0	8,0	9,0	9,7	10,3	14,7
Total (40 espécies)	-	814,0 (74,2%)	722,0 (75,3%)	913,0 (76,0%)	948,7 (75%)	899,6 (74,4%)	951,7 (72,4%)
Demais espécies	-	283,0 (25,8%)	236,7 (24,7%)	288,3 (24,0%)	316,0 (25,0%)	310,1 (25,6%)	362,3 (27,6%)
Total Geral	-	1097,0	958,7	1201,3	1264,7	1209,7	1314,0

CT: comercial tolerante, CP: comercial pioneira, PT: potencial tolerante, PP: potencial pioneira, NT: não comercial tolerante, NP: não comercial pioneira.

Anexo H. Listagem das 40 espécies mais abundantes (nº de árvores.ha⁻¹) no tratamento T4 (1,5 ha), considerando árvores com DAP ≥ 5,0cm. Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

Espécies	GR	1 ano antes		Anos após a exploração			
		explor.	1	5	7	13	21
<i>Aegiphylia</i> sp.	NP	0,0	0,0	12,7	17,3	15,3	8,0
<i>Bixa arborea</i>	PP	6,0	4,7	8,7	9,3	12,7	23,3
<i>Carapa guianensis</i>	CT	16,0	13,3	13,3	14,0	15,3	18,0
<i>Casearia favitensis</i>	NT	9,3	10,7	10,7	11,3	11,3	14,0
<i>Cecropia leucoma</i>	NP	1,3	2,7	38,0	36,7	14,7	8,0
<i>Cecropia sciadophylla</i>	NP	0,0	0,7	40,7	44,7	4,7	2,0
<i>Codia alliodora</i>	CT	4,0	4,0	8,7	9,3	8,7	12,7
<i>Cordia bicolor</i>	CP	12,7	7,3	10,7	13,3	12,7	17,3
<i>Couratari oblongifolia</i>	CT	14,7	12,0	11,3	11,3	12,7	14,0
<i>Coussarea paniculata</i>	NT	13,3	9,3	10,0	9,3	9,3	6,7
<i>Duguetia echinophora</i>	NT	29,3	29,3	31,3	31,3	28,7	28,7
<i>Eschweilera amazonica</i>	NT	13,3	10,0	10,0	12,0	10,7	9,3
<i>Eschweilera blanchetiana</i>	NT	22,0	18,0	17,3	18,0	18,7	18,7
<i>Eschweilera odora</i>	NT	26,0	22,7	22,7	24,0	23,3	19,3
<i>Eugenia lambertiana</i>	NT	12,0	10,0	12,0	13,3	14,0	13,3
<i>Guarea kunthiana</i>	PT	29,3	28,0	28,7	29,3	24,0	21,3
<i>Guarea</i> sp.	NT	10,7	9,3	10,0	10,7	9,3	8,0
<i>Gatteria poeppigiana</i>	PT	21,3	14,7	13,3	15,3	14,0	15,3
<i>Inga</i> sp. (10 esp.)	NP	60,7	43,3	98,0	113,3	100,0	180,7
<i>Iryanthera juruensis</i>	CT	8,7	8,7	8,0	8,0	7,3	6,7
<i>Jacaranda copaia</i>	CP	0,0	0,0	41,3	54,7	58,0	52,0
<i>Laetia procera</i>	CP	0,7	0,7	7,3	12,0	18,0	19,3
Lauraceae (9 esp.)	PT	28,0	24,7	29,3	29,3	30,7	31,3
<i>Licaria canella</i>	CT	18,7	18,7	18,0	18,7	16,7	20,7
<i>Minquartia guianensis</i>	CT	9,3	8,7	8,0	8,7	7,3	7,3
<i>Neea</i> sp.	NT	34,0	30,7	31,3	28,7	26,0	30,0
<i>Perebea guianensis</i>	PT	22,0	17,3	19,3	18,7	17,3	18,0
<i>Protium apiculatum</i>	PT	83,3	63,3	64,7	65,3	73,3	84,0
<i>Quararibea guianensis</i>	NT	10,0	9,3	12,0	12,7	12,7	16,7
<i>Rinorea flavescens</i>	NT	119,3	106,0	112,0	114,7	114,7	111,3
<i>Rinorea guianensis</i>	NT	60,7	52,0	53,3	50,7	42,7	38,7
<i>Sagotia racemosa</i>	NT	13,3	12,0	11,3	12,0	12,0	14,0
Sapotaceae (9 esp.)	NT	76,7	65,3	66,7	68,0	56,0	54,0
<i>Sclerolobium chrysophyllum</i>	CP	10,0	8,7	8,7	9,3	6,7	14,0
<i>Sloanea froesii</i>	NP	8,0	9,3	21,3	28,0	28,7	23,3
<i>Sterculia pilosa</i>	PP	7,3	8,0	8,0	7,3	9,3	13,3
<i>Tachigalia myrmecophyla</i>	CP	1,3	0,7	2,7	3,3	10,7	16,7
<i>Talisia longifolia</i>	NT	11,3	10,0	9,3	8,7	7,3	12,7
<i>Theobroma speciosum</i>	NT	8,0	8,0	8,0	9,3	10,7	14,7
<i>Virola melinonii</i>	CT	8,0	7,3	7,3	7,3	7,3	19,3
Total (40 espécies)	-	840,7 (73,8%)	719,3 (75,1%)	956,0 (77,0%)	1019,3 (77,6%)	933,4 (77,6%)	1056,7 (76,6%)
Demais espécies	-	298,1 (26,2%)	238,0 (24,9%)	286,0 (23,0%)	293,4 (22,4%)	270,0 (22,4%)	322,0 (23,4%)
Total Geral	-	1138,7	957,3	1242,0	1312,7	1203,3	1378,7

CT: comercial tolerante, CP: comercial pioneira, PT: potencial tolerante, PP: potencial pioneira, NT: não comercial tolerante, NP: não comercial pioneira

Anexo I. Listagem das 40 espécies mais abundantes (n° de árvores.ha⁻¹) no tratamento T0 (1,75 ha), considerando árvores com DAP ≥ 5,0cm. Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

Espécies	GR	Anos de medição				
		1983	1987	1989	1995	2003
<i>Rinorea guianensis</i>	NT	86,0	86,0	85,3	84,7	86,0
<i>Protium apiculatum</i>	PT	68,7	70,0	72,0	75,3	81,3
<i>Duguetia echinophora</i>	NT	66,7	68,0	69,3	72,7	72,0
Sapotaceae (9 esp.)	NT	59,3	58,7	59,3	58,7	56,7
<i>Inga</i> sp. (10 esp.)	NP	46,0	48,0	48,0	46,0	44,0
<i>Eperua bifuga</i>	NT	35,3	34,0	34,7	31,3	30,0
<i>Eschweilera blanchetiana</i>	NT	29,3	29,3	30,0	27,3	28,7
<i>Eschweilera odora</i>	NT	28,7	28,7	28,0	29,3	28,7
<i>Sclerolobium chrysophyllum</i>	CP	22,7	26,7	26,7	26,0	23,3
Lauraceae (9 esp.)	PT	22,7	20,7	22,0	21,3	20,7
<i>Perebea guianensis</i>	PT	22,7	23,3	23,3	24,0	24,0
<i>Guarea kunthiana</i>	PT	20,7	19,3	20,0	24,0	25,3
<i>Eugenia lambertiana</i>	NT	19,3	18,7	19,3	19,3	17,3
<i>Neea</i> sp.	NT	18,7	20,0	20,0	21,3	20,0
<i>Guatteria poeppigiana</i>	PT	17,3	16,0	16,0	15,3	14,7
<i>Sloanea froesii</i>	NP	17,3	19,3	18,7	16,7	14,7
<i>Manilkara huberi</i>	CT	14,7	14,7	14,7	13,3	13,3
<i>Carapa guianensis</i>	CT	14,0	14,0	13,3	12,7	12,0
<i>Sterculia pilosa</i>	PP	14,0	12,7	13,3	14,0	14,0
<i>Couratari oblongifolia</i>	CT	12,7	12,0	12,7	12,7	11,3
<i>Licaria canella</i>	CT	12,0	10,0	10,0	9,3	9,3
<i>Talisia longifolia</i>	NT	11,3	11,3	10,7	11,3	11,3
<i>Minquartia guianensis</i>	CT	10,7	11,3	10,0	12,7	12,7
<i>Rinorea flavescens</i>	NT	10,7	12,0	14,0	15,3	17,3
<i>Theobroma speciosum</i>	NT	10,0	9,3	9,3	9,3	8,0
<i>Eschweilera amara</i>	NT	9,3	10,0	10,0	9,3	9,3
<i>Casearia favitensis</i>	NT	9,3	10,0	9,3	8,7	9,3
<i>Mezilaurus lindaviana</i>	CT	8,7	8,7	8,7	8,7	10,0
<i>Holopyxidium jarana</i>	CT	8,7	8,7	8,7	8,7	8,0
<i>Iryanthera juruensis</i>	CT	8,7	8,0	8,0	8,7	8,7
<i>Geissospermum senceum</i>	NT	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
<i>Ormosia</i> sp.	PP	7,3	7,3	6,0	6,0	6,7
<i>Eschweilera amazonica</i>	NT	7,3	7,3	8,7	10,0	10,7
<i>Sagotia racemosa</i>	NT	7,3	7,3	6,7	8,7	9,3
<i>Paypayrola grandiflora</i>	NT	7,3	7,3	7,3	8,7	8,7
<i>Pouteria bilocularis</i>	CT	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
<i>Lacunaria jenmani</i>	NT	6,7	6,7	8,0	7,3	8,0
<i>Cordia alliodora</i>	CP	5,3	6,0	6,0	7,3	8,7
<i>Vismia cayennensis</i>	NP	5,3	8,0	10,7	9,3	8,0
<i>Hymenaea courbaril</i>	CT	5,3	6,0	6,0	6,0	6,0
Total (40 espécies)		802,7 (76,0%)	810,0 (976,7%)	819,3 (77,2%)	826,0 (77,3%)	822,7 (77,2%)
Demais espécies		254,0 (24,0%)	246,0 (23,35%)	242,7 (22,8%)	242,7 (22,7%)	243,3 (22,8%)
Total Geral		1056,7	1056,0	1062,0	1068,7	1066,0

CT: comercial tolerante, CP: comercial pioneira, PT: potencial tolerante, PP: potencial pioneira, NT: não comercial tolerante, NP: não comercial pioneira

Anexo J. Valores do teste de normalidade de Shapiro Wilks e do teste F da análise de variância, obtidos para o área basal total e área basal de espécies comerciais, em cada tratamento e a cada ano de medição, na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

Tratamentos	1 ano antes exploração	Anos após a exploração				
		1	5	7	13	21
Área basal total						
T1	31,95 ^a	24,31 ^a	26,49 ^a	28,49 ^a	30,14 ^a	30,70 ^a
T2	31,87 ^a	25,68 ^a	27,77 ^a	28,95 ^a	29,94 ^{ab}	31,76 ^{ab}
T3	28,87 ^a	23,34 ^a	25,46 ^a	26,66 ^a	24,35 ^{cb}	25,40 ^{cb}
T4	28,81 ^a	20,90 ^a	23,51 ^a	25,12 ^a	21,34 ^c	22,22 ^c
Teste de Normalidade						
W	0,97	0,97	0,97	0,96	0,97	0,94
Pr>W	0,35	0,56	0,47	0,18	0,60	0,06
Análise de variância						
F	0,93	1,99	2,21	1,46	8,31	7,06
Pr>F	0,44	0,14	0,11	0,25	0,001	0,001
Área basal comercial						
T1	13,68 ^a	8,67 ^a	9,60 ^a	10,18 ^a	10,77 ^a	11,11 ^a
T2	15,23 ^a	9,83 ^a	10,54 ^a	11,08 ^a	11,84 ^a	12,96 ^a
T3	13,61 ^a	9,43 ^a	9,69 ^a	10,02 ^a	10,68 ^a	12,17 ^a
T4	13,58 ^a	7,81 ^a	8,30 ^a	8,69 ^a	8,35 ^a	9,53 ^a
Teste de Normalidade						
W	0,94	0,95	0,96	0,97	0,96	0,95
Pr>W	0,05	0,16	0,31	0,34	0,23	0,18
Análise de variância						
F	0,04	0,30	0,27	0,38	1,04	1,07
Pr>F	0,99	0,82	0,85	0,77	0,39	0,38

As médias de área basal comercial, exceto para o primeiro ano (1AE), foram transformadas através do log para obter a normalidade dos valores; Pr>W: Valores de probabilidade acima de 0,05, aceita-se a normalidade dos dados; Pr>F: Valores de probabilidade acima de 0,05 são considerados não significativos, ou seja, aceita-se a hipótese nula; médias seguidas pela mesma letra na posição vertical não apresentam diferenças estatísticas significativas.

Anexo K. Listagem das 40 espécies dominantes ($m^2 \cdot ha^{-1}$) no tratamento T1 (2,5ha), considerando árvores com DAP $\geq 5,0$ cm. Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

Espécies	GR	Anos após a exploração					
		1 ano antes explor.	1	5	7	13	21
<i>Anacardium giganteum</i>	CP	0,15	0,16	0,18	0,20	0,23	0,28
<i>Apeiba albiflora</i>	PP	0,29	0,28	0,31	0,32	0,35	0,33
<i>Bixa arborea</i>	PP	0,25	0,20	0,37	0,47	0,64	0,66
<i>Brosimum lactescens</i>	PT	0,30	0,23	0,24	0,25	0,17	0,19
<i>Carapa guianensis</i>	CT	1,73	0,34	0,39	0,42	0,43	0,48
<i>Cecropia leucoma</i>	NP	0,01	0,02	0,19	0,30	0,35	0,32
<i>Cecropia sciadophylla</i>	NP	0,00	0,00	0,56	1,22	2,17	2,40
<i>Couratari oblongifolia</i>	CT	0,96	0,95	1,02	1,06	1,10	0,91
<i>Duguetia echinophora</i>	NT	0,53	0,42	0,40	0,40	0,36	0,36
<i>Enterolobium maximum</i>	CP	0,30	0,32	0,37	0,39	0,45	0,52
<i>Enterolobium schomburgkii</i>	CP	0,24	0,24	0,26	0,27	0,28	0,29
<i>Eschweilera amazônica</i>	NT	0,30	0,27	0,20	0,28	0,30	0,33
<i>Eschweilera blanchetiana</i>	NT	0,78	0,72	0,80	0,81	0,82	0,87
<i>Eschweilera odora</i>	NT	0,24	0,24	0,26	0,26	0,27	0,28
<i>Geissospermum senceum</i>	NT	0,67	0,47	0,51	0,52	0,54	0,56
<i>Guarea kunthiana</i>	PT	0,40	0,35	0,38	0,39	0,35	0,33
<i>Guatteria poeppigiana</i>	PT	0,37	0,30	0,30	0,32	0,34	0,25
<i>Holopyxidium jarana</i>	CT	1,09	0,22	0,23	0,24	0,24	0,26
<i>Inga</i> sp. (10 esp.)	NP	0,65	0,62	0,84	1,11	1,50	1,62
<i>Iryanthera juruensis</i>	CT	0,89	0,79	0,82	0,84	0,86	0,58
<i>Jacaranda copaia</i>	CP	0,00	0,00	0,15	0,20	0,28	0,40
Lauraceae (9 esp.)	PT	0,60	0,51	0,50	0,46	0,50	0,52
<i>Licaria canella</i>	CT	0,27	0,25	0,26	0,25	0,27	0,32
<i>Manilkara huberi</i>	CT	0,98	0,27	0,30	0,33	0,39	0,46
<i>Mezilaurus lindaviana</i>	CT	0,21	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22
<i>Minquartia guianensis</i>	CT	1,13	1,11	1,17	1,21	1,27	1,15
<i>Neea</i> sp	NT	0,42	0,43	0,48	0,50	0,49	0,42
<i>Parkia gigantocarpa</i>	CP	0,37	0,39	0,44	0,48	0,27	0,36
<i>Parkia multijuga</i>	CP	0,16	0,18	0,21	0,23	0,28	0,35
<i>Pouteria bilocularis</i>	CT	0,81	0,73	0,76	0,79	0,82	0,88
<i>Protium apiculatum</i>	PT	0,67	0,63	0,65	0,67	0,68	0,72
<i>Protium spruceanum</i>	PT	0,33	0,22	0,23	0,23	0,24	0,19
<i>Rinorea flavescens</i>	NT	0,64	0,58	0,58	0,56	0,52	0,50
<i>Rinorea guianensis</i>	NT	1,75	1,49	1,46	1,45	1,48	1,46
Sapotaceae (9 esp.)	NT	1,90	1,67	1,80	1,86	1,98	2,06
<i>Sclerolobium chrysophyllum</i>	CP	0,62	0,67	0,80	0,85	0,78	0,77
<i>Sloanea froesii</i>	NP	0,34	0,37	0,45	0,48	0,49	0,52
<i>Swartzia acuminata</i>	NT	0,75	0,79	0,89	0,93	0,59	0,70
<i>Tachigalia myrmecophyla</i>	CP	0,04	0,04	0,08	0,11	0,21	0,34
<i>Virola melinonii</i>	CT	0,27	0,20	0,24	0,26	0,32	0,39
Total (40 espécies)	-	22,4 (70,1%)	17,9 (73,4%)	20,2 (76,4%)	22,1 (77,6%)	23,8 (78,9%)	24,5 (79,9%)
Demais espécies	-	9,6 (29,9%)	6,5 (26,6%)	6,2 (23,6%)	6,4 (22,4%)	6,4 (21,1%)	6,2 (20,1%)
Total Geral	-	31,95	24,31	26,49	28,49	30,14	30,7

CT: comercial tolerante, CP: comercial pioneira, PT: potencial tolerante, PP: potencial pioneira, NT: não comercial tolerante, NP: não comercial pioneira

Anexo L. Listagem das 40 espécies dominantes ($m^2 \cdot ha^{-1}$) no tratamento T2 (1,75 ha), considerando árvores com DAP $\geq 5,0$ cm. Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

Espécies	GR	1 ano antes		Anos após a exploração			
		explor.	1	5	7	13	21
<i>Apeiba albiflora</i>	PP	0,17	0,18	0,20	0,20	0,21	0,23
<i>Apuleia molaris</i>	CP	0,28	0,27	0,28	0,28	0,29	0,29
<i>Brosimum obovata</i>	PT	0,47	0,49	0,53	0,57	0,60	0,66
<i>Carapa guianensis</i>	CT	1,53	0,83	0,91	0,73	0,81	0,91
<i>Cecropia sciadophylla</i>	NP	0,06	0,06	0,14	0,28	0,60	0,94
<i>Chimarrhis turbinata</i>	NT	0,34	0,35	0,37	0,37	0,26	0,28
<i>Cordia bicolor</i>	CP	0,17	0,19	0,23	0,27	0,28	0,30
<i>Couratari oblongifolia</i>	CT	1,08	1,12	1,17	1,23	1,28	1,33
<i>Crudia</i> sp.	PT	0,16	0,17	0,17	0,18	0,19	0,20
<i>Eperua schomburgkiana</i>	CT	0,19	0,22	0,26	0,28	0,35	0,36
<i>Eschweilera amara</i>	NT	0,68	0,71	0,76	0,80	0,62	0,55
<i>Eschweilera blanchetiana</i>	NT	0,44	0,45	0,50	0,51	0,52	0,55
<i>Eschweilera odora</i>	NT	0,49	0,49	0,53	0,53	0,51	0,54
<i>Geissospermum senceum</i>	NT	1,17	1,07	1,13	1,15	1,18	1,15
<i>Guarea kunthiana</i>	PT	0,59	0,52	0,54	0,52	0,52	0,54
<i>Guarea</i> sp.	NT	0,20	0,20	0,22	0,19	0,19	0,17
<i>Guatteria poeppigiana</i>	PT	0,31	0,29	0,34	0,35	0,35	0,37
<i>Holopyxidium jarana</i>	CT	1,29	0,17	0,19	0,19	0,20	0,21
<i>Hymenaea courbaril</i>	CT	0,29	0,15	0,17	0,18	0,21	0,25
<i>Inga</i> sp. (10 esp.)	NP	0,76	0,69	0,92	1,09	1,22	1,08
<i>Iryanthera juruensis</i>	CT	0,42	0,40	0,29	0,29	0,13	0,14
<i>Jacaranda copaia</i>	CP	0,17	0,19	0,39	0,51	0,73	0,78
Lauraceae (9 esp.)	PT	0,55	0,45	0,49	0,53	0,59	0,66
<i>Licaria canella</i>	CT	0,32	0,32	0,20	0,21	0,18	0,22
<i>Manilkara huberi</i>	CT	0,55	0,32	0,36	0,38	0,42	0,48
<i>Maquira sclerophylla</i>	PT	0,38	0,29	0,32	0,34	0,36	0,38
<i>Mezilaurus itauba</i>	CT	0,23	0,23	0,24	0,25	0,25	0,27
<i>Minuartia guianensis</i>	CT	2,23	2,24	2,39	2,46	2,58	2,73
<i>Neea</i> sp.	NT	0,37	0,31	0,30	0,26	0,24	0,23
<i>Parkia gigantocarpa</i>	CP	0,13	0,16	0,21	0,25	0,36	0,54
<i>Piptadenia suaveolens</i>	PP	0,21	0,22	0,23	0,24	0,27	0,33
<i>Pouteria bilocularis</i>	CT	0,45	0,47	0,50	0,52	0,40	0,44
<i>Protium apiculatum</i>	PT	0,99	1,05	1,16	1,24	1,32	1,44
<i>Rinorea flavescens</i>	NT	0,65	0,67	0,70	0,71	0,68	0,68
<i>Rinorea guianensis</i>	NT	1,51	1,49	1,49	1,45	1,34	1,41
Sapotaceae (9 esp.)	NT	1,82	1,82	1,94	1,87	1,71	1,82
<i>Sclerolobium chrysophyllum</i>	CP	0,49	0,33	0,49	0,61	0,94	0,87
<i>Stryphnodendron barbatimam</i>	NT	0,21	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25
<i>Swartzia acuminata</i>	NT	0,22	0,21	0,25	0,27	0,27	0,01
<i>Virola melinonii</i>	CT	0,44	0,44	0,24	0,26	0,26	0,33
Total (40 espécies)	-	23,0 (72,1%)	20,4 (79,5%)	22,0 (79,1%)	22,7 (78,6%)	23,6 (78,9%)	24,9 (78,4%)
Demais espécies	-	8,9 (27,9%)	5,3 (20,5%)	5,8 (20,9%)	6,2 (21,4%)	6,3 (21,1%)	6,9 (21,6%)
Total Geral	-	31,87	25,68	27,77	28,95	29,94	31,76

CT: comercial tolerante, CP: comercial pioneira, PT: potencial tolerante, PP: potencial pioneira, NT: não comercial tolerante, NP: não comercial pioneira

Anexo M. Listagem das 40 espécies dominantes ($m^2 \cdot ha^{-1}$) no tratamento T3 (3,0 ha), considerando árvores com DAP $\geq 5,0$ cm. Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

Espécies	GR	Anos após a exploração					
		1 ano antes explor.	1	5	7	13	21
<i>Apeiba albiflora</i>	PP	0,22	0,21	0,23	0,25	0,27	0,21
<i>Brosimum lactescens</i>	PT	0,37	0,15	0,31	0,32	0,36	0,22
<i>Brosimum obovata</i>	PT	0,35	0,15	0,16	0,17	0,18	0,21
<i>Brosimum parinarioides</i>	CT	0,31	0,31	0,23	0,23	0,24	0,27
<i>Carapa guianensis</i>	CT	0,86	0,50	0,56	0,59	0,68	0,84
<i>Ceiba pentandra</i>	CP	0,30	0,30	0,32	0,32	0,35	0,39
<i>Clarisia racemosa</i>	PT	0,24	0,16	0,17	0,17	0,18	0,20
<i>Cordia alliodora</i>	CP	0,16	0,16	0,18	0,16	0,18	0,21
<i>Couratari oblongifolia</i>	CT	1,13	1,03	1,06	1,09	1,16	1,22
<i>Duguetia echinophora</i>	NT	0,27	0,22	0,26	0,26	0,22	0,24
<i>Eschweilera blanchetiana</i>	NT	0,41	0,35	0,41	0,43	0,36	0,24
<i>Eschweilera odora</i>	NT	0,29	0,30	0,34	0,33	0,36	0,21
<i>Eugenia lambertiana</i>	NT	0,17	0,16	0,16	0,17	0,14	0,16
<i>Geissospermum senceum</i>	NT	0,57	0,50	0,55	0,57	0,60	0,57
<i>Guarea kunthiana</i>	PT	0,19	0,17	0,16	0,17	0,15	0,18
<i>Guatteria poeppigiana</i>	PT	0,53	0,46	0,46	0,42	0,41	0,43
<i>Holopyxidium jarana</i>	CT	0,65	0,19	0,21	0,19	0,20	0,22
<i>Inga</i> sp. (10 esp.)	NP	1,12	1,14	1,42	1,68	0,85	1,37
<i>Jacaranda copaia</i>	CP	0,20	0,05	0,24	0,31	0,47	0,84
Lauraceae (9 esp.)	PT	0,53	0,53	0,52	0,56	0,53	0,56
<i>Licaria canella</i>	CT	0,20	0,17	0,17	0,19	0,21	0,27
<i>Manilkara huberi</i>	CT	1,31	0,33	0,31	0,32	0,37	0,44
<i>Manilkara paraensis</i>	CT	0,58	0,58	0,61	0,62	0,65	0,70
<i>Maquira sclerophylla</i>	PT	0,23	0,16	0,28	0,29	0,33	0,42
<i>Mezilaurus itauba</i>	CT	0,29	0,30	0,31	0,31	0,34	0,35
<i>Minquartia guianensis</i>	CT	0,73	0,68	0,72	0,72	0,75	0,81
<i>Neea</i> sp	NT	0,65	0,59	0,64	0,65	0,62	0,60
<i>Perebea guianensis</i>	PT	0,20	0,15	0,18	0,18	0,18	0,23
<i>Piptadenia suaveolens</i>	PP	0,26	0,20	0,23	0,25	0,07	0,12
<i>Pouteria bilocularis</i>	CT	1,14	1,02	1,01	1,04	1,10	1,27
<i>Protium apiculatum</i>	PT	0,94	0,84	1,00	1,06	1,13	1,45
<i>Rinorea guianensis</i>	NT	1,28	1,11	1,11	1,08	0,89	0,33
<i>Saccoglottis</i> sp	NT	0,19	0,19	0,20	0,21	0,13	0,06
<i>Sahagunia racemifera</i>	NT	0,19	0,19	0,21	0,22	0,23	0,19
Sapotaceae (9 esp.)	NT	2,71	2,48	2,48	2,29	1,54	0,68
<i>Sclerolobium chrysophyllum</i>	CP	0,63	0,69	0,73	0,78	0,52	0,55
<i>Swartzia corrugata</i>	PT	0,16	0,17	0,19	0,20	0,22	0,22
<i>Tachigalia myrmecophyla</i>	CP	0,26	0,27	0,15	0,17	0,23	0,15
<i>Trattinickia rhoifolia</i>	CT	0,14	0,11	0,13	0,14	0,18	0,23
<i>Virola melinonii</i>	CT	0,58	0,44	0,42	0,45	0,49	0,49
Total (40 espécies)	-	21,50 (74,5%)	17,72 (75,9%)	19,00 (74,6%)	19,55 (73,3%)	18,07 (74,2%)	18,33 (72,2%)
Demais espécies	-	7,4 (25,5%)	5,6 (24,1%)	6,5 (25,4%)	7,1 (26,7%)	6,3 (25,8%)	7,1 (27,8%)
Total Geral	-	28,87	23,34	25,46	26,66	24,35	25,4

CT: comercial tolerante, CP: comercial pioneira, PT: potencial tolerante, PP: potencial pioneira, NT: não comercial tolerante, NP: não comercial pioneira

Anexo N. Listagem das 40 espécies dominantes ($m^2 \cdot ha^{-1}$) no tratamento T4 (1,5 ha), considerando árvores com DAP $\geq 5,0$ cm. Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

Espécies	GR	Anos após a exploração					
		1 ano antes explor.	1	5	7	13	21
<i>Aegiphilla</i> sp	NP	0,00	0,00	0,07	0,14	0,21	0,28
<i>Apeiba albiflora</i>	PP	0,28	0,26	0,29	0,30	0,13	0,09
<i>Bixa arborea</i>	PP	0,26	0,27	0,30	0,28	0,09	0,36
<i>Bombax</i> sp	CP	0,28	0,28	0,30	0,30	0,31	0,32
<i>Carapa guianensis</i>	CT	1,22	0,55	0,63	0,67	0,75	0,82
<i>Castilla ulei</i>	PT	0,30	0,31	0,36	0,36	0,39	0,48
<i>Cecropia leucoma</i>	NP	0,10	0,11	0,27	0,43	0,18	0,26
<i>Cecropia sciadophylla</i>	NP	0,00	0,00	0,54	1,03	0,11	0,13
<i>Cordia bicolor</i>	CP	0,74	0,37	0,42	0,45	0,50	0,67
<i>Cordia goeldiana</i>	CP	0,25	0,25	0,26	0,26	0,23	0,24
<i>Couratari oblongifolia</i>	CT	1,06	1,05	0,60	0,62	0,61	0,60
<i>Duguetia echinophora</i>	NT	0,21	0,20	0,22	0,23	0,18	0,13
<i>Eschweilera amara</i>	NT	0,19	0,20	0,13	0,14	0,11	0,09
<i>Eschweilera amazonica</i>	NT	0,35	0,21	0,23	0,24	0,23	0,17
<i>Eschweilera blanchetiana</i>	NT	0,41	0,34	0,37	0,38	0,30	0,21
<i>Eschweilera odora</i>	NT	0,33	0,24	0,28	0,29	0,30	0,18
<i>Geissospermum senceum</i>	NT	0,75	0,68	0,71	0,72	0,73	0,75
<i>Guarea kunthiana</i>	PT	0,19	0,20	0,20	0,20	0,15	0,12
<i>Gutteria poeppigiana</i>	PT	0,43	0,39	0,46	0,51	0,57	0,18
<i>Hymenaea parvifolia</i>	CT	0,13	0,14	0,17	0,18	0,21	0,29
<i>Inga</i> sp. (10 esp.)	NP	1,04	0,58	0,83	1,03	0,73	2,00
<i>Iryanthera juruensis</i>	CT	1,04	1,07	1,06	0,93	0,98	0,51
<i>Jacaranda copaia</i>	CP	0,00	0,00	0,20	0,31	0,56	1,12
Lauraceae (9 esp.)	PT	0,50	0,42	0,45	0,47	0,49	0,39
<i>Licaria canella</i>	CT	0,60	0,48	0,54	0,58	0,67	0,50
<i>Manilkara huberi</i>	CT	1,40	0,26	0,29	0,30	0,32	0,42
<i>Maquira sclerophylla</i>	PT	0,21	0,22	0,25	0,26	0,17	0,04
<i>Minuartia guianensis</i>	CT	0,85	0,79	0,80	0,81	0,74	0,67
<i>Neea</i> sp	NT	0,33	0,32	0,34	0,33	0,28	0,32
<i>Parkia gigantocarpa</i>	CP	0,10	0,11	0,14	0,14	0,16	0,22
<i>Perebea guianensis</i>	PT	0,19	0,17	0,19	0,16	0,24	0,13
<i>Pouteria bilocularis</i>	CT	0,32	0,32	0,30	0,31	0,31	0,35
<i>Protium apiculatum</i>	PT	1,07	0,94	1,09	1,14	1,26	1,44
<i>Rhedia acuminata</i>	PT	0,11	0,12	0,12	0,13	0,15	0,17
<i>Rinorea flavescens</i>	NT	0,55	0,52	0,58	0,59	0,58	0,58
<i>Rinorea guianensis</i>	NT	1,49	1,32	1,31	1,23	0,95	0,40
Sapotaceae (9 esp.)	NT	1,78	1,63	1,71	1,75	1,37	0,88
<i>Schyzolobium amazonicum</i>	CP	0,22	0,24	0,40	0,45	0,18	0,44
<i>Sclerolobium chrysophyllum</i>	CP	0,28	0,36	0,51	0,56	0,04	0,15
<i>Virola melinonii</i>	CT	0,34	0,30	0,23	0,23	0,06	0,12
Total (40 espécies)	-	19,9 (69,0%)	16,2 (77,6%)	18,1 (77,1%)	19,4 (77,3%)	16,5 (77,4%)	17,2 (77,5%)
Demais espécies	-	8,9 (31,0%)	4,7 (22,4%)	5,4 (22,9%)	5,7 (22,7%)	4,8 (22,6%)	5,0 (22,5%)
Total Geral	-	28,8	20,9	23,5	25,1	21,3	22,2

CT: comercial tolerante, CP: comercial pioneira, PT: potencial tolerante, PP: potencial pioneira, NT: não comercial tolerante, NP: não comercial pioneira

Anexo O. Listagem das 40 espécies dominantes ($m^2 \cdot ha^{-1}$) no tratamento T0 (1,5 ha), considerando árvores com DAP $\geq 5,0$ cm. Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163)

Espécies	GR	Anos de medição				
		1983	1987	1989	1995	2003
<i>Apeiba albiflora</i>	PP	0,40	0,41	0,41	0,30	0,31
<i>Aspidosperma rigidum</i>	NT	0,23	0,26	0,28	0,28	0,35
<i>Astronium gracile</i>	CT	0,55	0,58	0,58	0,61	0,69
<i>Bertholletia excelsa</i>	CP	0,30	0,33	0,34	0,38	0,42
<i>Carapa guianensis</i>	CT	0,81	0,88	0,90	0,97	0,82
<i>Caryocar glabrum</i>	CP	0,70	0,74	0,76	0,81	0,88
<i>Chimarrhis turbinata</i>	NT	0,20	0,22	0,23	0,26	0,31
<i>Couratari oblongifolia</i>	CT	1,07	1,04	1,07	1,11	0,97
<i>Duguetia echinophora</i>	NT	0,64	0,68	0,71	0,75	0,77
<i>Endopleura uchi</i>	CT	0,39	0,41	0,42	0,46	0,51
<i>Eperua bifuga</i>	NT	0,23	0,21	0,22	0,18	0,19
<i>Eschweilera blanchetiana</i>	NT	0,44	0,46	0,48	0,41	0,46
<i>Eschweilera odora</i>	NT	0,70	0,74	0,77	0,84	0,91
<i>Geissospermum senceum</i>	NT	0,47	0,50	0,51	0,52	0,55
<i>Goupia glabra</i>	CP	0,14	0,18	0,18	0,20	0,21
<i>Guatteria poeppigiana</i>	PT	0,34	0,32	0,34	0,39	0,44
<i>Hevea</i> sp	PP	0,21	0,23	0,10	0,11	0,12
<i>Holopyxidium jarana</i>	CT	0,85	0,86	0,87	0,83	0,68
<i>Hymenaea courbaril</i>	CT	0,59	0,62	0,63	0,65	0,68
<i>Inga</i> sp. (10 esp.)	NP	0,50	0,60	0,66	0,72	0,84
<i>Iryanthera juruensis</i>	CT	0,81	0,83	0,83	0,85	0,87
Lauraceae (9 esp.)	PT	0,65	0,67	0,69	0,70	0,70
<i>Lecythis usitata</i>	CT	0,67	0,67	0,74	0,75	0,75
<i>Manilkara huberi</i>	CT	2,52	2,64	2,69	2,69	2,85
<i>Maquira sclerophylla</i>	PT	0,28	0,29	0,30	0,17	0,18
<i>Mezilaurus lindaviana</i>	CT	0,22	0,23	0,23	0,21	0,22
<i>Minquartia guianensis</i>	CT	0,37	0,42	0,42	0,45	0,48
<i>Neea</i> sp	NT	0,33	0,35	0,36	0,38	0,29
<i>Ormosia</i> sp	PP	0,23	0,22	0,22	0,24	0,28
<i>Perebea guianensis</i>	PT	0,16	0,18	0,18	0,20	0,22
<i>Pouteria bilocularis</i>	CT	0,94	0,96	0,97	0,47	0,49
<i>Protium apiculatum</i>	PT	0,65	0,69	0,71	0,79	0,89
<i>Protium spruceanum</i>	PT	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
<i>Rinorea guianensis</i>	NT	1,66	1,73	1,75	1,74	1,86
Sapotaceae (9 esp.)	NT	1,74	1,83	1,88	1,89	1,97
<i>Scerolobium chrysophyllum</i>	CP	1,24	1,43	1,53	1,32	1,46
<i>Sloanea froesii</i>	NP	0,18	0,19	0,19	0,20	0,19
<i>Stryphnodendron barbatimam</i>	NT	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	CP	0,61	0,63	0,63	0,64	0,65
<i>Tachigalia myrmecophyla</i>	CP	0,69	0,42	0,14	0,18	0,11
Total (40 espécies)	-	24,2 (79,4%)	25,1 (80,2%)	25,4 (81,6%)	25,2 (82,5%)	26,1 (82,3%)
Demais espécies	-	6,3 (20,6%)	6,2 (19,8%)	5,7 (18,4%)	5,3 (17,5%)	5,6 (17,7%)
Total Geral	-	30,5	31,3	31,2	30,5	31,7

CT: comercial tolerante, CP: comercial pioneira, PT: potencial tolerante, PP: potencial pioneira, NT: não comercial tolerante, NP: não comercial pioneira

Anexo P. Espécies que mais contribuíram para o número total de ingressos ($n^{\circ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$), em cada tratamento, na Floresta Nacional do Tapajós, Km 114 da BR 163. (1° Per.: 1 ano antes da exploração a 5 anos depois; 2° Per.: 5 a 13 anos após a exploração; 3° Per.: 13 a 21 anos após a exploração)

Espécies	Grupo	T1			T2			T3			T4		
		1° Per. 6 anos	2° Per. 8 anos	3° Per. 8 anos	1° Per. 6 anos	2° Per. 8 anos	3° Per. 8 anos	1° Per. 6 anos	2° Per. 8 anos	3° Per. 8 anos	1° Per. 6 anos	2° Per. 8 anos	3° Per. 8 anos
<i>Bixa arborea</i>	PP	5,8	1,2	0,6	1,9	0,7	0,4	0,8	1,0	0,8	0,9	1,1	1,7
<i>Cecropia leucoma</i>	NP	5,2	0,2	0,0	1,4	0,5	0,0	3,8	0,2	0,0	6,6	0,4	0,0
<i>Cecropia sciadophylla</i>	NP	9,5	0,4	0,0	1,9	0,0	0,0	4,7	0,2	0,3	7,2	0,3	0,0
<i>Duguetia echinophora</i>	NT	1,1	0,4	0,5	1,4	0,2	0,4	2,2	0,7	1,7	1,9	0,3	0,8
<i>Inga sp.</i> (10 esp.)	NP	10,8	5,6	1,4	4,3	3,3	2,9	10,2	6,8	6,6	11,2	5,6	13,7
<i>Jacaranda copaia</i>	CP	4,9	1,0	0,3	6,4	1,3	0,7	6,2	1,5	0,6	7,3	3,0	1,7
Lauraceae (9 esp.)	PT	1,3	1,0	0,2	0,5	0,1	0,4	1,2	0,4	0,8	1,8	0,8	0,9
<i>Protium apiculatum</i>	PT	2,4	1,4	1,7	1,7	1,0	1,3	3,1	2,3	4,9	2,0	2,1	3,3
<i>Rinorea flavescens</i>	NT	3,5	0,9	0,3	4,9	1,5	1,9	1,2	0,5	0,9	4,4	2,0	2,5
Sapotaceae (9 esp.)	NT	2,0	0,5	0,8	1,5	0,3	0,6	2,4	0,6	1,3	1,5	0,4	1,4
<i>Sloanea froesii</i>	NP	1,6	0,3	0,2	0,8	0,5	0,4	1,0	0,5	0,9	2,5	1,3	0,9
<i>Virola melinoni</i>	CT	0,4	0,2	0,2	0,3	0,1	0,4	0,4	0,2	0,7	0,5	0,4	1,7
Semi-total (12 espécies) (%) do total	-	48,5 (66)	13,1 (47)	6,2 (40)	27,0 (59)	9,5 (50)	9,4 (46)	37,2 (55)	14,9 (46)	19,5 (44)	47,8 (62)	17,7 (53)	28,6 (47)
Demais espécies (%) do total	-	24,8 (34)	14,6 (53)	9,3 (60)	18,5 (41)	9,6 (50)	11,2 (54)	30,6 (45)	17,3 (54)	25,1 (56)	29,0 (38)	15,7 (47)	32,2 (53)
Total de ingressos	-	73,3	27,7	15,5	45,5	19,1	20,6	67,8	32,2	44,6	76,8	33,4	60,8

CT: comerciais tolerantes; CP: comerciais pioneiras; PT: potenciais tolerantes; PP: potenciais pioneiras; NT: não comerciais tolerantes; NP: não comerciais pioneiras.

Anexo Q. Espécies que mais contribuíram para o número total de mortalidade ($n^{\circ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$), em cada tratamento, na Floresta Nacional do Tapajós, Km 114 da BR 163. (1° Per.: 1 ano antes da exploração a 5 anos depois; 2° Per.: 5 a 13 anos após a exploração; 3° Per.: 13 a 21 anos após a exploração)

Espécies	Grupo	T1						T2						T3						T4						
		1° Per.		2° Per.		3° Per.		1° Per.		2° Per.		3° Per.		1° Per.		2° Per.		3° Per.		1° Per.		2° Per.		3° Per.		
		6 anos	8 anos																							
<i>Cecropia leucoma</i>	NP	0,1	2,3	0,7	0,0	0,6	0,5	0,0	2,0	0,4	0,1	3,3	0,8	0,0	0,1	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cecropia sciadophylla</i>	NP	0,0	1,8	1,5	0,0	0,1	0,1	0,0	2,8	0,4	0,0	4,8	0,3	0,0	0,1	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Duguetia echinophora</i>	NT	3,5	0,9	0,7	1,1	0,9	0,1	2,3	1,5	0,8	1,5	0,7	0,8	2,3	1,5	0,8	2,3	1,5	0,8	2,3	1,5	0,8	2,3	1,5	0,8	2,3
<i>Eschweilera blanchetiana</i>	NT	1,4	0,4	0,1	1,0	0,4	0,2	0,7	0,4	0,6	1,1	0,2	0,4	0,7	0,4	0,6	1,1	0,2	0,4	0,7	0,4	0,6	1,1	0,2	0,4	0,7
<i>Guarea kunthiana</i>	PT	1,6	0,7	0,7	1,5	0,7	0,6	1,3	0,4	0,0	0,9	0,8	0,8	1,3	0,4	0,0	0,9	0,8	0,8	1,3	0,4	0,0	0,9	0,8	0,8	1,3
<i>Guatteria poeppigiana</i>	PT	1,1	0,5	0,6	0,4	0,5	0,2	1,0	0,9	0,6	1,3	0,3	0,8	1,0	0,9	0,6	1,3	0,3	0,8	1,0	0,9	0,6	1,3	0,3	0,8	1,0
<i>Inga sp. (10 esp.)</i>	NP	2,5	2,2	4,1	2,1	1,9	2,7	3,8	6,4	3,7	4,3	5,7	3,2	3,8	6,4	3,7	4,3	5,7	3,2	3,8	6,4	3,7	4,3	5,7	3,2	3,8
<i>Jacaranda copaia</i>	CP	0,0	1,2	1,0	0,1	0,9	1,9	0,2	0,9	1,1	0,0	1,1	1,9	0,2	0,9	1,1	0,0	1,1	1,9	0,2	0,9	1,1	0,0	1,1	1,9	0,2
Lauraceae (9 esp.)	PT	1,0	0,0	0,0	1,4	0,6	0,4	1,5	1,0	1,1	1,6	0,8	0,3	1,5	1,0	1,1	1,6	0,8	0,3	1,5	1,0	1,1	1,6	0,8	0,3	1,5
<i>Neea sp.</i>	NT	3,3	0,7	0,6	2,1	0,9	0,7	3,0	1,9	2,5	3,1	1,8	1,6	3,0	1,9	2,5	3,1	1,8	1,6	3,0	1,9	2,5	3,1	1,8	1,6	3,0
<i>Perebea guianensis</i>	PT	1,6	0,6	0,7	1,2	0,4	0,5	1,7	0,8	0,9	1,5	0,7	0,8	1,7	0,8	0,9	1,5	0,7	0,8	1,7	0,8	0,9	1,5	0,7	0,8	1,7
<i>Protium apiculatum</i>	PT	1,3	0,5	0,3	1,1	0,3	0,3	1,3	0,4	0,3	1,1	0,6	0,7	1,3	0,4	0,3	1,1	0,6	0,7	1,3	0,4	0,3	1,1	0,6	0,7	1,3
<i>Rinorea flavescens</i>	NT	3,0	0,8	0,8	2,0	1,0	0,9	3,1	1,1	1,3	5,0	1,2	1,8	3,1	1,1	1,3	5,0	1,2	1,8	3,1	1,1	1,3	5,0	1,2	1,8	3,1
<i>Rinorea guianensis</i>	NT	7,2	3,0	1,6	3,7	2,9	2,1	0,8	0,3	0,5	5,3	1,8	2,8	0,8	0,3	0,5	5,3	1,8	2,8	0,8	0,3	0,5	5,3	1,8	2,8	0,8
Sapotaceae (9 esp.)	NT	2,5	0,7	0,5	1,3	1,0	0,1	2,2	1,2	2,7	2,5	1,8	2,2	2,2	1,2	2,7	2,5	1,8	2,2	2,2	1,2	2,7	2,5	1,8	2,2	2,2
Semi-total (15 espécies)	-	30,0	16,2	13,5	19,0	13,1	11,3	22,7	21,8	16,9	29,3	25,4	19,2	22,7	21,8	16,9	29,3	25,4	19,2	22,7	21,8	16,9	29,3	25,4	19,2	22,7
(%) do total	-	(56,5)	(59,9)	(56,1)	(50,4)	(59,6)	(57,7)	(48,8)	(65,8)	(55,8)	(52,9)	(63,0)	(51,8)	(48,8)	(65,8)	(55,8)	(52,9)	(63,0)	(51,8)	(48,8)	(65,8)	(55,8)	(52,9)	(63,0)	(51,8)	(48,8)
Demais espécies	-	23,1	10,8	10,6	18,7	8,9	8,3	23,9	11,3	13,4	26,1	14,9	17,8	18,7	8,9	8,3	23,9	11,3	13,4	26,1	14,9	17,8	26,1	14,9	17,8	26,1
(%) do total	-	(43,5)	(40,1)	(43,9)	(49,6)	(40,4)	(42,3)	(51,2)	(34,2)	(44,2)	(47,1)	(37,0)	(48,2)	(49,6)	(40,4)	(42,3)	(51,2)	(34,2)	(44,2)	(47,1)	(37,0)	(48,2)	(47,1)	(37,0)	(48,2)	(47,1)
Total de mortalidade	-	53,1	27,0	24,1	37,6	21,9	19,6	46,6	33,1	30,2	55,3	40,3	37,0	46,6	33,1	30,2	55,3	40,3	37,0	46,6	33,1	30,2	55,3	40,3	37,0	46,6

CT: comerciais tolerantes; CP: comerciais pioneiras; PT: potenciais tolerantes; PP: potenciais pioneiras; NT: não comerciais tolerantes; NP: não comerciais pioneiras.

Anexo R. Incrementos em diâmetro (cm.ano⁻¹), considerando o período total de acompanhamento, para as 30 espécies mais abundantes, presentes em todos os tratamentos em uma área de 10,25ha na Floresta Nacional do Tapajós (Km114 da BR 163)

Espécie	GR	T1		T2		T3		T4		T0	
		cm.ano ⁻¹	n	cm.ano ⁻¹	n	cm.ano ⁻¹	n	cm.ano ⁻¹	n	cm.ano ⁻¹	n
<i>Carapa guianensis</i>	CT	0,31	13	0,42	14	0,41	28	0,43	14	0,28	15
<i>Casearia favitensis</i>	NT	0,14	15	0,19	7	0,25	6	0,15	8	0,10	11
<i>Couratari oblongifolia</i>	CT	0,26	18	0,20	16	0,26	17	0,18	11	0,11	16
<i>Duguetia echinophora</i>	NT	0,10	56	0,04	11	0,09	56	0,09	14	0,09	69
<i>Eschweilera blanchetiana</i>	NT	0,16	42	0,15	29	0,20	25	0,18	14	0,11	37
<i>Eschweilera odora</i>	NT	0,14	27	0,11	33	0,14	34	0,13	16	0,13	38
<i>Eugenia lambertiana</i>	NT	0,12	17	0,07	6	0,14	26	0,20	6	0,11	18
<i>Geissospermum senceum</i>	NT	0,19	14	0,16	15	0,19	22	0,21	5	0,11	10
<i>Guarea kunthiana</i>	PT	0,08	41	0,12	29	0,09	24	0,14	17	0,03	21
<i>Guarea</i> sp.	NT	0,13	7	0,13	10	0,27	10	0,10	5	0,04	4
<i>Gutteria poeppigiana</i>	PT	0,18	11	0,29	16	0,37	16	0,20	6	0,21	17
<i>Inga</i> sp.(10 esp.)	NP	0,35	27	0,32	27	0,25	44	0,29	13	0,26	42
Lauraceae (9 esp.)	PT	0,25	31	0,26	23	0,26	44	0,21	12	0,16	23
<i>Licaria canella</i>	CT	0,30	13	0,27	11	0,22	25	0,37	10	0,12	10
<i>Minuartia guianensis</i>	CT	0,23	16	0,23	32	0,30	15	0,16	7	0,16	13
<i>Neea</i> sp.	NT	0,15	30	0,11	22	0,16	69	0,18	22	0,11	20
<i>Paypayrola grandiflora</i>	NT	0,10	13	0,08	7	0,14	12	0,16	1	0,07	11
<i>Perebea guianensis</i>	PT	0,13	19	0,14	19	0,15	38	0,17	8	0,10	26
<i>Pouteria bilocularis</i>	CT	0,22	13	0,22	10	0,29	34	0,23	4	0,13	7
<i>Protium apiculatum</i>	PT	0,24	58	0,21	73	0,28	92	0,31	47	0,16	78
<i>Rinorea flavescens</i>	NT	0,06	152	0,06	138	0,11	34	0,10	61	0,08	12
<i>Rinorea guianensis</i>	NT	0,14	101	0,12	68	0,17	52	0,18	18	0,11	102
<i>Sagotia racemosa</i>	NT	0,08	27	0,08	15	0,10	16	0,10	12	0,06	9
Sapotaceae (9 esp.)	NT	0,18	111	0,13	84	0,15	75	0,19	43	0,11	77
<i>Sclerolobium chrysophyllum</i>	CP	0,56	22	1,10	9	0,77	14	0,66	2	0,56	24
<i>Sloanea froesii</i>	NP	0,23	12	0,14	7	0,21	10	0,16	7	0,08	19
<i>Sterculia pilosa</i>	PP	0,19	11	0,26	6	0,25	11	0,22	5	0,06	10
<i>Talisia longifolia</i>	NT	0,10	14	0,04	13	0,10	20	0,05	6	0,06	11
<i>Theobroma speciosum</i>	NT	0,07	11	0,03	9	0,07	15	0,10	8	0,03	9
<i>Virola melinonii</i>	CT	0,44	14	0,43	10	0,41	15	-	-	0,30	2