

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

Effects of logging and silvicultural treatments on floristic composition and species diversity in a 136ha area in the Tapajós National Forest, Belterra, Pará

Lia Cunha de Oliveira
Hilton Thadeu Zarate do Couto
José Natalino Macedo Silva
João Olegário Pereira de Carvalho

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 5,0cm presentes em 41 parcelas permanentes de 0,25ha, distribuídas entre os tratamentos. As medições da área explorada foram realizadas um ano antes da exploração (1981), e após a exploração nos anos de 1983, 1987, 1989, 1995 e 2003. Para a área testemunha foram realizadas cinco 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 o ingresso 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 sobre a riqueza. Na área testemunha, não houve aumento na riqueza florística durante o período avaliado.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento silvicultural, Exploração, Composição florística, Diversidade de espécies

ABSTRACT: 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 5,0cm 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 witness area five 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 witness area, there was no increase in floristic diversity during the period assessed.

KEYWORDS: Silvicultural treatments, Logging, Floristic composition, Species diversity

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 concentra-se em inventários da vegetação arbórea, restringindo-se principalmente às espécies de interesse comercial atual ou potencial, ou à 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 tem sido assunto de muitas discussões e gerado extensa literatura. Muitos índices quantitativos têm sido propostos e usados em diversos estudos. Brower e 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 e 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 é 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 (SHANNON e WEAVER, 1949) 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 à mesma espécie.

Neste trabalho 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 às 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 à produção sustentada de madeira, ou seja, favorece o aumento do número de espécies comerciais madeireiras na floresta?

MATERIAL E MÉTODOS

Características gerais da área

O experimento localiza-se na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará, à altura do km 114 da Rodovia Santarém-Cuiabá entre as coordenadas 2° 40' – 4° 10' de Latitude Sul e 54° 45' - 55° 30' de Longitude Oeste (Figura 1). Sua área total cobre aproximadamente 600.000ha. É uma faixa de terra limitada a leste pela BR163 (Santarém - Cuiabá), e a oeste pelo rio Tapajós, Estado do Pará.

A altitude está em torno de 175 m acima do nível do mar, sendo o relevo plano a levemente ondulado. O clima é do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, que é um clima tropical com uma estação seca de dois a três meses por ano e precipitação anual em torno de 2.110mm.

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%). O solo predominante é o latossolo amarelo moderado com textura pesada (FUPEF, 1986).

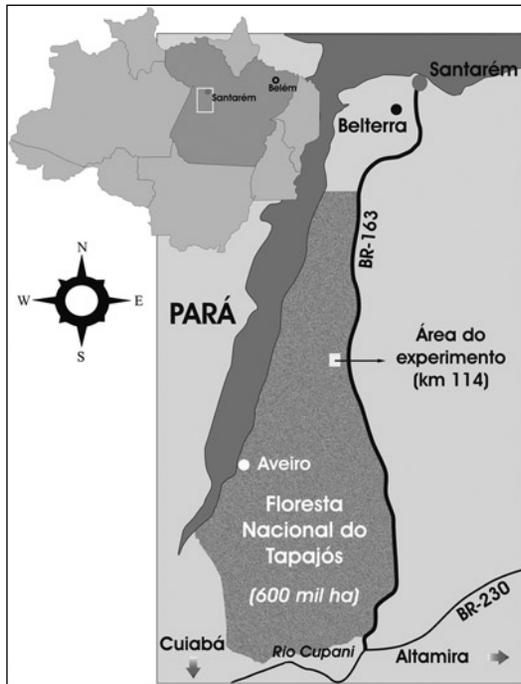


Figura 1. Localização da Floresta Nacional do Tapajós, área de pesquisa do projeto. (Location of the Tapajós National Forest, research area of the project)

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

Histórico da área estudada

O experimento foi iniciado em 1981 pela equipe de manejo florestal da Embrapa Amazônia Oriental. Do total de 180ha da área experimental, 144ha foram explorados em 1982 (36ha para cada tratamento), ficando uma área de 36ha como testemunha (tratamento T0).

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

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

Foram aplicados os seguintes tratamentos: 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 madeireiras 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 madeireiras com DAP \geq 55cm + desbaste de espécies não comerciais, totalizando aproximadamente 50% de redução da área basal original (1,5ha).

Monitoramento da floresta

Em cada tratamento foram instaladas ao acaso três parcelas permanentes de 0,25ha, totalizando 12 parcelas por tratamento. O controle do experimento foi realizado em 36ha de floresta primária não explorada, onde foram instaladas 12 parcelas de 0,25ha. No total o experimento possuía 60 parcelas permanentes de 0,25ha. Porém, um incêndio acidental ocorrido em 1997 atingiu severamente 19 das 60 parcelas permanentes instaladas e o número de parcelas por tratamento foi reduzido conforme a Tabela 1 (Figura 2).

Tabela 1.

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

(Distribution of treatments in the experiment after the 1997 fire that occurred in the Flona Tapajós)

Treatmento	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

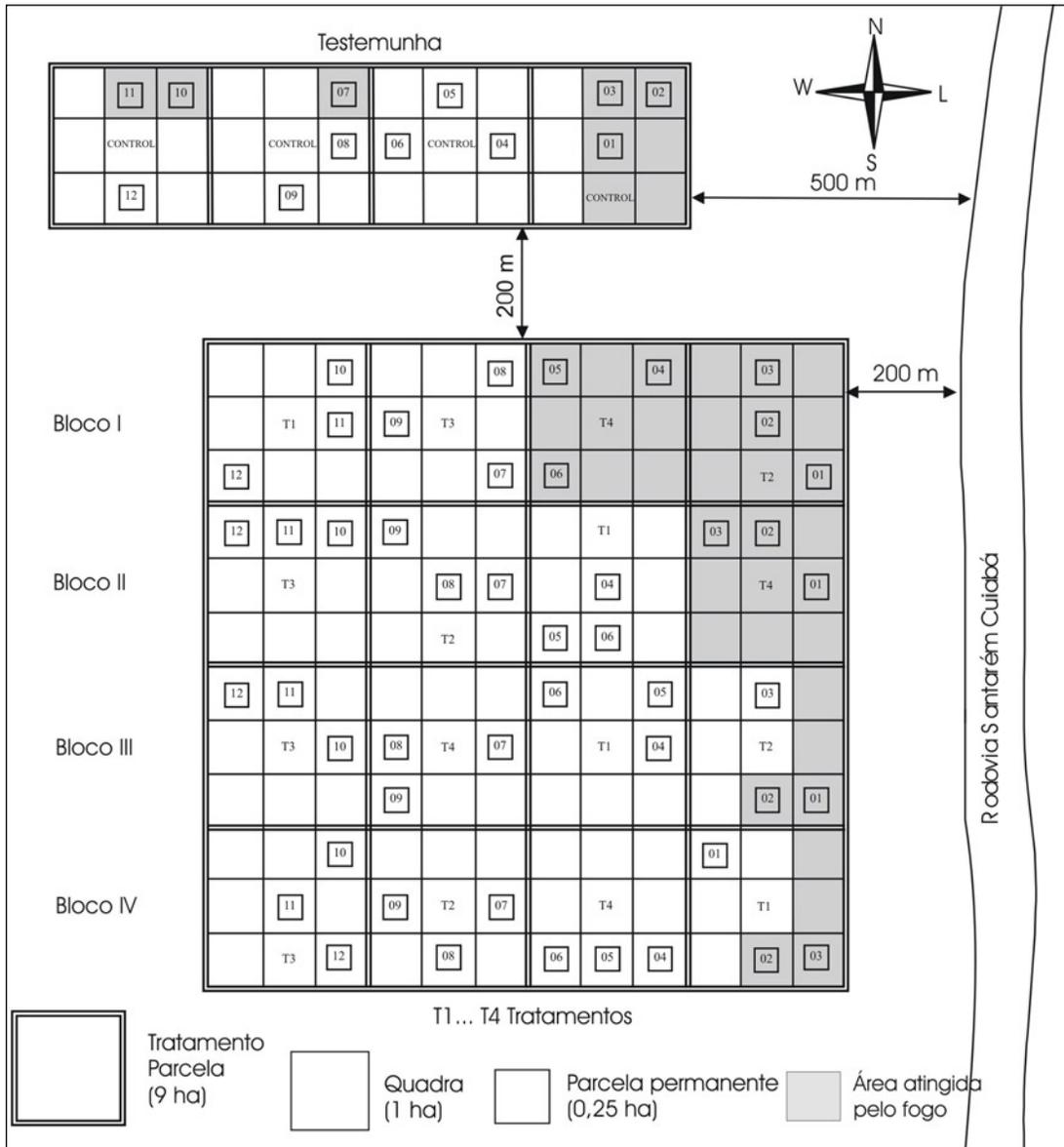


Figura 2. Croqui da área experimental na Floresta Nacional do Tapajós (km 114 da BR 163) (Sketch of the experimental area in the Tapajós National Forest (km 114 of the BR 163 highway))

As medições das parcelas permanentes foram realizadas um ano antes da exploração (1981) e após a exploração, nos anos de 1983, 1987, 1989, 1995 e 2003. Para a área testemunha (tratamento T0) foram realizadas cinco medições: 1983, 1987, 1989, 1995 e 2003.

A metodologia utilizada para a medição das parcelas foi baseada em Silva e Lopes, (1984).

Todas as árvores com DAP $\geq 5,0\text{cm}$ foram numeradas e etiquetadas. Os diâmetros foram medidos em um ponto fixo chamado ponto de medição – PDM. O PDM foi estabelecido sempre que possível a 1,30m do solo (DAP – diâmetro à altura do peito). A identificação das espécies foi realizada primeiramente no campo pelo nome comum, pelos identificadores botânicos da Embrapa Amazô-

nia Oriental. Após a primeira medição, foi preparada uma listagem contendo as espécies menos comuns e, durante a segunda coleta de dados, atenção especial foi dispensada para a coleta de material botânico para posterior identificação por comparação no Herbário IAN da Embrapa.

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

Considerando que esse estudo inclui somente árvores com o diâmetro igual ou superior a 5,0cm, o termo “aparecimento” ou “ingresso” de espécies, utilizado nas discussões, significa o surgimento, nas parcelas amostradas, de novas árvores nesta primeira classe de DAP. 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:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad P_i = n_i / N$$

onde:

n_i = número de indivíduos de indivíduos da espécie i

N = número total de indivíduos amostrados

S = número total de espécies na comunidade

\ln = logaritmo na base neperiana

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.

RESULTADOS

Comparação da riqueza e diversidade florística entre os tratamentos aplicados

Na Tabela 2 encontram-se as médias do número de famílias, gêneros e espécies obtidos por parcela, na área de cada tratamento, e a cada ano de medição.

Pode-se observar que, apesar de não terem sido captadas diferenças estatísticas significativas (Tabela 3), 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 dos tratamentos T3, T2 e T1 (Tabela 2).

Logo após a exploração, todos os tratamentos tiveram perdas no número médio de famílias, gêneros e espécies em consequência da eliminação de espécies 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 2 e Figura 3a).

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 du-

rante todas as medições. A diversidade apresentou ligeira diminuição logo após a exploração em todos os tratamentos, exceto a testemunha, em

conseqüência da extração de algumas espécies comerciais. Em seguida voltou a crescer paulatinamente, até o final do período (Figura 3b).

Tabela 2.

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). (Average number and respective relative standard deviation for families and genera of species per treatment and per year of measurement in a 10.25ha area in the Tapajós National Forest (Km 114 of the BR 163 highway)).

Tratamento	Grupos Avaliados	1 ano antes da exploração	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

T1: extração de espécies madeiras com DAP ≥ 45cm; T2: extração de espécies madeiras com DAP ≥ 55cm e desbaste para redução de 20% da área basal; T3: extração de espécies madeiras com DAP ≥ 55cm e desbaste para redução de 30% da área basal; T4: extração de espécies madeiras com DAP ≥ 55cm e desbaste para redução de 50% da área basal.

Tabela 3.

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)

(Values of the Shapiro Wilks normality tests and the F test of the analysis of variance obtained for the average number of species, in each treatment and in each year of measurement, in the Tapajós National Forest (Km 114 of the BR 163 highway))

Medições	Ano	Número de espécies									
		Médias dos tratamentos					Normalidade		Análise de variância		
		T0	T1	T2	T3	T4	W	Pr>W'	F	Pr>F'	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. | Valores de probabilidade acima de 0,05 são considerados não significativos, ou seja, aceita-se a hipótese nula. T1: extração de espécies madeiras com DAP ≥ 45cm; T2: extração de espécies madeiras com DAP ≥ 55cm e desbaste para redução de 20% da área basal; T3: extração de espécies madeiras com DAP ≥ 55cm e desbaste para redução de 30% da área basal; T4: extração de espécies madeiras com DAP ≥ 55cm e desbaste para redução de 50% da área basal.

(For area logged: AE = number of years before logging; DE = number of years occurring after logging. | Probability values above 0.05 are considered not significant; in other words, the null hypothesis is accepted).

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 (Tabelas 3 e 4).

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 3c).

A exploração madeireira e o tratamento silvicultural realizados na área, independentemente 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, que foram aneladas como parte dos tratamentos silviculturais, foi eliminada da área, embora a densidade relativa dessas espécies tenha sido reduzida, 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 diferenciados para cada área. Essas especificidades são discutidas separadamente para cada tratamento.

Tratamento T1

No primeiro período (1981-1983) houve a eliminação de 10 espécies, cinco delas de valor comercial, que foram extraídas durante as atividades de exploração em 1982. Nesse mesmo período ingressaram na área cinco novas espécies, sendo três pioneiras (*Hevea* sp., *Jacaranda copaia* e *Vochysia surinamensis*) e duas tolerantes (*Clarisia racemosa* e *Ocotea rubra*). No segundo e terceiro períodos de acompanhamento (1983-1987 e 1987-1989) nenhuma espécie foi excluída e houve o ingresso de 19, seis das quais estavam reaparecendo na área, pois haviam sido excluídas entre 1981-1983, em consequência da exploração. Os últimos dois períodos (1989-1995 e 1995-2003) foram equilibrados, com o desaparecimento de seis e o surgimento de oito novas espécies.

Tabela 4.

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)

(Values of the Shapiro Wilks normality test and the F test of the analysis of variance obtained for the Shannon index, in each treatment and in each year of measurement, in the Tapajós National Forest (Km 114 of the BR 163 highway))

Medições	Ano	Índice de Shannon									
		Médias dos tratamentos					Normalidade		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. | Valores de probabilidade acima de 0,05 são considerados não significativos, ou seja, aceita-se a hipótese nula. T1: extração de espécies madeireiras com DAP \geq 45cm; T2: extração de espécies madeireiras com DAP \geq 55cm e desbaste para redução de 20% da área basal; T3: extração de espécies madeireiras com DAP \geq 55cm e desbaste para redução de 30% da área basal; T4: extração de espécies madeireiras com DAP \geq 55cm e desbaste para redução de 50% da área basal.

(For area logged: AE = number of years before logging; DE = number of years occurring after logging. | Probability values above 0.05 are considered not significant; in other words, the null hypothesis is accepted).

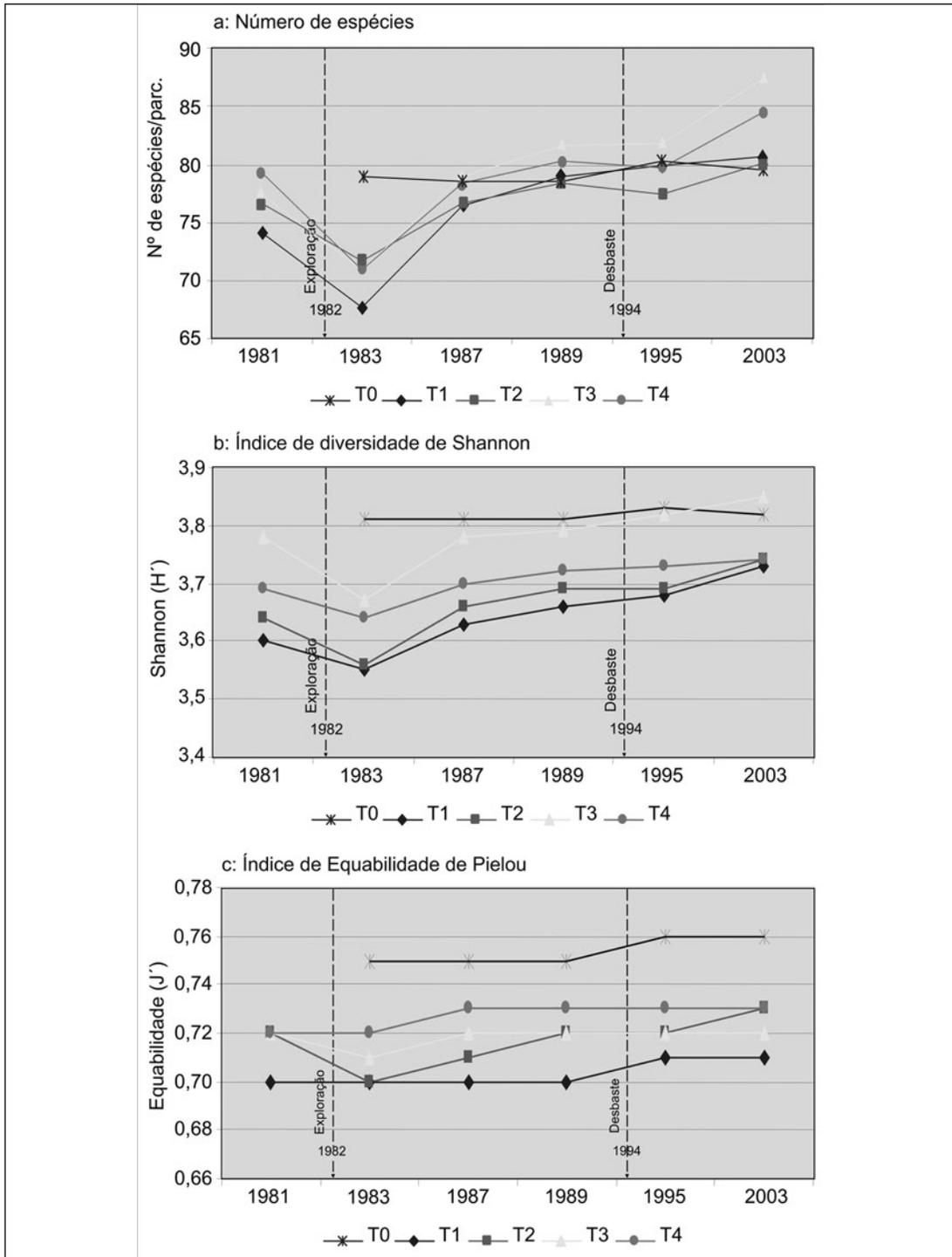


Figura 2.

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) (Number of species.plot⁻¹ (a), Shannon diversity index (b) and Pielou equability index (c) per treatment and year of measurement in a 10.25ha area in the Tapajós National Forest (Km 114 of the BR 163 highway))

Considerando-se todo o período de avaliação, a área do T1 perdeu 16 espécies devido à eliminação de todos os seus representantes dentro do limite de diâmetro considerado ($DAP \geq 5,0\text{cm}$). Destas, sete reingressaram na área nos anos posteriores, através do crescimento de indivíduos presentes na regeneração natural, e nove 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.

As dez espécies mais abundantes, considerando-se 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 ($5,0\text{cm} \geq DAP \geq 15,0\text{cm}$).

Tratamento T2

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

Das 15 espécies eliminadas, três reingressaram na comunidade nos anos posteriores devido ao crescimento de novos indivíduos. Duas (*Jacaratia spinosa* e *Solanum rugosum*) não estavam presentes no estrato arbóreo no primeiro levantamento, somente ingressaram e desapareceram da área em um curto período de tempo (dois e oito anos). As demais (dez espécies) ainda encontram-se ausentes nas parcelas amostradas para o tratamento.

Em relação ao grupo de valor comercial, a área do T2 perdeu sete espécies (quatro devido à extração de madeira pela exploração). Destas, três reingressaram na área nos anos posteriores e quatro (*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.

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 6).

Tratamento T3

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.

Das 24 espécies que desapareceram, sete reingressaram na área nos anos posteriores devido ao crescimento, até o limite mínimo de DAP considerado ($\geq 5,0\text{cm}$), de indivíduos presentes na regeneração natural.

Entre as 41 espécies que ingressaram, 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 alteração na abertura de dossel provocada pela colheita de madeira e pelo desbaste possivelmente 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 eliminada durante a exploração e até o momento não reapareceu na área experimental. As demais, *Roupala* sp., *Cordia goeldiana*, *Enterolobium schomburgkii* e *Parkia gigantocarpa* foram excluídas por mortalidade natural ou por danos em consequência das atividades de exploração. Por outro lado, ingressaram na comunidade 11 espécies comercializadas no mercado madeireiro, sendo nove pioneiras de rápido crescimento que se beneficiaram da maior entrada de luz na floresta.

Tabela 5.

Número de indivíduos por hectare (DAP \geq 5,0 cm) das espécies mais abundantes em 2,5ha no tratamento T1 (extração de espécies madeireiras com DAP \geq 45cm), 22 anos após a intervenção. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163).

(Number of individuals per hectare (DBH \geq 5,0 cm) of the most abundant species in 2.5ha in treatment T1, year 2003. Tapajós National Forest (Km 114 of the BR 163 highway))

Espécies	Família	Grupo ecológico	Número de arv.ha ⁻¹
<i>Rinorea flavescens</i> (Aubl.) Kuntze	Violaceae	Tolerante	98,4
<i>Inga</i> sp.	Fabaceae	Pioneira	89,2
<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae	Tolerante	68,0
<i>Protium apiculatum</i> Swart	Burseraceae	Tolerante	63,6
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	Violaceae	Tolerante	48,0
<i>Bixa arborea</i> Huber	Bixaceae	Pioneira	38,4
<i>Duguetia echinophora</i> R.E.Fr.	Annonaceae	Tolerante	37,2
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	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%)

Tabela 6.

Número de indivíduos por hectare (DAP \geq 5,0 cm) das espécies mais abundantes em 1,75ha no tratamento T2 (extração de espécies madeireiras com DAP \geq 55cm e desbaste para redução de 20% da área basal), 22 anos após a intervenção. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)

(Number of individuals per hectare (DBH \geq 5,0 cm) of the most abundant species in 1.75ha in treatment T2, year 2003. Tapajós National Forest (Km 114 of the BR 163 highway)).

Espécies	Família	Grupo ecológico	Número de arv.ha ⁻¹
<i>Rinorea flavescens</i> (Aubl.) Kuntze	Violaceae	Tolerante	141,1
<i>Inga</i> sp.	Fabaceae	Pioneira	74,9
<i>Protium apiculatum</i> Swart	Burseraceae	Tolerante	69,1
<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae	Tolerante	68,0
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	Violaceae	Tolerante	51,4
<i>Jacaranda copaia</i> *(Aubl.) D.Don	Bignoniaceae	Pioneira	33,7
<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	Meliaceae	Tolerante	23,4
<i>Eschweilera odora</i> (Poepp.) Miers	Lecythidaceae	Tolerante	22,9
<i>Eschweilera blanchetiana</i> (O.Berg) Miers	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 %)

* Espécies de valor comercial

* Commercially valuable species

As dez espécies mais abundantes, considerando-se a última medição (2003), contribuíram com 42% do número total de indivíduos.ha⁻¹. As espécies do gênero *Inga* sp. foram as mais abundantes, com 10,5% do total, seguidas de *Protium apiculatum*

(8,0%), *Pouteria* sp. (4,2%) e *Neea* sp. (3,9%) (Tabela 7). 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 (5,0cm \geq DAP \geq 15,0cm).

Tabela 7.

Número de indivíduos por hectare das espécies mais abundantes em 3,0ha no tratamento T3(extração de espécies madeireiras com DAP \geq 55cm e desbaste para redução de 30% da área basal), 22 anos após a intervenção. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163) (Number of individuals per hectare of the most abundant species in 3,0ha in treatment T3, year 2003. Tapajós National Forest (Km 114 of the BR 163 highway)).

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

* Espécies de valor comercial

* Commercially valuable species

Tratamento T4

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

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 reingressaram nos anos posteriores.

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

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 a eliminação de 17 espécies e o ingresso de 16, sendo 12 delas pioneiras.

Comparando-se o primeiro e o último levantamento, sugere-se que a maior abertura no dossel, ocasionada pelas intervenções, provavelmente tenha favorecido as espécies pioneiras, que po-

dem ter-se beneficiado da maior entrada de luz na floresta gerando um aumento em torno de 10% de sua participação na comunidade.

As dez espécies mais abundantes na área, considerando-se a última medição (2003), contribuíram com 45% do número total de indivíduos. O gênero *Inga* foi o mais abundante com 13% do total, seguido de *Rinorea flavescens* com 8% e *Protium apiculatum* com 6% (Tabela 8). 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.

Tratamento T0

A área controle (T0) apresentou uma discreta dinâmica para o período de acompanhamento, com o desaparecimento de 12 espécies e o ingresso de outras dez.

Tabela 8.

Número de indivíduos por hectare das espécies mais abundantes em 1,5ha no tratamento T4 (extração de espécies madeireiras com DAP \geq 55cm e desbaste para redução de 50% da área basal), 22 anos após a intervenção. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)
(Number of individuals per hectare of the most abundant species in 1.5ha in treatment T4, year 2003. Tapajós National Forest (Km 114 of the BR 163 highway)).

Espécies	Família	Grupo ecológico	Número de arv.ha ⁻¹
<i>Inga</i> sp	Fabaceae	Pioneira	180,7
<i>Rinorea flavescens</i> (Aubl.) Kuntze	Violaceae	Tolerante	111,3
<i>Protium apiculatum</i> Swart	Burseraceae	Tolerante	84,0
<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae	Tolerante	54,0
<i>Jacaranda copaia</i> *(Aubl.) D.Don	Bignoniaceae	Pioneira	52,0
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	Violaceae	Tolerante	38,7
<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae	Tolerante	31,3
<i>Neea</i> sp.	Nyctaginaceae	Tolerante	30,0
<i>Duguetia echinophora</i> R.E.Fr.	Annonaceae	Tolerante	28,7
<i>Bixa arborea</i> Huber	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; * Commercially valuable species

Parinarium 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 sucessionais posteriores.

Em termos de valor comercial madeireiro a área testemunha perdeu as espécies *Apuleia mo-*

laris, *Didymopanax morototoni* e *Diplotropis purpurea* e ocorreu o ingresso de *Vochysia maxima*.

As dez espécies mais importantes em termos de abundância, considerando-se 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, tendo estado 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 e *Duguetia echinophora* com 72,0.ha⁻¹ (Tabela 9).

Tabela 9.

Número de indivíduos por hectare das espécies mais abundantes em 1,5ha no tratamento T0 (sem intervenção) em 2003. Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR 163)
(Number of individuals per hectare of the most abundant species in 1.5ha in treatment T0. year 2003. Tapajós National Forest (Km 114 of the BR 163 highway)).

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

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 provável alteração na 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, é possível que a maior abertura no dossel tenha estimulado 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 na comunidade, 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, verificaram que nas parcelas onde ocorreu extração de madeira houve um aumento significativo na riqueza de espécies em relação às parcelas testemunhas. Plumptre (1996), realizando pesquisas na reserva florestal de Budongo, em 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 e 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, concluíram 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 estrato arbóreo (DAP > 10) mesmo após 14 anos, em uma floresta primária na Costa Rica.

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 submetidos à exploração madeireira;
- A extração de madeira e os desbastes provocaram alterações na abertura do dossel que provavelmente induziram o aumento na riqueza florística de todos os tratamentos, principalmente no T3, onde houve o acréscimo de aproximadamente dez 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.

AUTORES E AGRADECIMENTOS

Lia Cunha de Oliveira é Professora Assistente do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia - Av. Perimetral, s/n – Belém, PA - 66095-100 – E-mail: lcolivei@gmail.com

Hilton Thadeu Zarate do Couto é Professor titular do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo – Caixa Postal 9 – Piracicaba, SP – 13400-970 – E-mail: htzcouto@esalq.usp.br

José Natalino Macedo Silva é Pesquisador da EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Oriental - Av. Perimetral, s/n – Belém, PA - 66095-100 – E-mail: natalino@cpatu.embrapa.br

João Olegário Pereira de Carvalho é Pesquisador da EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Oriental - Av. Perimetral, s/n – Belém, PA - 66095-100 – E-mail: olegario@cpatu.embrapa.br

Os autores agradecem ao projeto Bom Manejo (PD 57/99REV. 2(F) Embrapa/CIFOR/ITTO) e à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo suporte logístico e financeiro durante as coletas de dados. Agradecem também ao Eng. Florestal Marcelo S. Melo pelas contribuições técnicas no texto e pelo auxílio na confecção das ilustrações do trabalho e aos identificadores botânicos Erly e Nilson pelo auxílio na identificação de material botânico em campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROWER, J.E.; ZAR, J.H. **Field and laboratory methods for general ecology**. New York: W.M.C. Brown, 1977. 194 p.

BRUENIG, E. The tropical rainforest as ecosystem. **Plant Research and Development**, Denver, n.24, p.15-30, 1986.

CARVALHO, J.O.P. **Structure and dynamics of a logged over Brazilian amazonian rain forest**. 1992. 215 p. Tese (Doutorado) - University of Oxford, Oxford, 1992.

CLARK, D.B. The role of disturbance in the regeneration of neotropical moist forests. In: BAWA, K.S.; HADLEY, M. (Eds.). **Reproductive ecology of tropical forest plants**. Paris: UNESCO, 1990. p.291-315.

DELGADO, D.; FINEGAN, B.; ZAMORA, N.; MEIR, P. Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica: cambios en la riqueza y composición de la vegetación. **Informe técnico CATIE**, n.298, p.1-55, 1997.

DENSLOW, J.S. Disturbance and diversity in tropical rain forests: the density effect. **Ecology Applied**, v.5, p.962-968, 1995.

FUPEF - FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ. **Relação entre solos e a vegetação natural em área da Floresta Nacional do Tapajós**. Curitiba: FUPEF, 1986.

JOHNS, A.D. Effects of selective timber extraction on rain forest structure and composition and some consequences for frugivores and folivores. **Biotropica**, Lawrence, v.20, n.1, p.31-37, 1988.

KAMMESHEIDT, L. Effects of selective logging on the diversity of tree species in a tropical moist deciduous forest in Venezuela. **Natural Resources and Development**, v.45/46, p.103-123, 1997.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. New York: John Wiley, 1988.

MAGNUSSON, W.E.; LIMA, O.P.; REIS, F.Q.; HIGUCHI, N.; RAMOS, J.F. Logging activity and tree regeneration in a Amazonian forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.113, p.67-74, 1999.

MAGURRAN, A. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton: Princeton University Press, 1988. 179 p.

McINTOSH, R.P. An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. **Ecology**, v.48, p.392-404, 1967.

NICHOLSON, D.I.; HENRY, N.B.; RUDDER, J. Stand changes in north Queensland rainforest. **Proceedings of the Ecological Society of Australia**, v.15, p.61-80, 1988.

OKALI, D.U.U.; OLA-ADAMS, B.A. Tree population changes in treated rain forest at Omo Forest Reserve, South-Western Nigeria. **Journal of Tropical Ecology**, v.3, p.291-313, 1987.

PIELOU, E.C. **Ecological diversity**. New York: John Wiley, 1975. 165 p.

PLUMPTRE, A.J. Changes following 60 years of selective timber harvesting in the Budongo Forest Reserve, Uganda. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 89, p.101-113, 1996.

SHANNON, C.E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949.

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

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

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

WAGNER, U. Efectos del manejo maderero sobre la florística y la estructura de bosques húmedos de Costa Rica. In: Simposio Internacional Posibilidades de manejo Forestal Sostenible en América tropical, 1997, Santa Cruz de la Sierra. **Memórias.** Bolívia, 1997. p.1-8.

WHITTAKER, R.H. Dominance and diversity land plant communities: numerical relations of sciences express the importance of competition in community function and evolution. **Science**, v.147, p.250-260, 1965.