

DINÂMICA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO COM DAP \geq 5 CM EM TORNO DE CLAREIRAS DA EXPLORAÇÃO FLORESTAL SELETIVA, EM MOJU PARÁ¹

Fernando Cristóvam da Silva JARDIM²
João Ricardo Costa de SENA³
Izildinha de Sousa MIRANDA⁴

RESUMO: O objetivo deste estudo é analisar a dinâmica e a estrutura da vegetação em uma área de exploração florestal seletiva. Observou-se a dinâmica florestal em torno de clareiras provenientes da exploração florestal realizada em uma área em Moju-PA, durante três anos, acompanhando a dinâmica da área basal, da abundância, do número de espécies e da diversidade florística. A floresta apresentou-se na fase de clareira, com crescimento de área basal, da abundância, e do número de espécies três anos depois da exploração. A distribuição diamétrica apresentou-se na forma “J” invertido mesmo após a exploração florestal. A diversidade não apresentou diferença estatística para o período, indicando que a floresta apresenta-se ainda estável.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Dinâmica Florestal, Diversidade Florística, Clareira, Área Basal, Abundância.

DYNAMICS AND STRUCTURE OF A VEGETATION WITH DBHZ \geq 5 CM AROUND GAPS OF SELECTIVE FOREST EXPLOITATION IN MOJU, PARÁ

ABSTRACT: The objective of this study was to analyze the floristic and structural dynamics of vegetation in an area of selective forest logging. The forest dynamics was observed around logging gaps produced by forest exploitation monitored for 3 years in the area of Moju, Pará State by observing the

¹ Aprovado para publicação em 16.04.08

² Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado da UFRA E-mail: fernando.jardim@ufra.edu.br

³ Engenheiro Florestal, M. Sc E-mail: jricardosena@hotmail.com

⁴ Licenciada em biologia, Dra., Professora Associada da UFRA. E-mail: izildinhamiranda@uol.com.br

dynamics of basal area, species abundance and diversity. Three years after logging, the forest was observed at gap phase, evidencing growth of the basal area, and increasing abundance and species number, respectively. Distribution of diameters followed the inverted “J” shape even after logging. Biodiversity did not show any statistically significant difference during the study period, indicating a stable forest.

INDEX TERMS: Forest Dynamics, Plant Diversity, Gap, Basal Area, Abundance.

1 INTRODUÇÃO

A floresta tropical pode ser encarada como um grande mosaico formado por “retalhos” de diferentes idades, tamanhos e composição de espécies. Este fato está relacionado à discussão sobre a sucessão secundária, já que esse mosaico conteria trechos em diferentes estádios sucessionais, sendo altamente importante para entender a diversidade e estrutura das florestas tropicais e, portanto, sua conservação (KAGEYAMA, 1987).

A falta de pesquisas básicas associando a dinâmica de populações de espécies em florestas nativas ao potencial madeireiro e à produção futura, dificulta o desenvolvimento de programas de manejo das florestas tropicais.

Entre os principais fatores limitantes ao uso sustentável das florestas nativas brasileiras, pode-se citar, além dos aspectos tecnológicos, o quase total desconhecimento das espécies em seu habitat natural: sua distribuição, demografia, habitats preferencial e dinâmica, que são aspectos que influirão no seu manejo e desenvolvimento. A importância do estudo de dinâmica de florestas tropicais, associado ao manejo florestal, esbarra na complexidade do ecossistema, no grande número de espécies com as mais diferentes características ecológicas, silviculturais e tecnológicas, nas deficiências de informações sobre o padrão de crescimento das plantas; seja

em áreas intactas ou sujeitas a um regime de manejo (PULTZ, 1998).

As formações florestais são ainda pouco conhecidas quanto à sua composição florística e aspectos da dinâmica florestal. Os estudos fitossociológicos desenvolvidos deixam muitas vezes de amostrar trechos perturbados dessas formações (GANDOLFI; LEITÃO FILHO; BEZERRA, 1995).

Análises estruturais são necessárias para que se possa aplicar técnicas corretas em projetos de manejo florestal, devendo-se, para isso, conhecer sua composição e estrutura e, através dos resultados da análise estrutural, fazer deduções sobre a origem, características ecológicas e sinecológicas, dinamismo e tendências do futuro desenvolvimento das florestas, sendo estes elementos básicos para o planejamento do manejo florestal.

A fitossociologia fornece as primeiras informações sobre a dinâmica do povoamento. As chances de êxito nas decisões silviculturais, baseadas nesse tipo de estudo, são maiores que aquelas não baseadas na análise fitossociológica.

O objetivo deste estudo é analisar a dinâmica e a estrutura da vegetação em torno de nove clareiras da exploração florestal seletiva, localizadas no município de Moju, Pará.

2 MATERIALE MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo localiza-se no Km 30 da rodovia PA 150, município de Moju-PA. Este campo situa-

se entre as coordenadas geográficas de $2^{\circ} 08'$ e $2^{\circ} 12'$ de latitude Sul e $48^{\circ} 47'$ e $48^{\circ} 48'$ de longitude a Oeste de Greenwich (Figura 1).

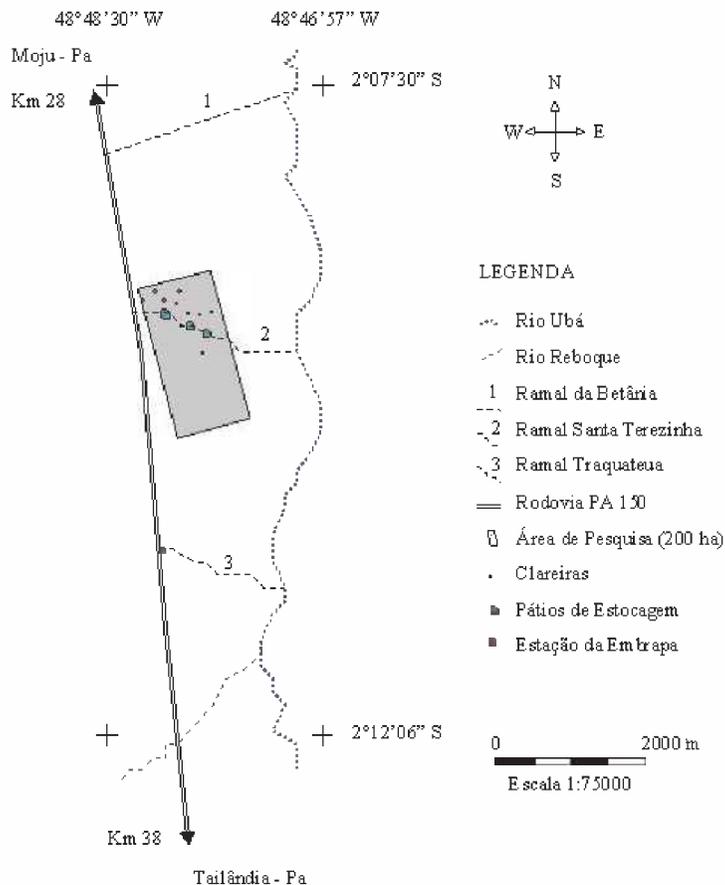


Figura 1 - Distribuição das nove clareiras, seleccionadas para estudo pelo Projeto "Rendimento Sustentável em Floresta Tropical Manejada", no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, localizado no município de Moju - Pará - Brasil.

2.2 SELEÇÃO DAS CLAREIRAS

Foram selecionadas nove clareiras de tamanho mínimo aproximado de 200 m². Cada clareira teve seu centro determinado por meio de processo topográfico (bússola e trenas). Foi instalada uma faixa de 10 m x 50 m começando na bordadura da clareira para dentro da floresta, nas direções norte, sul, leste e oeste, portanto, quatro faixas por clareiras (Figura 2). Em cada faixa de

10 m x 50 m foram medidos todos os indivíduos com diâmetro a altura do peito (DAP = 1,30 m do solo) maior ou igual a 5 cm.

As clareiras foram classificadas de acordo com as seguintes classes de tamanhos: clareiras pequenas entre 200 a 400 m², clareiras médias entre 400 a 600 m² e clareiras grandes > 600 m².

As áreas e classes de tamanho das clareiras selecionadas foram as seguintes:

Clareiras	Área (m ²)	Classes de Tamanho
C01	340m ²	Pequena (CP)
C02	231m ²	Pequena (CP)
C03	684m ²	Grande (CG)
C04	748m ²	Grande (CG)
C05	437m ²	Média (CM)
C06	666m ²	Grande (CG)
C07	600m ²	Média (CM)
C08	320m ²	Pequena (CP)
C09	448m ²	Média (CM)

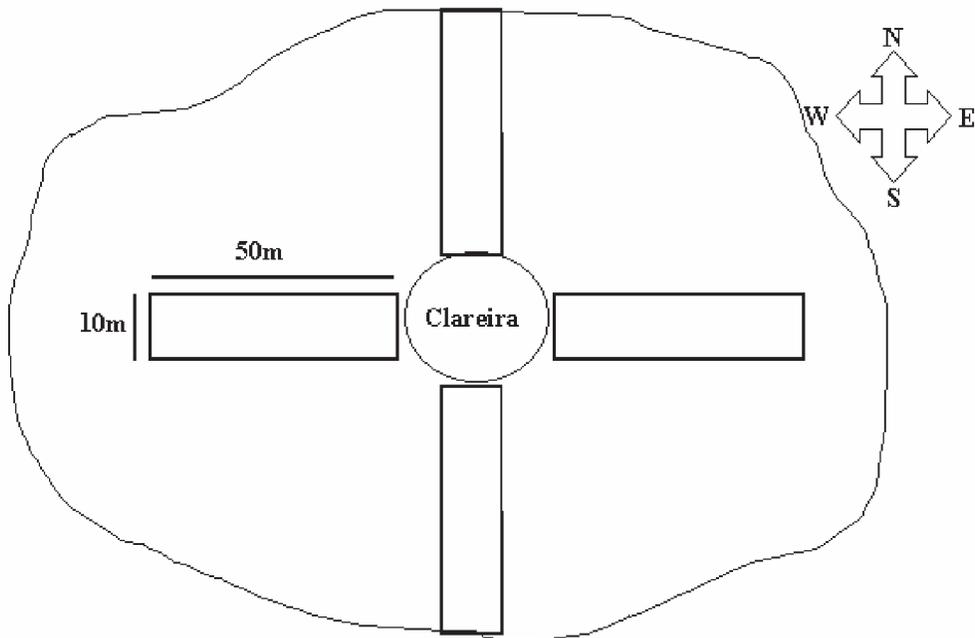


Figura 2 - Desenho esquemático da distribuição das parcelas amostrais, em relação às clareiras, em Moju-PA.

2.3 IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA

Na fase inicial, os indivíduos desconhecidos foram identificados por nomes vulgares, tiveram material vegetativo coletado e, ocasionalmente quando possível, foi obtido material reprodutivo. A identificação das espécies foi realizada comparando-se com material existente nos herbários do MPEG e da Embrapa Amazônia Oriental.

2.4 PADRÕES ESTRUTURAIS

O índice de Shannon (H') é um índice de heterogeneidade que se baseia na abundância proporcional de espécies (MAGURRAN, 1988).

O objetivo dessa análise é comparar se houve diferença significativa de diversidade na área após o corte e como a floresta se comporta em termos de diversidade, através desse índice, três anos após a exploração.

Para calcular o índice de Shannon foi usada a seguinte fórmula: $H' = - \sum p_i \ln(p_i)$, onde: p_i é a proporção entre o número de indivíduos da espécie (n_i) e o número total de indivíduos (N), isto é, a abundância relativa da espécie segundo Jardim (1986).

A diversidade alcança o valor máximo ($H'_{\text{máx}}$) quando cada indivíduo amostrado pertence a uma espécie distinta ($n_i = 1$), e nesse

caso $H'máx = \ln S$. A proporção entre a diversidade observada (H') e a diversidade máxima ($H'máx$) expressa a equabilidade e é conhecida como índice de uniformidade de Pielou (MARGALEF, 1989), dado pela expressão:

$H'máx = \ln S$; $E = H'/H'máx = H'/\ln S$; onde: E = índice de uniformidade de Pielou ou Equabilidade; H' = índice de Shannon; $H'máx$ = diversidade máxima; S = número de espécies amostradas; A variância da diversidade foi calculada pela seguinte fórmula (MAGURRAN, 1988):

$$\text{VarH}' = \frac{\sum p_i (\ln p_i)^2 - (\sum p_i \ln p_i)^2}{N} - \frac{S-1}{2N^2}$$

O grau de liberdade foi calculado através da seguinte fórmula (MAGURRAN, 1988):

$$df = \frac{(\text{VarH}'_1 + \text{VarH}'_2)^2}{[(\text{VarH}'_1)^2/N_1] + [(\text{VarH}'_2)^2/N_2]}$$

A comparação da diversidade das espécies da área, três anos após a exploração florestal seletiva, foi feita pelo teste “t”, através da seguinte expressão (MAGURRAN, 1988):

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{(\text{VarH}'_1 + \text{VarH}'_2)^{1/2}}$$

Onde:

H'_1 é o índice de diversidade de Shannon na floresta logo depois da exploração, H'_2 o índice três anos após a exploração; VarH'_1 e VarH'_2 são as respectivas variâncias.

A comparação da área basal, número de indivíduos e número de espécies das clareiras, três anos após a exploração florestal seletiva, foi feita pelo teste “t”, sendo que para número de indivíduos e número de espécies o teste foi aplicado usando os dados logaritimizados, usando-se as seguintes expressões:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\text{sd}}$$

$$\text{sd} = \sqrt{s_c^2 (1/n_1 + 1/n_2)}$$

$$s_c^2 = \frac{s_1^2 (n_1 - 1) + s_2^2 (n_2 - 1)}{n_1 - 1 + n_2 - 1}$$

Onde:

sd = Erro padrão das diferenças.

s_c = Variância combinada.

x_1 = Média da população no tempo 1 (T1).

x_2 = Média da população no tempo 13 (T13).

n_1 = Número de observações no tempo 1 (T1).

n_2 = Número de observações no tempo 13 (T13).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DINÂMICA DA ÁREA BASAL

A área basal do povoamento com DAP ≥ 5 cm, na primeira medição e três anos após, foi

de 49,49 e 54,31 m², respectivamente (Tabela 1). A área basal dos mortos foi de 1,37 m² e dos recrutas de 0,99 m², sendo o crescimento de 5,20 m² para a área total (1,8 ha).

Todas as clareiras apresentaram crescimento da área basal após três anos de monitoramento (Figura 3), porém não houve diferença significativa no período avaliado (p = 0,206) de acordo com o teste t.

Tabela 1 - Parâmetros da dinâmica da área basal para a floresta de Moju-PA. Área basal inicial (Co), área basal final (Ct), taxa decréscimo (De), taxa de acréscimo (Ac), taxa de mudança (Mu), tempo de substituição (ts), meia vida (t_{1/2}) e taxa de regeneração natural (TR %).

Parâmetros	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	Total	Média±DesvPad
Co (m ²)	6,24	5,60	4,20	6,41	4,31	5,73	6,06	6,04	4,91	49,49	5,50±0,83
Ct (m ²)	6,71	6,43	4,69	6,97	4,81	6,31	6,64	6,62	5,15	54,31	6,03±0,89
Mortos (m ²)	0,46	0,00	0,17	0,07	0,18	0,01	0,02	0,10	0,34	1,37	0,15±0,16
Recrutas (m ²)	0,10	0,04	0,10	0,08	0,21	0,13	0,11	0,13	0,08	0,99	0,11±0,05
Crescimento (m ²)	0,82	0,80	0,57	0,54	0,47	0,47	0,49	0,54	0,51	5,20	0,58±0,14
De (%)	-2,51	-0,03	-1,37	-0,37	-1,42	-0,09	-0,14	-0,55	-2,40	-0,93*	-0,99±0,98
Ac (%)	4,71	4,76	5,00	3,14	5,01	3,36	3,23	3,57	3,84	4,01*	4,07±0,79
Mu (%)	2,43	4,74	3,77	2,79	3,72	3,28	3,10	3,06	1,62	3,15*	3,17±0,88
t _{1/2}	27,31	2764,25	50,40	184,87	48,38	804,98	509,67	125,39	29,25	74,90*	504,94±888,15
ts	28,00	39,88	0,73	2,67	0,70	11,62	7,36	1,81	0,42	1,08*	10,36±14,2
Tr (%)	3,60	6,93	5,54	4,12	5,47	4,84	4,57	4,51	2,41	4,64*	4,67±1,28

*Foram obtidos através do cálculo com os valores do total de Co (m²), Ct (m²), Mortos (m²), Recrutas (m²) e Crescimento (m²).

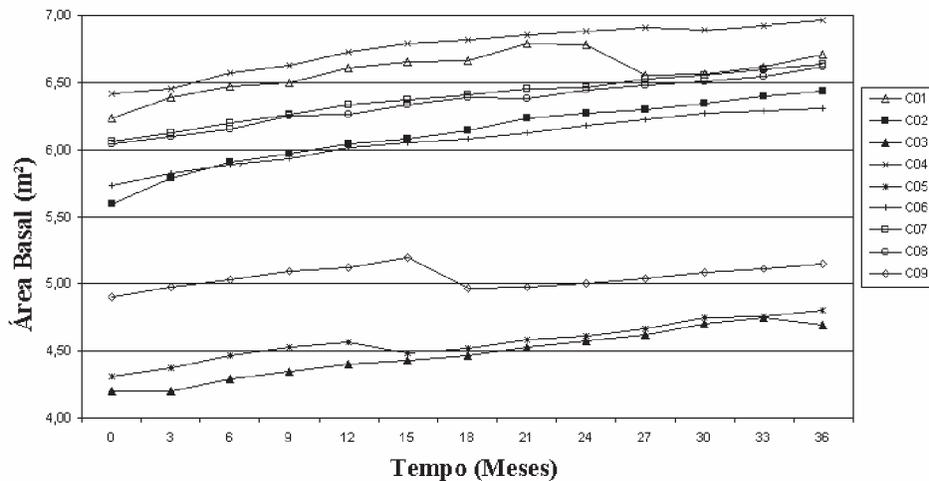


Figura 3 - Área basal (m²) em torno das clareiras em relação ao tempo (meses) em uma floresta em Moju-PA.

3.2 DINÂMICA DA ABUNDÂNCIA

No levantamento feito no ano de 1998 foram encontrados 1829 indivíduos distribuídos em 175 espécies em 49 famílias. No levantamento feito no ano de 2001 foram encontrados 2095 indivíduos distribuídos em 182 espécies em 51 famílias, sendo que uma (01) espécie foi eliminada. Os indivíduos mortos e recrutados totalizaram 48 e 314, respectivamente.

Todas as clareiras apresentaram crescimento em abundância após três anos de monitoramento (Figura 4), havendo diferença significativa no período avaliado ($p = 0,012$) de acordo com o teste *t*.

Esses resultados de área basal e abundância vêm a confirmar a fase de clareira em que a floresta se encontra de acordo com Hallé, Oldeman e Tomlinson (1978) e Whitmore (1978,1990). Um dos fatores que pode ter contribuído para esse resultado é o fato de que as clareiras apresentam a mesma idade.

Os processos dinâmicos que ocorrem em florestas tropicais produzem, através do tempo, uma estrutura de grande heterogeneidade espacial, em que a densidade, área basal, altura e abertura do dossel variam a curtas distâncias (LIEBERMAN; LIEBERMA; PERALTA, 1989; LIEBERMAN; LIEBERMAN, 1994).

Dos 1829 indivíduos amostrados na primeira medição na área (1,8 ha), 48 (2,62%)

morreram durante o período de 3 anos, resultando em uma média de $5,3 \pm 3,4$ indivíduos por clareira (Tabela 2). A taxa média de mortalidade por hectare foi de $-0,88 \pm 0,54\%$ de indivíduos mortos por ano, para o cálculo a partir de 3 anos de observações (Tabela 2).

A essa taxa de mortalidade, a floresta em questão teria um tempo de substituição de 113,3 anos e uma meia vida de 78,2 anos (Tabela 2). Se for considerado que o recrutamento é igual à mortalidade, pode-se dizer que a expectativa de vida para os indivíduos com $DAP \geq 5$ cm é de 119,2108,7 anos em média.

A área de estudo apresentou uma taxa de regeneração de 6,78%, significando um crescimento em termos de número de indivíduos (in put), levando em consideração a mortalidade e o ingresso dos indivíduos, no período de três anos.

A clareira C05 (CM) apresentou a maior Tr (14,02%). Já a clareira C02 (CP) apresentou a menor Tr (3,52%) (Tabela 2). Todavia, não há evidências de correlação entre o tamanho das clareiras e o valor da Tr, embora Jardim (1995), em Manaus –AM, tenha encontrado uma relação positiva entre o grau de abertura da floresta e o valor da mesma, para um grupo de espécies.

Apesar do ingresso de espécies no período (Figura 5), não houve diferença significativa três anos após o primeiro levantamento ($p = 0,394$) através do teste *t*.

Tabela 2 - Parâmetros da dinâmica da abundância para a floresta de Moju-PA. Abundância inicial (Co), abundância final (Ct), taxa de mortalidade (Mo), taxa de recrutamento (Re), taxa de mudança (Mu), tempo de substituição (ts), meia vida ($t_{1/2}$) e taxa de regeneração natural (TR %).

Parâmetros	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	Total	Média±DesvPad
Co	214	192	211	194	187	218	164	230	219	1829	203,22±20,54
Ct	231	206	232	215	248	250	199	270	244	2095	232,78±22,96
Mortos	13	1	6	3	7	4	4	5	5	48	5,33±3,35
Recrutas	30	15	27	24	68	36	39	45	30	314	34,89±15,17
Mo (%)	-2,07	-0,17	-0,96	-0,52	-1,26	-0,62	-0,82	-0,73	-0,77	-0,88*	-0,88±0,54
Re (%)	4,47	2,54	4,10	3,96	10,89	5,23	7,37	6,14	4,37	5,42*	5,45±2,46
Mu (%)	2,58	2,37	3,21	3,49	9,87	4,67	6,66	5,49	3,67	4,63*	4,67±2,39
t_s	48,37	575,00	104,49	193,00	79,13	162,50	121,99	137,00	130,39	113,31*	172,43±156,87
$t_{1/2}$	33,18	398,21	72,08	133,43	54,50	112,29	84,21	94,61	90,04	78,19	119,17±108,73
Tr (%)	3,82	3,52	4,74	5,13	14,02	6,84	9,64	8,00	5,40	6,78*	6,79±3,36

*Foram obtidos através do cálculo com os valores do total de Co, Ct, Mortos e Recrutas.

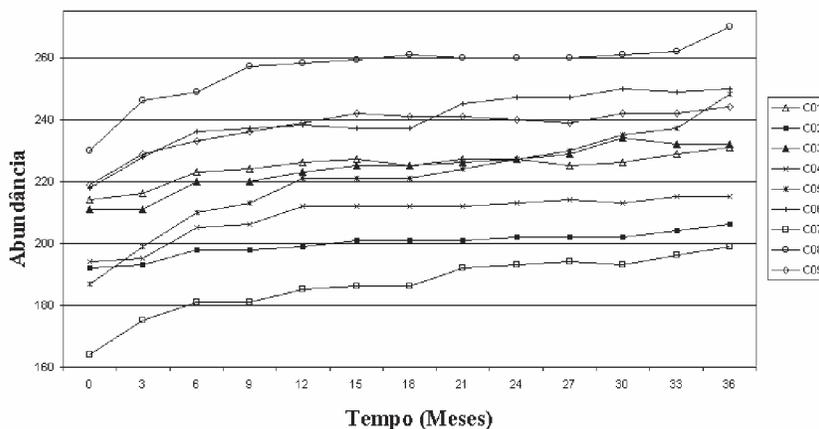


Figura 4 - Abundância em torno das clareiras em relação ao tempo (meses) em uma floresta em Moju-PA.

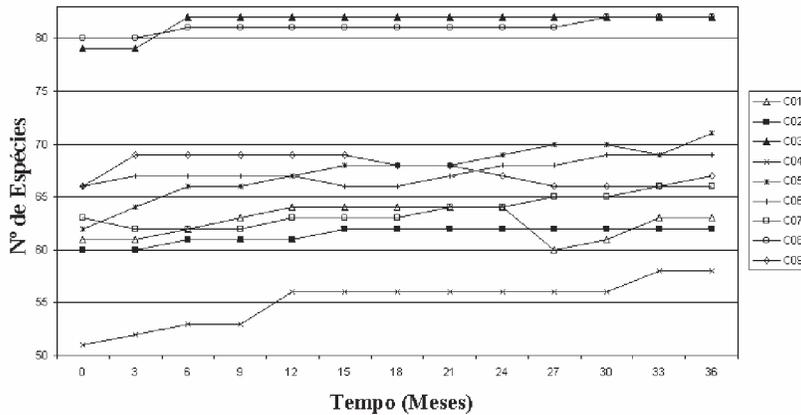


Figura 5 - Número de espécies em torno das clareiras em relação ao tempo (meses) em uma floresta em Moju-PA.

3.3 DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA

A distribuição diamétrica das árvores na área estudada apresenta-se seguindo a clássica distribuição decrescente (“J” invertido), ou seja, à medida que o diâmetro aumenta, o número de árvores tende a decrescer na floresta (Figura 6), caracterizando a mesma como uma floresta multiânea, isto é, trata-se de uma floresta com distribuição diamétrica balanceada, conforme tendência natural das florestas tropicais nativas. Este resultado assemelha-se aos encontrados por Jardim (1995) e Maciel (1998).

Apenas *Lecythis pisonis* Cambess. (Lecythidaceae), *Qualea albiflora* Warm. (Vochysiaceae) e *Caryocar glabrum* (Aubl.) Pers. subsp. *glabrum* (Caryocaraceae) apresentaram indivíduos com DAP acima de 105 cm.

Durante o período de três anos não houve alterações expressivas nas distribuições diamétricas. Somente a comparação com a estrutura diamétrica antes da exploração seletiva poderia indicar mudanças.

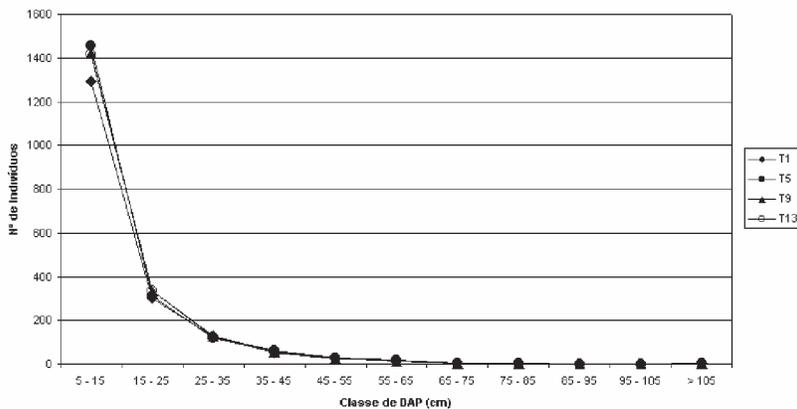


Figura 6 - Distribuição diamétrica das árvores com DAP \geq 5 cm em uma área de exploração florestal seletiva, em Moju-PA. T1 = 1ª medição, T5 = 1 ano após T1, T9 = 2 nos após T1 e T13 = três anos após T1.

3.4 DINÂMICA DA DIVERSIDADE

Os índices de equabilidade de cada período avaliado foram maiores que 0,50 (Tabela 3), indicando que a diversidade encontrada é próxima da diversidade máxima (MAGURRAN, 1988). Indicando também que cada espécie contribui com um número diferente de indivíduos na comunidade.

Não houve diferença significativa através do teste t para a diversidade das espécies

três anos após a exploração florestal ($p = 0,977$). A diversidade encontrada foi considerada alta em todo o período monitorado (Tabela 3). Segundo Knight (1975), o índice de Shannon para florestas tropicais oscila de 3,83 a 5,85, valores considerados altos para qualquer tipo de vegetação.

Para Silva (1989), áreas sujeitas a perturbações, geralmente, apresentam baixos índices de diversidade.

Tabela 3 - Dinâmica da diversidade para uma área de 1,8 ha de floresta em Moju-PA. Diversidade de Shannon (H'), diversidade máxima (H' máx), equabilidade (E), abundância (C) e número de espécies (S) ao longo do tempo (meses).

Tempo (Meses)	H'	H' máx	E	C	S
0	3,99	5,16	0,77	1829	175
3	3,99	5,18	0,77	1892	177
6	3,99	5,19	0,77	1955	180
9	3,99	5,19	0,77	1972	180
12	3,99	5,19	0,77	2001	180
15	3,98	5,19	0,77	2010	180
18	3,99	5,19	0,77	2009	180
21	3,98	5,19	0,77	2028	180
24	3,98	5,19	0,77	2036	180
27	3,98	5,19	0,77	2040	180
31	3,97	5,19	0,76	2056	180
33	3,97	5,20	0,76	2066	181
36	3,97	5,20	0,76	2095	181

4 CONCLUSÃO

Três anos após a exploração florestal não foram suficientes para modificar a diversidade da floresta, número de espécies e a área basal, modificando apenas a abundância contida nas clareiras, dentro do limite de DAP > 5 cm.

A floresta de 1,8 ha em Moju apresentou-se na fase clareira.

A floresta de Moju apresentou sua distribuição diamétrica decrescente de acordo com os padrões para florestas tropicais, mesmo com a exploração florestal.

As clareiras apresentaram diferentes comportamentos em relação à área basal, número de espécies e abundância, apesar de estatisticamente não apresentarem diferenças significativas para os dois primeiros.

REFERÊNCIAS

- GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H.; BEZERRA, C.L.F. Levantamento florístico caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos - SP. *Revista Brasileira de Botânica*, v.55, n.4, p.753-767, 1995.
- HALLÉ, F.; OLDEMAN, R.A.A., TOMLINSON, P.B. *Tropical trees and forests: unarchtectural analysis*. Berlin: Sprinnger – Verlag, 1978. 441p.
- JARDIM, F. C. da S. *Comportamento da regeneração natural de espécies arbóreas em diferentes intensidades de desbaste por anelamento, na região de Manaus-AM*. 1995. 169p. Tese de Doutorado - UFV, Viçosa (MG) 1995
- _____. Taxa de regeneração natural na floresta tropical úmida. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 16/17, n. único, 1986.
- KAGEYAMA, P.Y. Conservação “In situ” de recursos genéticos de plantas. *IPEF*, v. 35, p.7-40, 1987.
- KNIGHT, D. H. A phytosociological analysis of species-rich tropical forest on Barro Colorado Island, Panamá. *Ecological Monographs*, n.45, p.259-84, 1975.
- LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D. Patterns of density and dispersion of forest trees. In: MCDADE, L.A.; BAWA, K.S.; HESPENHEIDE, H.A.; HARTSHORN, G. S. *La selva: ecology and natural history of a tropical rainforest*. Chicago: University of Chicago Press, 1994. p.106-119.
- _____; _____; PERALTA, R. Forests are not just swiss cheese: Canopy stereogeometry of non-gaps in tropical forest. *Ecology*, v.70, p.550-552, 1989.
- MACIEL, M. N. M. *Levantamento da cobertura vegetal e estudo fitossociológico da Floresta Nacional de Caxuianá-PA*.1998. 118p. Dissertação (Mestrado) - FCAP, Belém, 1998.
- MAGURRAN, A. E. *Ecological diversity and its measurement*. Cambridge: British Library, 1988. 179p.
- MARGALEF, R. *Ecologia*. Barcelona: Omega, 1989. 951p.
- PULTZ, F. A. *Estudos da dinâmica e a modelagem da estrutura diamétrica de uma floresta semidecídua montana na região de Lavras, MG*. 1998. 156p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – UFLA, Lavras, 1998.
- SILVA, A. F. *Composição florística e estrutura fitossociológica do strato arboreo da Reserva Florestal prof. Augusto Ruschi, São José dos Campos, SP*. 1989. 163p. Tese (Doutorado) – UNICAMP, Campinas, 1989.
- WHITMORE, T.C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology*, v.70, p.536-538, 1989.
- _____. Gaps in the forest canopy. In: TOMLINSON, P.B.; ZIMMERMANN, M.H. *Tropical trees as living system*. Cambridge: Cambridge University Press, 1978. p.639-655.
- _____. *An introduction to tropical rain forest*. New York: Oxford University Press, 1990. 226p.