

Comportamento de *Sterculia pruriens* (Aubl.) Schum. em floresta tropical manejada em Moju-PA

Fernando Cristóvam da Silva JARDIM¹, Marcelo da Silva SOARES²

RESUMO

Foi avaliado o crescimento diamétrico de uma população de *Sterculia pruriens* (Aublet) Schumann (axixá) após exploração florestal seletiva, na Estação Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, Moju, Pará, localizada entre as coordenadas geográficas 02° 07' 30" e 2° 12' 06" de Latitude Sul e 48° 46' 57" e 48° 48' 30" de Longitude Oeste. Em cada uma das nove clareiras selecionadas foram instaladas faixas de 10m x 50m, começando na bordadura da clareira para o interior da floresta, nas direções Norte, Sul, Este e Oeste. Cada faixa foi dividida em parcelas quadradas de 10m de lado, que foram numeradas de 1 a 5 da borda para o interior da floresta e constituem o nível II de abordagem. Foi analisado a distribuição diamétrica da espécie com amplitude de DAP \geq 5cm em intervalos de 5cm de diâmetro, até o valor máximo de 66,8cm encontrado no início do monitoramento. Na área de estudo foi encontrado densidade elevada da espécie, logo após a exploração florestal e após três anos desta. Ao final do estudo, foi observado um acréscimo de 9,8% na densidade dos indivíduos acima de 5cm de diâmetro. O crescimento diamétrico da espécie em três anos de observação foi de 0,37cm. Embora baixo ele é crescente, justificado pela abertura do dossel. A análise da distribuição diamétrica mostra que a abertura do dossel foi benéfica para o incremento diamétrico da espécie, aumentando o número de indivíduos em cinco das oito classes de diâmetro analisadas, mantendo-se ainda como uma distribuição decrescente.

PALAVRAS-CHAVE: *Sterculia pruriens*, crescimento diamétrico, monitoramento, exploração florestal

Behavior of *Sterculia pruriens* (Aubl.) Schum. Sterculiaceae (axixá), in a managed tropical forest, Moju - PA

ABSTRACT

This study aims to evaluate the diameter growth of the *Sterculia pruriens* (Aublet) Schumann – Sterculiaceae (axixá) population, after selective logging. The study was carried out in the Embrapa Amazônia Oriental Experimental Station in the Moju municipality, State of Pará - Brazil, situated between the coordinates 02° 07' 30" and 2° 12' 06" of South Latitude and 48° 46' 57" and 48° 48' 30" of West Longitude. In each of nine selected gaps, 10m x 50m strips were installed, starting from the gap boarder into the forest interior, in North, South, East and West directions. Each strip was divided into 10m square plots, numbered from 1 to 5, constituting sampling level II. We analyzed the species diameter distribution with an amplitude of more or equal to 5cm dbh, up to the maximum value of 66,8cm which was that measured in the beginning of the monitoring. In the study area, we found high density of *Sterculia pruriens* individuals immediately and three years after the forest exploitation. In the end of the study, we observed a 9.8% increase in density for individuals above 5cm dbh. The diameter growth for the species in three years of monitoring was 0.27cm. Although low, it is increasing, because of the canopy opening. The diameter distribution analysis shows that the opening was beneficial for the diameter increment of the species, increasing the number of individuals in five of the eight diameter classes analyzed; however, it remains a decreasing distribution.

KEYWORDS: *Sterculia pruriens*, diameter growth, monitoring, logging

¹ Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, E-mail: fernando.jardim@ufra.edu.br

² Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, E-mail: soaresufra@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O manejo florestal destinado à produção madeireira em uma base sustentável ainda representa um grande desafio, dada à complexidade do ecossistema da floresta tropical. Para que as florestas naturais possam ser utilizadas em bases sustentáveis, com a adoção da técnica do manejo florestal preconizada pela legislação florestal brasileira, é fundamental que se quantifique a capacidade de reposição dos estoques extraídos das espécies com mercado atual e daquelas com mercado potencial.

Silva (2000) explica que a grande diversidade de espécies florestais, principalmente na floresta amazônica, aliada a grande pressão exercida pela exploração desordenada e predatória dessa floresta, torna imperativo que estudos sejam realizados, buscando melhor atender e elucidar dentro dos aspectos formadores da estrutura florestal, aqueles que possam vir a subsidiar e garantir um manejo adequado da mesma. Os sistemas silviculturais propostos para o manejo das florestas naturais só serão eficientes na manutenção da produtividade da floresta, se a extração das espécies for feita de modo responsável e houver um compromisso efetivo com a sustentabilidade dos recursos.

Para indicar um tratamento silvicultural adequado é necessário que se conheça o comportamento das espécies em diferentes ambientes da floresta, de acordo com suas necessidades de radiação. O conhecimento da dinâmica de crescimento das espécies de interesse na floresta precede a adoção de técnicas adequadas de manejo florestal.

O manejo florestal é considerado a forma mais adequada de utilização dos recursos da floresta amazônica, tanto por estar voltado para a sua conservação, buscando minimizar os distúrbios ambientais, como por atender às necessidades de desenvolvimento social e econômico (Costa, 2000). Várias experiências com manejo de florestas nativas no Brasil tem sido divulgadas, podendo-se citar os trabalhos realizados por Silva (1989); Souza (1989); Higuchi & Vieira (1990); Vieira & Higuchi (1990); Higuchi et al. (1991); Carvalho (1992); Veríssimo et al. (1992); Almeida & Uhl (1993); Barreto et al. (1993); Lopes (1993); Souza & Jardim (1993); Yared & Souza (1993); Jardim (1995); Silva et al. (1995); Vieira (1995); Holmes et al. (2002); Serrão et al. (2003); Freitas (2004); Frances (2006); Sist & Ferreira (2007) e Azevedo et al. (2008).

O entendimento dos padrões de estrutura ecológica, dos processos e dos fatores que governam a dinâmica de populações é fundamental para a formulação de modelos de manejo florestal em longo prazo (Aragão & Almeida, 1997) e ainda para a inserção de novas espécies para compor o conjunto das espécies de interesse comercial e econômico. Além disso, a distribuição do número de indivíduos por classe de diâmetro fornece valiosa informação sobre a estrutura dimensional da floresta, sendo bastante importante para a silvicultura (Freitas, 2004), podendo ainda informar a tendência de

desenvolvimento do povoamento, da espécie ou grupos de espécies (Lamprecht, 1990; Freitas, 2004).

Poucos estudos realizados na Amazônia abordaram o comportamento das espécies arbóreas e apresentaram estimativas de crescimento diamétrico dessas espécies em condições de floresta natural (Jonkers, 1987; Silva, 1989; Jardim, 1990; Riera, 1990; Carvalho, 1992, Jardim et al. 1996a).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o incremento diamétrico de árvores com DAP maior ou igual a 5cm, de *Sterculia pruriens* (axixá), uma espécie madeireira de grande importância no Estado do Pará, em diferentes condições ambientais, em clareiras abertas pela exploração florestal seletiva, gerando subsídios para a silvicultura e o manejo da espécie, além de identificar o grupo ecológico ao qual a espécie pertence.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Estação Experimental da Embrapa-Amazônia Oriental no município de Moju, Estado do Pará, entre as coordenadas geográficas 02° 07'30" e 2° 12'06" de Latitude Sul e 48° 46'57" e 48° 48' 30" de Longitude a Oeste do meridiano de Greenwich. Nessa área foi feita uma exploração florestal seletiva, realizada pela empresa Perachi Ltda., sob orientação da Embrapa Amazônia Oriental, em outubro de 1997, onde foram provocadas clareiras de vários tamanhos, das quais nove, com tamanho variando entre 231m² e 748m², foram selecionadas para monitoramento da vegetação com DAP ≥ 5cm, da qual foi selecionado *Sterculia pruriens* para este estudo.

O clima da região é do tipo Ami, segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual vai de 25°C a 27°C. A precipitação pluviométrica anual varia de 2.000mm a 3.000mm, com distribuição irregular, tendo pequeno período seco que vai de agosto a outubro. A insolação mensal varia entre 148,0h e 275,8h e os valores mais elevados ocorrem no período de junho a dezembro, apresentando estreita relação com a precipitação (Nemer & Jardim, 2004).

Em cada uma das nove clareiras selecionadas foram instaladas faixas de 10m x 50m, começando na bordadura da clareira para o interior da floresta, nas direções Norte, Sul, Este e Oeste. Cada faixa foi dividida em parcelas quadradas de 10m de lado, que foram numeradas de 1 a 5, da borda da clareira para o interior da floresta (Figura 1), para avaliar a influência das distâncias do centro das clareiras sobre o crescimento diamétrico das mesmas e onde foram medidas as árvores com DAP igual ou maior a 5cm. Após a instalação das parcelas, foi feita a identificação dos indivíduos de *Sterculia pruriens*. Em seguida foi feita a primeira medição da CAP (circunferência a 1,30 m do solo) com uma fita métrica.

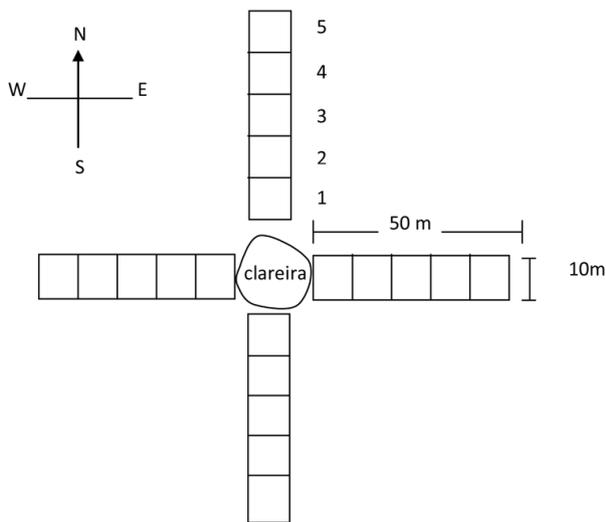


Figura 1 - Desenho esquemático das parcelas amostrais para monitoramento dos indivíduos com DAP \geq 5cm em área de floresta densa de terra-firme, em Moju-PA.

A partir da medição de base, a cada três meses e ao final de cada estação do ano, foram feitas medições, as quais começaram em junho de 1998 e terminaram em junho de 2001 e pretendiam identificar possíveis estações de crescimento das espécies madeireiras.

Foi analisada a distribuição diamétrica da espécie com amplitude de DAP \geq 5cm em intervalos de 5 cm de diâmetro, até o valor máximo de 66,8 cm encontrado no início do monitoramento, imediatamente após a exploração florestal, e no período de três anos de estudo após a exploração. O crescimento foi analisado através do incremento corrente anual e trimestral em diâmetro, em um total de 32 árvores da espécie, distribuídas nas quatro direções em relação ao centro das clareiras.

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado para testar a hipótese de que as direções influenciam na taxa de crescimento da espécie. Devido ao diferente número de árvores em cada direção, a comparação dos resultados foi feita através do teste de Scheffé, a 95% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira medição do monitoramento, imediatamente após a exploração florestal seletiva, a espécie mostrou uma distribuição diamétrica contínua e decrescente até a classe diamétrica 9 (CD9 = 45cm \leq DAP < 50cm), do tipo "J" invertido. Aos trinta e seis meses de observação a espécie ainda mantém uma distribuição diamétrica decrescente, porém de forma descontínua, com o crescimento de indivíduos das classes de diâmetro 1, 2, 4, 6, 7 e 13 para as classes 2, 3, 5, 7, 8 e 14 respectivamente, e ausência de indivíduos em algumas

classes (Figura 2). Uma distribuição de árvores desse tipo indica que a espécie é fortemente tolerante e pode regenerar sob o dossel, crescendo até a maturidade (Freitas, 2004) e formando uma associação estável (Jia-Rong & Yang, 2007).

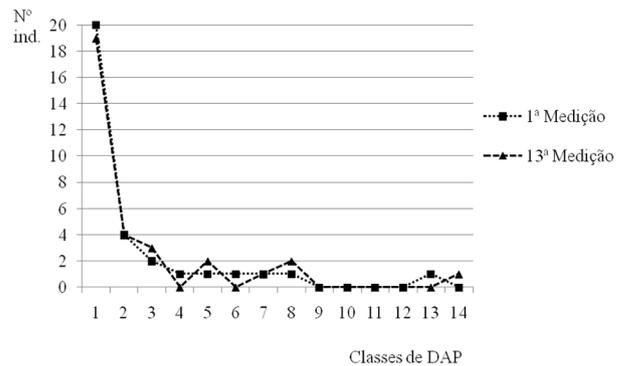


Figura 2 - Distribuição diamétrica de *Sterculia pruriens* (Aublet) Schumann (axixá) com DAP \geq 5 cm, na 1ª e na 13ª medição do monitoramento trimestral, em área de floresta explorada seletivamente no município de Moju-PA.

Na floresta natural, as espécies com distribuição na forma decrescente e contínua são aquelas chamadas tolerantes. As espécies com ausência de indivíduos nas classes de tamanho menores ou distribuição descontínua são chamadas secundárias e são fortemente heliófilas. As espécies cuja distribuição diamétrica tem forma intermediária entre esses extremos são oportunistas, podendo ser de grandes ou pequenas clareiras, conforme demandem mais ou menos luz para se estabelecerem (Jardim et al., 1996b).

Maciel et al. (2000), estudando os parâmetros fitossociológicos de uma floresta tropical de terra firme na Floresta Nacional de Caxiuanã, também encontrou a distribuição diamétrica de algumas espécies seguindo a clássica distribuição "J" invertido. Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Barros (1980); Carvalho (1992); Ribeiro et al. (1999) e Barros et al. (2000).

A distribuição diamétrica realizada após 36 meses de monitoramento mostra que a abertura do dossel foi benéfica para o incremento diamétrico da espécie, explicada pela mudança de classes de alguns indivíduos em cinco das quatorze classes de diâmetro. As espécies tolerantes, apesar de se desenvolverem em condições de dossel fechado e sub-bosque, beneficiam-se de radiação solar proveniente de clareiras, assim como dos chamados "sunflecks", pequenas nesgas de luz direta que atravessam o dossel florestal e atingem o solo (FREEDEN e FIELD, 1991).

O incremento diamétrico de *S. pruriens* foi maior na borda das clareiras do que nas demais posições, ao longo de todo o período de estudo (Figura 3). Durante esses três anos, os indivíduos da espécie, nessa posição, tiveram crescimento

diamétrico total de 1,7 cm. Embora possua características de espécie tolerante, *S.pruriens* mostrou um comportamento oscilante nas cinco diferentes posições das parcelas, tendo na borda, próximo do centro da clareira, o melhor incremento em diâmetro (Figura 3).

O incremento diamétrico de *S.pruriens* foi menor a 20m, onde se pode observar que nos três períodos avaliados houve um incremento total de 0,4cm. Por outro lado, foi verificado que o incremento diamétrico, em geral, não diminuiu com o passar do tempo (Figura 3).

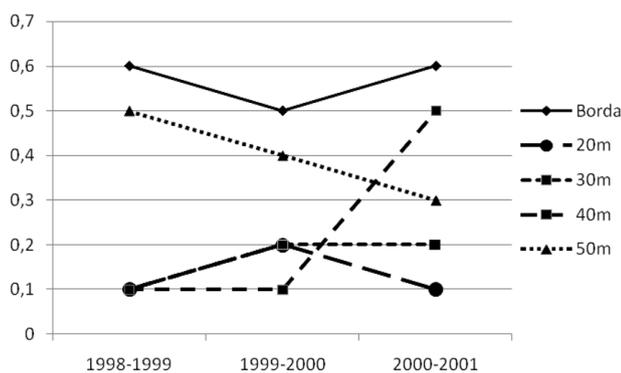


Figura 3 - Incremento corrente anual diamétrico (ICA)(cm), de *Sterculia pruriens* (Aublet) Schumann (axixá) em relação às distâncias do centro da clareira para dentro da floresta, em três anos de observação, em Moju-Pará.

Não houve indícios de influência das distâncias sobre o crescimento, uma vez que os indivíduos mais próximos do centro da clareira não foram os que mais cresceram, assim como aqueles mais distantes da clareira não foram os que apresentaram o menor incremento, como era de se esperar que acontecesse. A população de *S. pruriens* com DAP ≥ 5 cm mostrou variação em seu crescimento diamétrico nas cinco diferentes posições das parcelas em torno das clareiras. Portanto, pode-se dizer que *S.pruriens*, apresenta características de espécie tolerante, mas beneficia-se com a formação de clareiras. Além disso, considerando a baixa mortalidade (Sena et al.,2000; Serrão,2001), é adaptável a condições de luz menos propícias para seu desenvolvimento. No entanto, é preciso aprofundar os estudos sobre outros fatores ecofisiológicos.

De maneira geral, o incremento corrente anual de *S. pruriens* manteve-se relativamente constante ao longo do período de estudo, apesar de haver um ligeiro declínio no segundo ano de observação, talvez devido ao adensamento da vegetação das clareiras, o que levou à competição por nutrientes, água e luz com outras espécies, nesse período (Figura 4).

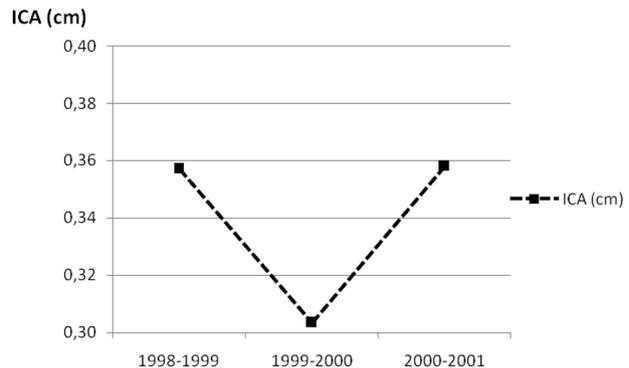


Figura 4 - Incremento Corrente Anual em diâmetro (cm) de *Sterculia pruriens* (Aublet) Schumann (axixá), durante três anos de observação, em Moju-Pará.

Não houve influências significativas, ao nível de 95% de probabilidade, das diferentes direções no crescimento diamétrico de *S. pruriens*(Tabela 1), em nenhum período do monitoramento. Todavia, o maior crescimento acumulado ocorreu na direção Sul das clareiras, com valor de 1,46cm ao final do período de três anos de observações, sendo que, no segundo ano (1999-2000), os indivíduos tiveram o menor incremento (0,41cm). Na direção Norte, o crescimento acumulado em diâmetro dos indivíduos foi menor, com 1,05cm durante o estudo (Figura 5). Nesse mesmo local, durante dois períodos de medições (abril e outubro de 2000), a direção Sul foi a que mais recebeu radiação fotossinteticamente ativa, enquanto que a direção Norte foi a que recebeu menos (Malheiros, 2001).

Nas direções Este e Oeste o crescimento acumulado foi baixo comparado às direções Norte-Sul. A partir do segundo período ocorreu uma diferenciação, pois ambas sofreram um declínio em seus incrementos e essa diminuição foi mais intensa na direção Este, agravando-se ainda mais no terceiro período, chegando a estagnar o incremento neste período. Já a direção Oeste retomou um incremento positivo no terceiro

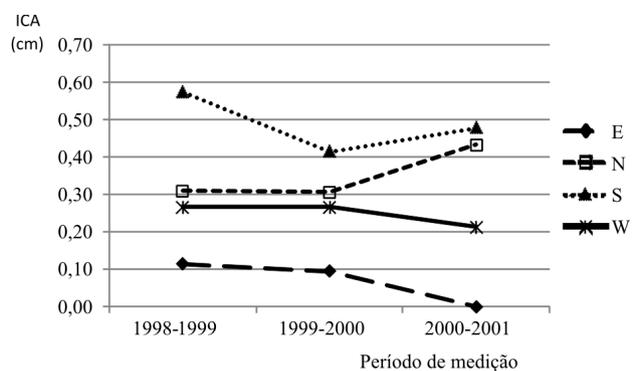


Figura 5 - Incremento corrente anual em diâmetro de *Sterculia pruriens* (Aublet) Schumann (axixá) nas direções Norte, Sul, Este e Oeste das clareiras, em três anos de observação, em Moju-Pará.

Tabela 1 - Anova para Incremento Corrente Anual em diâmetro de *Sterculia pruriens* em função das direções N, S, E, e O, em floresta tropical, no primeiro, no segundo e no terceiro períodos e para o Incremento Periódico três anos após a exploração, em Moju – PA

Período	Fonte	Gl	SQ	MQ	F Calculado
1998-1999	Direções	3	0,82	0,27	0,69NS
	Resíduo	28	11,06	0,40	
	Total	31	11,88		
1999-2000	Direções	3	0,34	0,11	0,34NS
	Resíduo	28	9,51	0,34	
	Total	31	9,85		
2000-2001	Direções	3	0,92	0,31	0,92NS
	Resíduo	28	9,41	0,34	
	Total	31	10,33		
1999-2001	Direções	3	5,49	1,83	0,65NS
	Resíduo	28	78,82	2,81	
	Total	31	84,31		

$F_{(0,05)3,31}=2,92$; $F_{(0,01)3,31}=4,51$

período em relação ao segundo período (Figura 5). Outros fatores como as diferentes fases de crescimento ou condições de competição, no entanto, podem também ter influenciado esses resultados e devem ser investigados.

O crescimento diamétrico de *Sterculia pruriens* ao final de três anos de observação, representou um aumento de 1,1cm no diâmetro, resultando uma média de 0,37 cm por ano (Figura 6), podendo ser comparado com *Eschweilera odora* (0,33 cm) (Nemer; Jardim, 2004) e *Lecythis idatimon* (0,24 cm) (Nascimento, 2003), na mesma área de estudo. Esses valores são considerados baixos quando comparados com outras espécies de rápido crescimento como *Jacaranda copaia*, que cresceu em diâmetro 0,79cm/ano em uma área explorada e 0,77cm/ano em uma área não explorada, em 7 anos de estudo (Carvalho, 1992). Todavia, Alder et al. (2002) classifica como médios, valores de crescimento diamétrico entre 0,3cm e 0,5cm. Serrão (2001) observou crescimento de 0,4cm em diâmetro de base do caule e de 58,2cm em altura para *Jacaranda copaia*, por ano, em dois anos de observação, nessa mesma área em Moju. Azevedo et al. (2008) encontraram Incremento Periódico Anual (IPA) em diâmetro variando de 0,38cm.ano⁻¹ para povoamento comercial e de 0,30cm.ano⁻¹ para povoamento total bruto.

Carvalho (1992) cita que as árvores de pequeno porte, que geralmente estão localizadas no sub-bosque, apresentam crescimento lento, mesmo quando o povoamento encontra-se em fase de crescimento acelerado. Oliveira-Filho et al. (1994) observaram diferença no crescimento de acordo com o tamanho dos indivíduos, trabalhando em floresta secundária. Segundo esses autores, *Vochysia maxima* Ducke apresentou

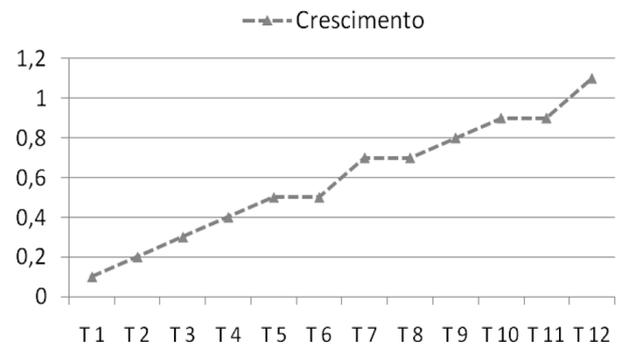


Figura 6 - Crescimento diamétrico acumulado de *Sterculia pruriens* (Aubl.) Schumann – Sterculiaceae (axixá) durante três anos de observação, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Moju-Pará.

crescimento de 1,46 cm/ano para árvores com DAP entre 5,0 e 9,9 cm e 2,11 cm/ano para árvores com diâmetros superiores a 60 cm.

Sterculia pruriens não mostrou indícios de sazonalidade no crescimento diamétrico (Figura 7), embora mostre maior crescimento no período março/junho de 2000 e junho/setembro de 2001. Todavia, *Eschweilera odora* na mesma área de estudo, mostrou uma sazonalidade no incremento com picos no período de setembro a dezembro (Nemer; Jardim, 2004). Esse autor cita ainda que no trimestre mais chuvoso (março/junho) a espécie apresenta um menor incremento, justificando de que os indivíduos no sub-bosque da floresta realizaram seu processo fotossintético com radiação menos intensa.

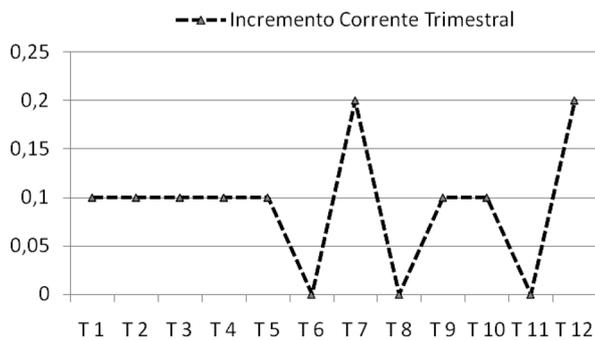


Figura 7 - Incremento corrente trimestral (cm) de *Sterculia pruriens* (Aubl.) Schumann – Sterculiaceae (axixá) durante três anos de observação, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Moju-Pará.

O benefício da abertura do dossel gradativamente diminui à medida que o tempo passa. Fato semelhante foi observado em experimentos silviculturais no Suriname (Graaf et al., 1999). No Tapajós, a floresta desceu quase ao nível de uma floresta não explorada. Esse fato indica que o desbaste deveria ser prática silvicultural normal de manejo, visto que o aparecimento de clareiras aumenta consideravelmente a disponibilidade de luz. Todavia, manipular aberturas de dossel para obter florestas adequadas não é uma tarefa fácil em florestas tropicais devido à sua grande diversidade, onde uma mistura de espécies arbóreas de temperamentos diferentes co-ocorre e onde cada espécie responde diferentemente à abertura de dossel (Freitas, 2004).

CONCLUSÃO

O incremento diamétrico dos indivíduos da população de *Sterculia pruriens* nos três anos avaliados em relação às distâncias do centro das clareiras para dentro da floresta e às direções Norte, Sul, Este e Oeste variou, mas não tendeu a diminuir.

Sterculia pruriens é uma espécie com estabilidade ecológica, mantendo-se com uma distribuição diamétrica decrescente após três anos da exploração florestal seletiva. Por essa razão, neste estudo, *Sterculia pruriens* ficou classificada como uma espécie pertence ao grupo das tolerantes.

O crescimento diamétrico da espécie apresentou variação no período estudado, com média de 0,37cm por ano, durante os três anos de observação. Esse resultado, aliado à forma da sua distribuição diamétrica contínua e decrescente, permitem projetar um ciclo de corte de 27 anos para o manejo da espécie em um sistema silvicultural policíclico.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ALDER, D.; OAVIKA, F.; SANCHEZ, M.; SILVA, J.N.M.; VAN DER HOUT, P.; WRIGHT, H.L. 2002. A comparison of species rates from four moist tropical forest regions using increment-size ordination. *The International Forestry Review*, 4(3): 196-205.

ALMEIDA, T.; UHL, C. 1993. *Developing a model for planning of the soil use in the Eastern Amazônia with a quantitative database: Paragominas case*. IMAZON/EMBRAPA - CPATU. Belém, Pará. 30 p. (in Portuguese)

ARAGÃO, I. L. G.; ALMEIDA, S. S. 1997. Compared ecological structure of populations of acapu (*Vouacapoua americana* Aubl. Caesalpiniaceae) in two terra firme forests of the Eastern Amazônia. In: LISBOA, P. L. B. (Eds). *Caxiuanã*. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará. p. 227-290. (in Portuguese)

AZEVEDO, C. P. de, SANQUETTA, C. R., SILVA, J. N. M., MACHADO, S. do A. 2008 Effect of logging and the silvicultural treatments on the ecological grouping of species. *FLORESTA*, 38(1): 53-69. (in Portuguese, with abstract in English)

BARRETO, P.G.B.; UHL, C.; YARED, J.A.G. 1993. The potential of wood sustainable production in Paragominas - Pará, in the Eastern Amazônia: ecological and economic account of. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO e CONGRESSO FLORESTAL PAN-AMERICANO, Curitiba, 1993. *Anais*. Curitiba, p. 387-392. (in Portuguese)

BARROS, P. L. C. de. 1980. *Studies of the diameter distributions of the National Forest of the Tapajós – Pará*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná. 123p. (in Portuguese)

BARROS, A.V. de; BARROS, P.L.C. de; SILVA, L.C.B. da 2000. Phytosociological analysis of a forest in Curuá-Una – Pará. *Revista de Ciências Agrárias*, 34: 9-36. (in Portuguese, with abstract in English)

CARVALHO, J.O.P. 1992. *Structure and dynamics of a logged over Brazilian Amazonian rain forest*. PhD Thesis, Oxford University. Oxford. 215p.

COSTA, D. H. M. 2000. *Dynamics of the forest composition and growth of a terra firme forest area in the Flona Tapajós after wood harvest*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, Pará. 81p. (in Portuguese)

FRANCES, L. M. de B. 2006. *Impact of the logging in the structure of a forest in the Paragominas region, Pará, in regard to two intensities of wood harvest*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pará. 203p. (in Portuguese)

FREDEEN, A. L., FIELD, C. B. 1991. Leaf respiration in Piper species native to a Mexican rain forest. *Physiologia Plantarum*, n. 82, p. 85-92.

FREITAS, J. V. de. 2004. *Improving Tree Selection for Felling and Retention in Natural Forest in Amazonia Through Spatial Control and Targeted Seed Tree Retention: A Case Study of a Forest Management Project in Amazonas State, Brazil*. PhD Thesis, University of Aberdeen, Aberdeen. 207p.

GRAAF, N.R. de; POELS, R.L.H.; VAN ROMPACY, R.S.A.R. 1999. Effect of silvicultural treatment on growth and mortality of rainforest in Suriname over long periods. *Forest Ecology and Management*, 124: 123-135.

HIGUCHI, N.; VIEIRA, G. 1990 Sustained management of terra firme tropical rain forest in the Manaus region - a research project of the INPA. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO,

- 6, Campos do Jordão, 1990. *Anais. Campos do Jordão, 1990*. p. 34-37. (in Portuguese)
- HIGUCHI, N.; VIEIRA, G.; MINETTE, L. J.; FREITAS, J. V.; JARDIM, F. C. S. 1991. Forest development: S.E.L. System (Selection of Listed Species) to manage the *terra firme* tropical rain forest of the Amazonia. In: Val, A.L., Figliuolo, R., Feldberg, E. (Eds.) *Scientific bases for development and preservation strategies of the Amazonia: facts and perspectives*. SCT/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Amazonas. p. 197-206 (in Portuguese)
- HOLMES, T.P.; BLATE, G.M.; ZWEED, J.C.; PEREIRA JR., R.; BARRETO, P.; BOLTZ, F.; BAUCH, R. 2002. Financial and ecological indicators of reduced impact logging performance in the eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*, 163: 93-110.
- JARDIM, F. C. da S. 1990. Mortality and growth in the equatorial *terra firme* forest. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica*, 6(2): 227-234. (in Portuguese, with abstract in English)
- JARDIM, F.C. da S.; SOUZA, A.L. de; SILVA, A.F. da; BARROS, N.F. de; SILVA, E.; MACHADO, C.C. 1996a. Dynamics of tree vegetation with dbh above 5cm: comparison between functional and ecophysiological groups in the INPA's experimental station of tropical silviculture, Manaus-AM. *Revista Árvore*, 20(3): 267-278. (in Portuguese, with abstract in English)
- JARDIM, F.C. da S.; SOUZA, A.L. de; BARROS, N.F. de; SILVA, E.; MACHADO, C.C.; SILVA, A.F. da. 1996b. Grouping of the tree species of an equatorial forest in the Manaus-AM region. *Boletim da FCAP* 26: 7-29. (in Portuguese, with abstract in English)
- JARDIM, F. C. da S. 1995. *Behavior of natural regeneration of tree species in different intensities of thinning by girdling in the Manaus-AM region*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 158p. (in Portuguese, with abstract in English)
- JIA-RONG, G.; YANG, G. 2007. Effects of disturbance on regeneration of *Abies fabri* forests at the upper reaches of the Yangtze River. *Forestry Studies in China*, 9(1): 27-32.
- JONKERS, W. B. J. 1987. *Vegetation structure, logging damage and silviculture in a tropical rain forest in Suriname*. Wageningen: Agricultural University, 172p. (Ecology and Management of Tropical Rain Forests in Suriname, 3).
- LAMMPRECHT, H. 1990. *Silviculture in the tropics: forest ecosystems and respective tree species, possibilities and sustained exploitation method*. GTZ Eschborn, 1990. 343p. (in Portuguese)
- LOPES, J. do C. A. 1993. *Demography and temporal fluctuations of natural regeneration after logging: Flona do Tapajós-Pará*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. 133p. (in Portuguese)
- MACIEL, M. de N.M.; QUEIROZ, W.T. de; OLIVEIRA, F. de. 2000. Phytosociological parameters of a *terra firme* tropical forest in the National Forest of Caxiuanã (PA). *Revista de Ciências Agrárias*, 34: 85- 106. (in Portuguese, with abstract in English)
- MALHEIROS, M. A. B. 2001. *Characterization of the flow of photosynthetic active radiation, spectral irradiance and red/far red relation in gaps from the selective logging, in Moju-Pará, Brazil*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. 93p. (in Portuguese, with abstract in English)
- NASCIMENTO, Z. P. D. do. 2003. *Population dynamics of *Lecythis idatimon* Aublet after selective logging in a terra firme tropical forest*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. 61p. (in Portuguese, with abstract in English)
- NEMER, T. C., JARDIM, F.C. da S. 2004. An assesment of diameter growth rate in a population of *Eschweilera odora* (Poepp.) Miers with dbh \geq 5cm in a logged tropical rainforest, Moju, state of Pará, Brazil. *Revista de Ciências Agrárias*, 41: 77-88. (in Portuguese, with abstract in English)
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; SCOLFORO, J.R.S.; MELLO, J.M. 1994. Floristic composition and communitarian structure of a remainder of montana semideciduous forest in Lavras, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, 17(2): 167-182. (in Portuguese, with abstract in English)
- RIBEIRO, R.J.; HIGUCHI, N.; SANTOS, J dos; AZEVEDO, C.P. de. 1999. Plant structural analysis on Carajás and Marabá regions – PARA State, Brazil. *Acta Amazônica*, 29(2): 207-222. (in Portuguese, with abstract in English)
- RIERA, B. 1990 The gaps: a model to the forest exploitation. In: ATELIER SUR L'AMENAGEMENT ET LA CONSERVATION DE L'ECOSYSTEME FORESTIER TROPICAL HUMIDE. Cayenne, 1990. *Étude de cas*, 33. (in French)
- SENA, J. R. C. de et al. 2000. Natural regeneration dynamics of *Sterculia pruriens* (Aubl) Schum. Sterculiaceae (axixá), in gaps and their influenced areas in a selectively logged forest, Moju-Pará. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FCAP, SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL 4. 2000, Belém. *Resumos*. FCAP. Unidade de Apoio à Pesquisa e a Pós-Graduação, Belém, Pará. p. 340-343. (in Portuguese).
- SERRÃO, D.R. 2001. *Growth and mortality of tree species, in gaps from the selective logging, in Moju-Pará, Brazil*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. 64p. (in Portuguese, with abstract in English)
- SERRÃO, D.R. JARDIM, F.C. da S., NEMER, T.C. 2003. Survival of six forest species in a selectively logged area in Moju municipality, Pará. *Cerne*, 9(2): 153-163. (in Portuguese, with abstract in English).
- SILVA, G. A. P. da. 2000. *Evaluation of phytosociological behavior of the equatorial rain forest of the Experimental Station of Tropical Silviculture of the National Institute of Research of the Amazônia-Inpa, Manaus-AM*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. 70p. (in Portuguese, with abstract in English).
- SILVA, J.N.M. 1989. *The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging*. PhD Thesis, University of Oxford, Oxford. 302 p.
- SILVA, J.N.M; CARVALHO, J.O.P. de; LOPES, J. do C.A.; ALMEIDA, B.F. de; COSTA, D.H.M.; OLIVEIRA, L.C. de; VANCLAY, J.K. e SKOVSGAARD, J.P. 1995. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. *Forest Ecology and Management*, 71: 267-274.

- SIST, P.; FERREIRA, F.N. 2007. Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon. *Forest ecology and management*, 243(2-3): 199-209.
- SOUZA, A.L. de. 1989. *Analysis multivariated for natural forests management: alternatives of wood sustained yield for saw*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 255 p. (in Portuguese).
- SOUZA, A.L. de, JARDIM, F. C. S. 1993 *Silvicultural systems applicable to the tropical forests*. Viçosa, SIF. 125p. (Documento SIF, 008). (in Portuguese)
- VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; MATTOS, M.; TARIFA, R.; UHL, C. 1992. Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an oriental Amazonian frontier: the case of Paragominas. *Forest Ecology and Management*, 55: 169-199.
- VIEIRA, G. 1995 Dynamics of the remaining plant population in gaps after logging in the Amazon. *Conference on Forestry and Forest Products Research*. p. 54-67.
- VIEIRA, G. & HIGUCHI, N. 1990 Effect of the gap size on natural regeneration in mechanically logged forest in the Brazilian Amazonia. *In: 6º Congresso Florestal Brasileiro, Campos do Jordão, São Paulo, v. 3. P. 666-672.* (in Portuguese).
- YARED, J.A; SOUZA, A.L. 1993 *Analysis of the environment impacts of the tropical forest management*. Viçosa. UFV. 38 p. (Documento SIF, nº 9). (in Portuguese).

Recebido em 17/09/2008

Aceito em 28/10/2009