

Dinâmica da população de *Lecythis idatimon* Aubl. no período de 30 anos em uma floresta de terra firme manejada na Amazônia brasileiraDynamics of the *Lecythis idatimon* Aubl. population in a 30-year period in a terra firme managed forest in the Brazilian Amazon**Walmer Bruno Rocha Martins¹, Afonso Raniery Gomes Pinto¹,
Jéssica Saraiva da Costa¹, João Olegário Pereira de Carvalho¹,
Tatiana da Cunha Castro¹ e Ademir Roberto Ruschel¹****Resumo**

A dinâmica de crescimento de *Lecythis idatimon* Aubl. (Lecythidaceae) foi avaliada em uma área na Floresta Nacional de Tapajós, município de Belterra, Estado do Pará, onde foi realizada uma exploração madeireira planejada e anelagem de árvores como tratamento silvicultural. Cinco tratamentos foram considerados: T1 - colheita de árvores com DAP ≥ 45 cm; T2 - colheita de árvores com DAP ≥ 55 cm + anelagem de árvores competidoras até atingir 20,8% da área basal original; T3 - colheita de árvores com DAP ≥ 55 cm + anelagem de árvores competidoras até atingir 27,6% da área basal original; T4 - colheita de árvores com DAP ≥ 55 cm + anelagem de árvores competidoras até atingir 53,2% da área basal original; e T0 - floresta não explorada. Foi avaliado o incremento periódico anual em diâmetro (IPA_{DAP}), a densidade, mortalidade e recrutamento da espécie. Considerou-se na avaliação a influência da intensidade de radiação solar nas copas das árvores, influência da presença de cipós e das fases de desenvolvimento da floresta no IPA_{DAP} . A avaliação foi feita com dados coletados em 1983, 1987, 1989, 1995, 2003, 2008 e 2012, totalizando 30 anos de monitoramento. Verificou-se que ao longo do período avaliado o tratamento com maior crescimento diamétrico foi o T2, com média geral de 0,30 cm ano⁻¹. A espécie teve mortalidade elevada nos tratamentos T2 e T4 com maior intensidade nas classes diamétricas inferiores. Os indivíduos de *L. idatimon* que receberam maior intensidade de radiação solar nas copas e que não tinham cipós nos fustes cresceram mais rápido. O crescimento da população de *Lecythis idatimon* Aubl. é beneficiado por aberturas no dossel, seja por exploração florestal seja por tratamentos silviculturais. A maior exposição das copas à radiação solar, naturalmente ou não, possibilita maior incremento em diâmetro das árvores, principalmente na fase de floresta madura. Entretanto, grandes aberturas no dossel (redução de 27,6% e 53,8% de área basal no presente estudo são práticas que ecológica e economicamente poderão comprometer a conservação da população dessa espécie e de outras. Desbastes mais brandos, com menor redução de área basal da floresta (19,1% na presente pesquisa), são recomendados.

Palavras-chave: Crescimento diamétrico; tratamentos silviculturais; distribuição diamétrica de árvores.

Abstract

The changes in growth rate of *Lecythis idatimon* Aubl. (Lecythidaceae) was evaluated during 30 years in a forest area in the Tapajós National Forest, municipality of Belterra, Pará state, where a planned logging and silvicultural treatments were performed. Five treatments were considered: T1 - harvest of trees with DBH ≥ 45 cm; T2 - harvest of trees with DBH ≥ 55 cm + girdling of competing trees until reaching 20.8% of the original basal area; T3 - harvest of trees with DBH ≥ 55 cm + girdling of competing trees until reaching 27.6% of the original basal area; T4 - harvest of trees with DBH ≥ 55 cm + girdling of competing trees until reaching 53.2% of the original basal area; and T0 - unlogged forest. The periodic annual increment in diameter (IPA_{DAP}), density, mortality and recruitment of trees were evaluated. The influence of solar radiation on crowns, influence of the presence of climbers, and influence of forest growth phases on IPA_{DAP} were evaluated. Data were collected in 1983, 1987, 1989, 1995, 2003, 2008 and 2012, totaling 30 years of monitoring. The results showed that the growth of the *Lecythis idatimon* Aubl. population is favored by canopy opening by logging or by silvicultural treatments. The solar radiation on crowns allows more increase in diameter of trees, mainly in the mature forest phase. But big canopy opening (such as reduction of 27.6 and 53.8% of basal area in the present study) are practices that ecologically and possibly economically could prejudice the conservation of this species as well as of other species populations. We recommend applying less intensive thinning with lower basal area reduction (19.1% in the present study).

Keywords: Diametric growth rate; silvicultural treatments; diameter distribution of trees.

1. Departamento de Ciências Florestais. Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA. Belém / PA, Brasil.
E-mail: walmerbruno@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Conhecer o comportamento populacional de cada espécie seria o ideal para realizar o manejo florestal sustentável. Estudos de dinâmica populacional fornecem informações quanto à estabilidade da espécie, taxas de crescimento de todos os indivíduos, taxa de mortalidade, ingresso e recrutamento na população, assim como a relação da espécie dentro da comunidade florestal.

A exploração inadequada das florestas naturais contribui para a perda da cobertura vegetal e conseqüentemente da diversidade de espécies, tornando-se necessária a aplicação de práticas e técnicas adequadas, buscando a sustentabilidade. Para isso, as florestas devem ser manejadas de forma que consigam, ao longo dos anos, recuperar o estoque em volume que foi retirado durante a exploração (SOUZA et al., 2015) e garantir a perpetuação e utilização dos recursos naturais.

As técnicas de Exploração de Impacto Reduzido (EIR) são alternativas à exploração convencional, visto que, suas práticas são planejadas detalhadamente para reduzir os danos gerados pela atividade e aumentar a eficiência da exploração (BOLTZ; HOLMES; CARTER, 2003), minimizando os impactos nos indivíduos remanescentes, permitindo seu desenvolvimento para futuros cortes.

Pesquisas tem demonstrado que devido aos reduzidos impactos gerados pela EIR, algumas intervenções, após a extração, são necessárias na floresta remanescente (PEÑA-CLAROS et al., 2008; WADSWORTH; ZWEEDE, 2006). Segundo

Fredericksen e Putz (2003), certas espécies de valor comercial necessitam de alterações mais impactantes para aumentarem suas taxas de crescimento.

Conhecer o crescimento das árvores é de grande importância para os gestores do setor florestal, no sentido de auxiliar no planejamento mais adequado das atividades florestais (COSTA; SILVA; CARVALHO, 2008). Isso porque, o crescimento é influenciado por fatores inerentes a cada espécie e, também, pelas condições ambientais como, por exemplo, competição por água, luz, nutrientes e espaço em que os indivíduos se encontram (JARDIM, 2015; KUSWANDI, 2014). Ao se estudar a dinâmica de uma determinada população arbórea, deve-se levar em consideração o crescimento, mortalidade e recrutamento dos indivíduos (SALOMÃO; MATOS; ROSA, 2002), pois estes são considerados instrumentos que fornecem a base para o desenvolvimento de modelos de produção, auxiliando na indicação de métodos sustentáveis de manejo (REIS et al., 2015).

A aplicação de tratamentos silviculturais interfere, de forma positiva, na taxa de crescimento (CASTRO; CARVALHO, 2014; PEÑA-CLAROS et al., 2008), promovendo a regeneração natural e o crescimento de mudas e árvores para ciclos de corte subsequentes (GOMES et al., 2010). Dentre as técnicas aplicadas em florestas naturais, têm-se corte de cipós, liberação de copa para aumentar a captação de luz, redução da área basal via supressão de árvores, condução da regeneração natural e plantio de mudas em clareiras geradas pela exploração (GOMES et al., 2010). Os tratamentos silviculturais afetam, de maneira direta ou indireta, a dinâmica da floresta por formarem clareiras. Essas clareiras são capazes de alterar o microclima da floresta, mediante a formação de complexos gradientes, como o aumento da radiação solar (SANTOS; JARDIM, 2010).

Na Amazônia, vêm sendo realizados estudos sobre a dinâmica da população de indivíduos arbóreos em florestas nativas manejadas, contudo, esses estudos que tratam principalmente de toda a comunidade arbórea, ainda são escassos para espécies com potencial econômico como *Lecythis idatimon* Aubl. Realizar pesquisas sobre o comportamento desta espécie vai auxiliar na melhoria das técnicas aplicadas ao seu manejo.

Lecythis idatimon Aubl. é uma espécie comumente conhecida como matamatá, matamatá-vermelho, jatereu, ripeira (RIOS; PASTORE JÚNIOR, 2011). Pertencente à família Lecythidaceae, suas árvores podem atingir uma altura total de até 30 metros (MORI; PRANCE, 1990), ocorrendo naturalmente em alta abundância na Amazônia brasileira, com características físicas e químicas da madeira para uso energético (MOUTINHO et al., 2011) e potencial para serraria e laminação (SOUZA et al., 2006).

Para que o manejo de espécies arbóreas com potencial econômico seja adequado, torna-se fundamental que informações sobre crescimento dessas espécies sejam conhecidas (TAFFAREL, 2014). Nesse contexto, avaliou-se o crescimento diamétrico da espécie *L. idatimon* em um período de 30 anos em uma área onde foi realizada uma exploração planejada e aplicação de tratamentos silviculturais na Floresta Nacional do Tapajós, no município de Belterra, estado do Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado em uma área experimental de 180 ha situada à altura do Km 114 da BR 163 (Rodovia Santarém-Cuiabá), entre as coordenadas geográficas 03° 18' 31,84364" a 03° 19' 21,48821" de Latitude Sul e 54° 56' 27,96367" a 54° 56' 15,13091" de Longitude Oeste, na Floresta Nacional do Tapajós, no município de Belterra, Pará.

O clima do município segundo a classificação de Köppen é do tipo "Am", caracterizado como tropical, possuindo uma estação seca de 2 a 3 meses por ano. A temperatura média é de 25 °C, com umidade relativa do ar de aproximadamente 80% e precipitação média de 2110 mm ano⁻¹, sendo o período mais chuvoso de março a maio (CARVALHO, 2002).

O relevo é considerado plano a levemente ondulado e a altitude situa-se em torno de 175 m acima do nível do mar. O solo predominante é o Latossolo Amarelo Distrófico moderado (RODRIGUES et al., 2001). A vegetação da área de pesquisa é caracterizada como floresta ombrófila densa submontana (IBGE, 2012).

A área experimental de 180 ha é formada por uma área de 144 ha, que foi explorada, e uma área de 36 ha, que não foi explorada. A exploração florestal nos 144 ha foi realizada em 1982, com a colheita planejada da madeira de 38 espécies arbóreas (CARVALHO; SILVA; LOPES et al., 2004). Foram extraídas em média 12 árvores ha⁻¹ e um volume médio de 90 m³ ha⁻¹ (CARVALHO, 1987). Em 1994, doze anos após a exploração florestal, foram aplicados tratamentos silviculturais na área explorada, com o objetivo de eliminar árvores preferencialmente de espécies consideradas não comerciais, tanto do ponto de vista madeireiro como não madeireiro (COSTA; SILVA; SILVA, 2001). O método utilizado foi o desbaste sistemático (refinamento), para eliminar árvores de espécies não comerciais a partir de um diâmetro mínimo de 15 cm, até atingir a redução de área basal planejada para cada tratamento do experimento. Foi aplicada a técnica de anelagem em entalhes com a aplicação adicional de produto químico. Essa técnica consiste em fazer um anel de aproximadamente 30 cm com golpes contínuos de machadinha em torno do fuste das árvores, sem retirar a casca. O produto utilizado foi Tordon 2,4 D, diluído em óleo diesel, a uma concentração de 5% (COSTA; SILVA; SILVA, 2001).

Delineamento experimental e coleta de dados

Para o monitoramento da vegetação após a exploração, foram medidas todas as árvores da espécie *L. idatimon* com DAP (diâmetro a altura do peito, convencionado a 1,30 m da superfície solo) ≥ 5 cm nos anos de 1983, 1987, 1989, 1995, 2003, 2008 e 2012 em 60 parcelas permanentes de 2500 m² (50 x 50 m) cada uma, sendo 48 (12 ha) nos 144 hectares explorados e 12 (3 ha) em 36 hectares não explorados. Na área explorada foram estabelecidos quatro tratamentos (T1, T2, T3 e T4) e a área não explorada (T0) foi utilizada para efeito de comparação (Tabela 1). É importante observar que o diâmetro mínimo de corte no T1 foi de 45 cm (DAP > 45 cm), que era o diâmetro permitido pela legislação na época e, portanto, utilizado em todas as explorações florestais. O diâmetro mínimo de

Tabela 1. Descrição dos tratamentos aplicados na área experimental do km 114, BR 163, Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.

Table 1. Description of treatments applied in the km 114 experimental area, BR 163, Tapajós National Forest, Belterra, Pará.

Tratamentos	
T0	Floresta não explorada em 36 ha, a 200 m de distância da área explorada e a 500 m da rodovia BR 163
T1	Colheita de fustes comerciais de árvores com DAP ≥ 45 cm de 38 espécies de madeira comercial resultando na redução de 19,1% de área basal original ¹
T2	Colheita de fustes comerciais de árvores com DAP ≥ 55 cm de 38 espécies de madeira comercial + anelamento e aplicação de produto químico em árvores de espécies não comerciais, resultando na redução de 20,8% da área basal original ¹
T3	Colheita de fustes comerciais de árvores com DAP ≥ 55 cm de 38 espécies de madeira comercial + anelamento e aplicação de produto químico em árvores de espécies não comerciais, resultando na redução de 27,6% da área basal original ¹
T4	Colheita de fustes comerciais de árvores com DAP ≥ 55 cm de 38 espécies de madeira comercial + anelamento e aplicação de produto químico em árvores de espécies não comerciais, resultando na redução de 53,2% da área basal original ¹

¹ Avila et al. (2015)

55 cm utilizado nos outros três tratamentos foi uma iniciativa dos pesquisadores visando à conservação de maior número de árvores para as colheitas futuras e, conseqüentemente, a conservação da floresta.

Cálculo e análise dos dados

Avaliou-se a distribuição diamétrica da população de árvores ($DAP > 5,0$ cm) de *L. idatimon* em quatro ocasiões: 1981 (um ano antes da exploração), 1983 (um ano após a exploração), 1995 (um ano após os tratamentos silviculturais) e 2012 (final do período de monitoramento, trinta anos após a exploração e doze anos após os tratamentos silviculturais). As árvores foram distribuídas em doze classes, com intervalos de 5,0 cm entre elas (5,0-9,9; 10,0-14,9 cm e assim por diante).

Durante 30 anos (1983-2012), avaliou-se o crescimento, a densidade, a mortalidade, inclusive por classe diamétrica, e o recrutamento dos indivíduos de *L. idatimon* com $DAP \geq 5$ cm, em cada tratamento.

O crescimento foi avaliado por meio do cálculo do Incremento Periódico Anual em diâmetro (IPA_{DAP}), considerando a diferença entre duas medições ($DAP_{Final} - DAP_{Inicial}$)/T, sendo T o tempo em anos entre as duas medições. A densidade absoluta (DA) foi determinada pelo número de indivíduos da espécie registrados no total de parcelas amostradas. A mortalidade foi determinada pela diferença entre o número de indivíduos registrados em uma medição e o número de indivíduos da medição anterior. O recrutamento foi considerado como sendo o número de novos indivíduos com $DAP \geq 5$ cm, que ingressaram na população da espécie entre duas medições.

O IPA_{DAP} foi avaliado em seis ocasiões, de acordo com a remedição das árvores nas parcelas permanentes e ainda considerando em cada medição três variáveis: (1) intensidade luminosa nas copas das árvores (nível 1 = copas totalmente iluminadas; nível 2 = copas parcialmente iluminadas; e nível 3 = copas sombreadas); (2) presença ou ausência de cipós nas árvores; e (3) fases de desenvolvimento da floresta, nas quais as árvores estão presentes (clareiras = parcelas com áreas abertas com poucas ou nenhuma árvore com $DAP > 10$ cm presente e uma abertura no dossel de mais de 50% da parcela; floresta em construção = com presença de árvores com $10 \text{ cm} \leq DAP < 40$ cm; e floresta madura = com presença de árvores com $DAP \geq 40$ cm), de acordo com a metodologia descrita por Silva et al. (2005).

Os dados utilizados para o cálculo do IPA_{DAP} nos períodos de avaliação e a influência da intensidade luminosa na copa, presença de cipós e fases de desenvolvimento da floresta em relação ao IPA_{DAP} por tratamentos foram submetidos ao teste de normalidade de D'Agostino e de homogeneidade de variância de Bartlett. Em seguida foi realizada análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas no tempo para verificação do efeito dos tratamentos nos seis períodos (1983-1987, 1987-1989, 1989-1993, 1993-2005, 2005-2008 e 2008-2012), sendo as médias do IPA comparadas pelo teste SNK (Student Newman Keuls) e "t" de Student a 5% de significância, com auxílio dos softwares STATISTICA 8.0 e SigmaPlot 13.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área experimental de 180 ha, nas 60 parcelas permanentes (amostra de 15 ha), foram registradas 319 espécies arbóreas, considerando árvores com DAP mínimo de 5,0 cm no período de 1981 a 2012, corroborando com o estudo de Avila et al. (2015), com uma densidade média de $1.243,55 \pm 92,83$ árvores ha^{-1} e área basal média de $30,15 \pm 1,80$ $m^2 ha^{-1}$. A dominância relativa média de *L. idatimon* na área explorada foi de 0,79% e na área não explorada foi de 0,17%.

A distribuição diamétrica do número de indivíduos de *L. idatimon* em diferentes períodos mostra que há indivíduos em todas as classes, seguindo um padrão contínuo decrescente, sem alteração acentuada após as intervenções silviculturais (Figura 1). Esse padrão de distribuição é característico de espécies consideradas tolerantes à sombra, as quais se desenvolvem em ambientes com luz difusa (JARDIM, 2015; MACHADO et al., 2017).

Hirai et al. (2012), Francez et al. (2007) e Souza et al. (2006) argumentaram que a espécie é considerada importante na estrutura da floresta, pois encontra-se presente em todas as classes diamétricas, sendo uma das mais abundantes no município de Paragominas-PA.

A análise de variância mostrou que ocorreu diferença significativa entre os tratamentos nos períodos de avaliação (Tabela 2), sendo que, a espécie cresceu mais em diâmetro nos tratamentos T2 e T4, exceto de 1995 a 2003, quando o incremento médio foi maior no T3. Apesar disso, o T2 com IPA_{DAP}

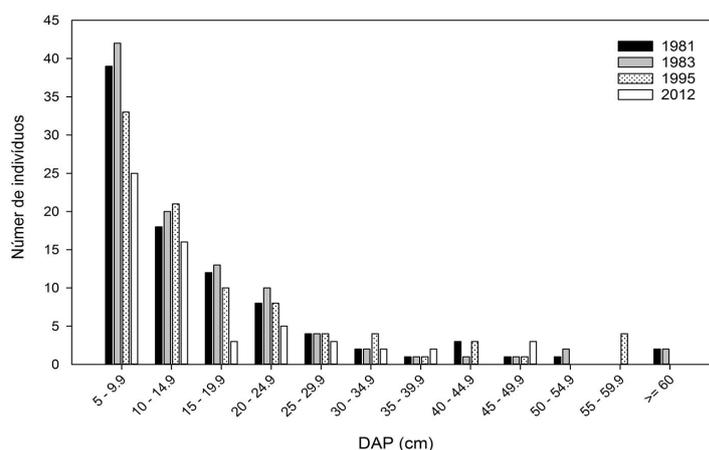


Figura 1. Distribuição diamétrica de *Lecythis idatimon* Aubl. em quatro períodos em uma área de 180 ha manejada na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. 1981 – sem interferência antrópica; 1983 – um ano após a exploração; 1995 – um ano após a aplicação de tratamentos silviculturais; e 2012 – trinta anos após a exploração florestal e doze anos após os tratamentos silviculturais.

Figure 1. Diameter distribution of *Lecythis idatimon* Aubl. in four periods in an area of 180 ha managed in the Tapajós National Forest, Belterra, Pará. 1981 - without anthropic interference; 1983 - one year after the holding; 1995 - one year after application of silvicultural treatments; 2012 - thirty years after logging and twelve years after silvicultural treatments.

Tabela 2. Incremento periódico anual em diâmetro (IPA_{DAP} - $cm\ ano^{-1}$) de *Lecythis idatimon* Aubl. por tratamento e período em uma área de 180 ha da Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.

Table 2. Periodic annual diameter incrementer (AIP_{DBH} $cm\ yr^{-1}$) of *Lecythis idatimon* Aubl. by treatment and by period in a 180 ha area in the Tapajós National Forest, Belterra, Pará.

Período	T0	T1	T2	T3	T4	Média
Colheita: 1982						
1983-1987	0,07 b ⁽²⁰⁾	0,32 a ⁽¹⁴⁾	0,34 a A ⁽³⁷⁾	0,39 a A ⁽⁸⁾	0,35 a ⁽²⁶⁾	0,29
1987-1989	0,05 b ⁽²⁰⁾	0,21 a ⁽¹⁵⁾	0,26 a AB ⁽³⁸⁾	0,09 b C ⁽⁹⁾	0,26 a ⁽²⁴⁾	0,17
Tratos silv: 93-94						
1989-1995	0,05 b ⁽²⁰⁾	0,12 ab ⁽¹⁵⁾	0,19 a BC ⁽³⁸⁾	0,07 b C ⁽⁹⁾	0,20 a ⁽²⁴⁾	0,13
1995-2003	0,04 d ⁽¹⁹⁾	0,11 c ⁽¹⁵⁾	0,15 bcC ⁽³⁵⁾	0,27 a B ⁽⁹⁾	0,18 b ⁽²⁰⁾	0,15
2003-2008	0,09 c ⁽¹⁶⁾	0,13 bc ⁽¹⁵⁾	0,33 a A ⁽³⁴⁾	0,15 bcC ⁽⁶⁾	0,24 ab ⁽²⁰⁾	0,19
2008-2012	0,04 c ⁽²⁰⁾	0,13 b ⁽¹⁴⁾	0,50 a A ⁽²⁶⁾	0,17 b BC ⁽⁶⁾	0,13 bc ⁽¹³⁾	0,19
Média geral	0,06 c	0,17 b	0,30 a	0,19 b	0,23 ab	
Área Basal	-----	0%	-20,8%	-27,6%	-53,8%	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de SNK a 5% de probabilidade de erro. Valores entre parênteses demonstram o número de árvores utilizadas para análise de IPA_{DAP} .

de $0,30\ cm\ ano^{-1}$ foi considerado o melhor tratamento nos 30 anos de monitoramento, embora não tenha diferido estatisticamente do T4 (Tabela 2).

Em todos os tratamentos da área explorada o incremento foi maior do que na floresta não-explorada (T0), sendo superior em até 80% após 30 anos, demonstrando que *L. idatimon* foi favorecida pela exploração florestal realizada em 1982. Essa modificação na estrutura da floresta, além de aumentar a intensidade de luz, elimina indivíduos que concorrem diretamente por espaços, proporcionando aumento no diâmetro dos indivíduos remanescentes (WADSWORTH; ZWEEDE, 2006).

A média geral do IPA_{DAP} foi superior no primeiro período em relação aos demais, excetuando-se a área não-explorada (Tabela 2), apesar de não ter ocorrido diferença significativa ($p=0,306$), mesmo excluindo-se da análise o T0 ($p=0,111$). O incremento médio primeiramente decresceu de 1983 a 1989, devido à exploração realizada em 1982. Isso demonstra que a exploração foi benéfica no primeiro momento, mas que, essa taxa de crescimento diminuiu na medição seguinte (1987-1989) em todos os tratamentos na área explorada. Resultados semelhantes, com crescimento rápido nos primeiros anos após alteração na estrutura da floresta e uma contínua diminuição ao longo do tempo, em decorrência do fechamento do dossel e ingresso de espécies concorrentes, foram observados nos estudos de Costa, Carvalho e Berg (2007) e Silva et al. (1995), realizados em outra área experimental a 47 km distante da área da presente pesquisa, também na Floresta Nacional do Tapajós e com árvores de $DAP \geq 5\ cm$.

As árvores de *L. idatimon* no T2 em geral tiveram maior incremento, principalmente após as intervenções, podendo-se dizer, que a espécie é favorecida por alterações, embora aquelas consideradas mais intensas como as que ocorreram no T3 e T4 não tenham proporcionado um incremento semelhante ao verificado no T2 na última avaliação (Tabela 2). Atualmente, desbastes demasiadamente pesados comprometem a sustentabilidade do manejo florestal, pois ocasionam o desequilíbrio entre as espécies florestais no ecossistema, gerando também elevados custos, podendo comprometer a viabilidade econômica do manejo.

Os indivíduos de *L. idatimon* tiveram alta mortalidade nos tratamentos T2, T4 e T0, principalmente no período de 1995 a 2012 (Tabela 3), causada provavelmente pela competição por espaço e nutrientes, considerando que a densidade total de indivíduos nesses tratamentos era superior à densidade dos demais.

Tabela 3. Mortalidade (M), recrutamento (R) e densidade média por hectare (DA) de *Lecythis idatimon* Aubl. com DAP \geq 5 cm em uma área manejada durante 30 anos de monitoramento na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará.

Table 3. Mortality and recruitment of Individuals of *Lecythis idatimon* Aubl. with DBH \geq 5 cm in a logged area monitored during 30 years in the Tapajós National Forest, Belterra, Pará.

Período	Número de indivíduos ha ⁻¹														
	T0			T1			T2			T3			T4		
	M	R	DA	M	R	DA	M	R	DA	M	R	DA	M	R	DA
1983-1987	0	0	6,7	6	3	5,7	3	2	13,0	1	1	3,0	3	1	9,0
1987-1989	0	0	6,7	2	0	5,0	1	2	13,3	0	0	3,0	3	1	8,0
1989-1995	0	0	6,7	0	0	5,0	2	1	13,0	0	0	3,0	1	2	8,3
1995-2003	1	0	6,3	0	1	5,3	4	1	12,0	0	1	3,3	6	1	6,6
2003-2008	3	7	7,7	1	1	5,3	2	2	12,0	4	0	2,0	1	4	8,0
2008-2012	3	0	6,7	1	0	5,0	10	1	9,0	0	1	2,3	11	0	4,3
MÉDIA	1,2	1,2	6,8	1,7	0,8	5,2	3,7	1,5	12,1	0,8	0,5	2,8	4,2	1,5	7,4
TOTAL	7	7	----	10	5	----	22	9	----	5	3	----	25	9	----

M = Mortalidade; R = Recrutamento e; D = Densidade absoluta (número de indivíduos da espécie *Lecythis idatimon* em um hectare).

De maneira geral, a mortalidade dos indivíduos de *L. idatimon* foi maior para aqueles de menor diâmetro (Figura 2), considerados mais propensos a morrer devido à queda natural de árvores ou outra alteração antrópica no ecossistema.

No estudo de Mendes et al. (2013) em uma floresta ombrófila densa no município de Moju-PA, *L. idatimon* era uma das espécies mais abundantes com 4,90 a 10,01 indivíduos por hectare, com DAP \geq 5 cm, estando de acordo com os resultados da presente pesquisa (Tabela 3).

O crescimento em diâmetro de *L. idatimon* foi favorecido pela radiação solar, sobretudo daquelas árvores cujas copas estavam totalmente expostas à luz, sem interferência de copas adjacentes (Figura 3). Isso demonstra que quanto maior for a área fotossinteticamente ativa ocupada pelas folhas, melhor

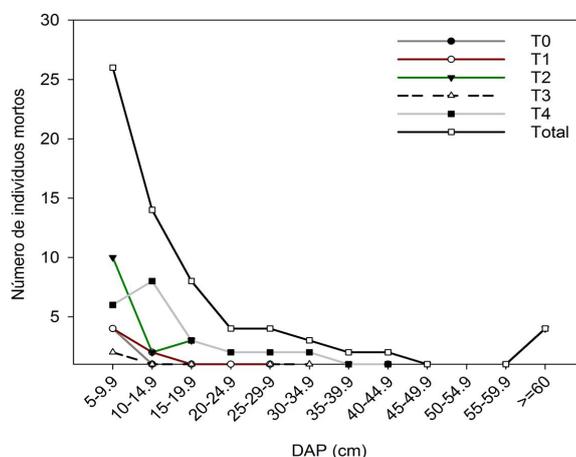


Figura 2. Distribuição diamétrica das árvores de *Lecythis idatimon* Aubl. que morreram durante 30 anos em uma área de 180 ha manejada na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará.

Figure 2. Diameter distribution of the trees of *Lecythis idatimon* Aubl. that died during 30 years in an area of 180 ha managed in the Tapajós National Forest, in the municipality of Belterra, Pará.

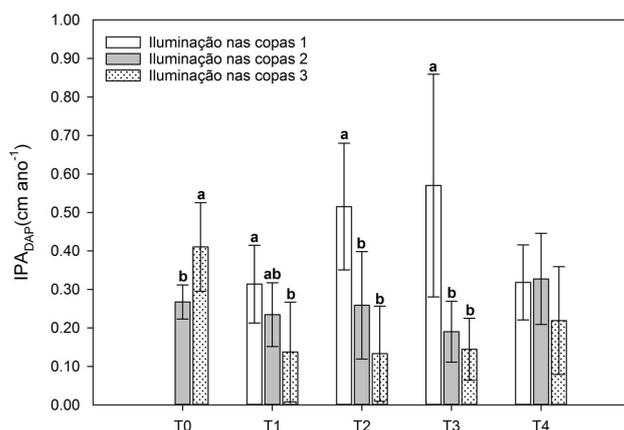


Figura 3. Incremento periódico anual em diâmetro (IPA_{DAP} - $cm\ ano^{-1}$) das árvores de *Lecythis idatimon* Aubl. com $DAP \geq 10$ cm em relação a intensidade de iluminação de copas em uma área de 180 ha manejada na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará. Intensidade de iluminação 1 = copa completamente exposta a luz; 2 = copa parcialmente iluminada; e 3 = copa completamente coberta pelas copas de árvores vizinhas. Médias seguidas de desvio padrão com a mesma letra em cada tratamento não diferem estatisticamente pelo teste SNK ($p < 0,05$).

Figure 3. Periodic annual diameter increment (API_{DBH} - $cm\ yr^{-1}$) of *Lecythis idatimon* Aubl. trees with $DBH \geq 10$ cm in relation to solar radiation intensity on crown in a 180 ha area in the Tapajós National Forest, municipality of Belterra, Pará. Solar radiation intensity 1 = crown completely exposed to solar radiation; 2 = crown partially exposed to solar radiation; and 3 = crown completely covered by surrounding trees crowns. Means followed by the standard deviation with the same letter in each treatment did not differ statistically by SNK test ($p < 0.05$).

será o desenvolvimento das árvores. Neste sentido, como os tratamentos silviculturais de desbastes ocasionaram mais espaço, os indivíduos remanescentes expandiram suas copas e, conseqüentemente, aumentaram o crescimento diamétrico do fuste.

As árvores nos tratamentos T1, T2 e T3, com copas totalmente iluminadas, cresceram mais, apresentando IPA_{DAP} de 0,31, 0,52 e 0,57 $cm\ ano^{-1}$ respectivamente (Figura 3). Não houve incremento significativo da espécie no T4 quando se considerou exclusivamente a radiação solar (Figura 3), o que pode estar relacionado ao desbaste pesado de indivíduos concorrentes (53,2% de redução da área basal) com incidência luminosa difusa, principalmente quanto às árvores total ou parcialmente iluminadas, gerando grande variação no crescimento entre as árvores.

No geral, os indivíduos com copa completamente iluminada, totalizando 23 indivíduos, tiveram um IPA_{DAP} de 0,43 $cm\ ano^{-1}$; as árvores (24) parcialmente sombreadas cresceram 0,22 $cm\ ano^{-1}$ e aquelas (26) totalmente sombreadas cresceram 0,16 $cm\ ano^{-1}$. Diversos estudos em florestas tropicais demonstraram que o desenvolvimento das árvores consideradas comerciais aumenta em decorrência da maior exposição das copas à intensidade luminosa (PEÑA-CLAROS et al, 2008; TAFFAREL et al., 2014; VATRAZ et al. (2016).

O IPA_{DAP} dos indivíduos de *L. idatimon* sem a presença de cipós foi maior estatisticamente no tratamento T4 do que daqueles com cipós (Figura 4). Quanto aos demais tratamentos não ocorreu diferença significativa, apesar de que, no T1 e T2 o incremento foi maior na ausência de cipós (Figura 2). Resultados semelhantes foram obtidos em estudos realizados por Vatrax et al. (2016) e Vidal et al. (2002) com árvores com $DAP \geq 10$ cm e por Souza et al. (2015) e Taffarel et al. (2014) com árvores com $DAP \geq 35$ cm, todos esses estudos foram realizados no município de Paragominas-PA e demonstraram que as árvores sem cipós cresceram mais do que aquelas com cipós.

No T2 e T4 ocorreram os maiores incrementos em relação ao efeito dos cipós, com 0,45 $cm\ ano^{-1}$ e 0,47 $cm\ ano^{-1}$, respectivamente, não diferindo entre si ($p = 0,53$). Taffarel et al. (2014) encontraram IPA_{DAP} de 0,44 $cm\ ano^{-1}$ para outra espécie do gênero *Lecythis* (*L. lurida* (Miers) S.A. Mori) em árvores nas quais foi realizado o corte de cipós, corroborando com os resultados do presente estudo.

A presença de cipós, além de limitar o crescimento de *L. idatimon*, pode contribuir para o aumento das clareiras na floresta por meio da queda de árvores, devido ao entrelaçamento das copas (PUTZ, 1984). A sua retirada pode diminuir os impactos negativos gerados durante a colheita da madeira (PINHO et al., 2003), dando mais segurança na atividade de corte das árvores e promovendo

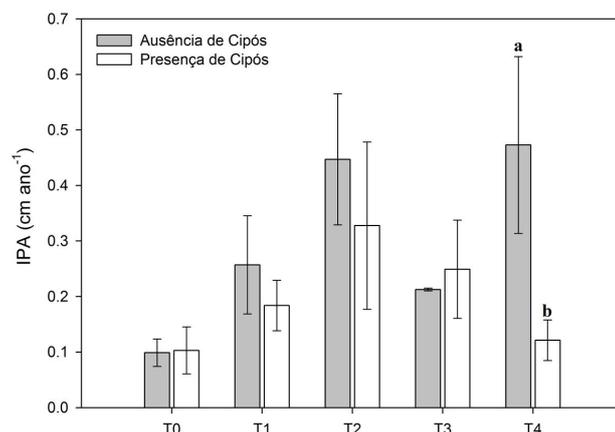


Figura 4. Incremento periódico anual em diâmetro (IPA_{DAP} - cm ano⁻¹) das árvores de *Lecythis idatimon* Aubl. com DAP ≥ 10 cm em relação a presença ou ausência de cipós em uma área de 180 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. Médias seguidas de desvio padrão com a mesma letra em cada tratamento não diferem estatisticamente pelo teste t de student ($p < 0,05$).

Figure 2. Periodic annual diameter increment (API_{DBH} - cm yr⁻¹) of *Lecythis idatimon* Aubl. trees with DBH ≥ 10 cm in relation to presence or absence of lianas in a 180 ha area in the Tapajós National Forest, municipality of Belterra, Pará. Means followed by the standard deviation with the same letter in each treatment did not differ statistically by student's t test ($p < 0.05$).

maior luminosidade pela liberação de copas (SOUZA; SOARES, 2013), tornando-se uma atividade indispensável para o manejo florestal sustentável (SCHNITZER; PARREN; BONGERS, 2004).

O IPA_{DAP} médio de *L. idatimon* foi superior em fase de floresta madura (FM) em comparação com floresta em construção (FC) e clareira (CL) (Figura 5). Os indivíduos em fases de CL e de FC inicialmente crescem em altura, uma estratégia natural de sobrevivência, e por conta disso, desenvolvem-se pouco em diâmetro. Em contrapartida, árvores que alcançaram o dossel ou que estão no sub-bosque crescem mais em diâmetro, pois sua altura tende a estagnar, enquanto não ocorre alteração na estrutura da floresta.

O IPA_{DAP} de *Lecythis idatimon* foi maior na fase de floresta madura ($p=0,003$) (Figura 3), pois os indivíduos ocupam o dossel da floresta garantindo o suprimento de luz necessário para uma fotossíntese mais intensa. Nesse ambiente as árvores do T2 foram, dentre os demais tratamentos, as que apresentaram maior crescimento ($p=0,003$). Isso indica que a espécie é considerada tolerante

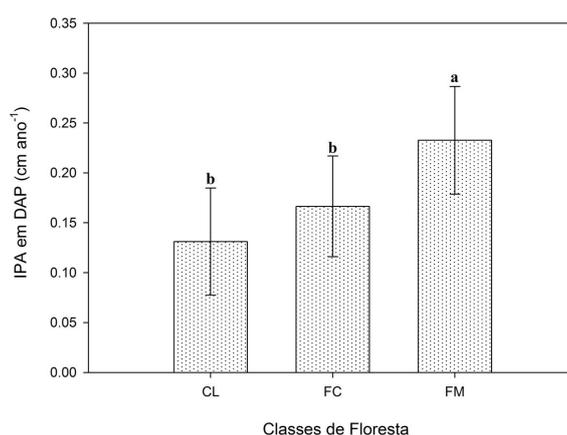


Figura 5. Incremento periódico anual em diâmetro (IPA_{DAP} - cm ano⁻¹) das árvores de *Lecythis idatimon* Aubl. com DAP ≥ 10 cm em relação as fases de desenvolvimento da floresta, em uma área de 180 ha na Floresta Nacional do Tapajós no município de Belterra, Pará. CL: clareira (parcelas com poucas ou nenhuma árvore com DAP > 10 cm e mais de 50% de abertura no dossel); FC: floresta em construção (árvores com 10 cm ≤ DAP < 40 cm); e FM: floresta madura (árvores com DAP > 40 cm). Médias seguidas de desvio padrão com a mesma letra em cada tratamento não diferem estatisticamente pelo teste SNK ($p < 0,05$).

Figure 5. Periodic annual diameter increment (API_{DBH} - cm yr⁻¹) of *Lecythis idatimon* Aubl. trees with DBH ≥ 10 cm in relation to forest growth phases, in an area of 180 ha in the Tapajós National Forest. CL: gaps (plot with a few or none trees with DBH > 10 cm and more than 50% of canopy opening); FC: building phase (trees with 10 cm ≤ DBH < 40 cm); and FM: mature forest (trees with DBH > 40 cm). Means followed by the standard deviation with the same letter in each treatment did not differ statistically by SNK test ($p < 0.05$).

à sombra na fase inicial de desenvolvimento (HIRAI et al., 2012), sendo beneficiada por pequenas intervenções na estrutura da floresta, o que estimula seu crescimento pela incidência de luz. Porém, quando a retirada de área basal aumenta (T3 e T4) e a intensidade luminosa aumenta demasiadamente, o incremento é afetado negativamente, pois ultrapassa a faixa de luz considerada ótima para o desenvolvimento da espécie, além de estimular o crescimento rápido de outras espécies que poderão concorrer pelos recursos disponíveis no sítio.

Espécies tolerantes e parcialmente tolerantes à sombra, crescem mais onde são aplicados tratamentos silviculturais com corte de cipós e desbaste (PEÑA-CLAROS et al., 2008), proporcionando maior crescimento das árvores mais grossas (KUSWANDI, 2014), estando de acordo com os resultados deste trabalho, onde os indivíduos de *L. idatimon* com maiores diâmetros cresceram mais em espessura do que aqueles de diâmetros menores.

CONCLUSÃO

O crescimento da população de *Lecythis datimon* Aubl. é beneficiado por aberturas no dossel, seja por exploração florestal seja por tratamentos silviculturais. A maior exposição das copas à radiação solar, naturalmente ou não, possibilita maior incremento em diâmetro das árvores, principalmente na fase de floresta madura. Entretanto, grandes aberturas no dossel (redução de 27,6 e 53,8% de área basal no presente estudo) são práticas que ecológica e economicamente muito certamente poderão comprometer a conservação da população dessa espécie e de outras. Desbastes mais brandos, com menor redução de área basal da floresta (19,1% na presente pesquisa), são recomendados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVILA, A. L.; RUSCHEL, A. R.; CARVALHO, J. O. P.; MAZZEI, L.; SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C.; ARAÚJO, M. M.; DORMANN, C. F.; BAUHUS, J. Medium-term dynamics of tree species composition in response to silvicultural intervention in a tropical rain forest. **Biological Conservation**, Essex, v. 191, p. 577-586, 2015.

BOLTZ, F.; HOLMES, P. T.; CARTER, D. R. Economic and environmental impacts of conventional and reduced-impact logging in Tropical South America: a comparative review. **Forest Policy and Economics**, Amsterdam, v. 5, n. 1, p. 69-81, 2003.

CARVALHO, J. O. P. Changes in the spatial distribution of tree species in a terra firme rain forest in Brazilian Amazonia after logging. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 38, p. 67-90, 2002.

CARVALHO, J.O.P. **Subsídios para o manejo de florestas naturais na Amazônia brasileira**: resultados de pesquisa da EMBRAPA/IBDF-PNPF. Belém, Embrapa-CPATU. 35 p.1987. (Documentos Embrapa, 43).

CARVALHO, J.O.P., SILVA, J.N.M., LOPES, J.C.A. Growth rate of a terra firme rain forest in Brazilian Amazonia over an eight-year period in response to logging. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, p. 209-217. 2004.

CASTRO, T. C.; CARVALHO, J. O. P. Dinâmica da população de *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev. durante 26 anos após a exploração florestal em uma área de Terra firme na Amazônia Brasileira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 161-169, 2014.

COSTA, D. H. M.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. Crescimento de árvores em uma área de terra firme na Floresta Nacional do Tapajós após a colheita de madeira. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 50, p. 63-76, 2008.

COSTA, D. H. M.; CARVALHO, J. O. P.; BERG, E. V. D. Crescimento diamétrico de maçaranduba (*Manilkara huberi* Chevalier) após a colheita da madeira. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v.3, n.5, p.65-76, 2007.

COSTA, D. H. M.; SILVA, S. M. A.; SILVA, J. N. M. Efetividade e custo do desbaste com aplicação de arboricida em floresta natural na região do Tapajós, Pará, e Jari, Amapá. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; YARED, J. A. G. (Ed.). **A silvicultura na Amazônia Oriental**: contribuições do projeto Embrapa/DFID. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/DFID, 2001. p. 339 - 352.

FRANCEZ, L. M. B.; CARVALHO, J. O. P.; JARDIM, F. C. S. Mudanças ocorridas na composição florística em decorrência da exploração florestal em uma área de floresta de terra firme na região de Paragominas, Pará. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 2, p. 219-228, 2007.

- FREDERICKSEN, T.S.; PUTZ, F.E. Silvicultural intensification for tropical forest conservation. **Biodiversity and Conservation**, Amsterdam, v. 12, p. 1445–1453, 2003.
- GOMES, J. M.; CARVALHO, J. O. P.; SILVA, M. G. NOBRE, D. N. V.; TAFFAREL, M.; FERREIRA, J. E. R.; SANTOS, R. N. J. Sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em clareiras causadas pela colheita de madeira em uma floresta de terra firme no município de Paragominas na Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 171-178, 2010.
- HIRAI, E. H.; CARVALHO, C. J. R.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; QUEIROZ, W. T. Efeito da exploração florestal de impacto reduzido sobre a regeneração natural em uma floresta densa de terra firme no município de Paragominas na Amazônia brasileira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 95, p. 306-315, 2012.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.
- JARDIM, F. C. S. Natural regeneration in tropical forests. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 58, n. 1, p. 105-113, 2015.
- KUSWANDI, R. The effect of silvicultural treatments on stand growth of logged-over forest in South Papua. **Indonesian Journal of Forestry Research**, Jakarta, v. 1, n. 2, p. 117-126, 2014.
- MACHADO, S.; CYSNEIROS, V.; NASCIMENTO, R. G.; MARTINS, A.; SCHMIDT, L. Projeto da estrutura diamétrica de grupos ecológicos em uma floresta ombrófila mista. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, p.1-10, 2017.
- MENDES, F. S.; JARDIM, F. C. S.; CARVALHO, J. O. P.; SOUZA, D. V.; ARAÚJO, C. B.; OLIVEIRA, M. G.; LEAL, E. S. Dinâmica da estrutura da vegetação do sub-bosque sob influência da exploração em uma floresta de terra firme no município de Moju-PA. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 377-389, 2013.
- MORI, S. A.; PRANCE, G. T. **Lecythidaceae part II: the zygomorphic-flowered new world genera (*Couroupita*, *Corythophora*, *Bertholletia*, *Couratari*, *Eschweilera*, & *Lecythis*)**; with a study of secondary of neotropical lecythidaceae. New York: The New York Botanical Garden, 1990. 375 p.
- MOUTINHO, V. H. P.; COUTO, A. M.; LIMA, J. T.; AGUIAR, O. J. R.; NOGUEIRA, M. O. G. Energetic characterization of Matá-Matá wood from the brazilian rainforest (*Eschweilera* Mart Ex Dc). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 92, p. 457-461, 2011.
- PEÑA-CLAROS, M.; FREDERICKSEN, T. S.; ALARCÓN, A.; BLATE, G. M.; CHOQUE, U.; LEAÑO, C.; LICONA, J. C.; MOSTACEDO, B.; PARIONA, W.; VILLEGAS, Z.; PUTZ, F. E. Beyond reduced-impact logging: silvicultural treatments to increase growth rates of tropical trees. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 256, p. 1458-1467, 2008.
- PINHO, G. S. C.; FIEDLER, N. C.; LISBÔA, C. D. J.; REZENDE, A. V.; MARTINS, I. S. Efeito de diferentes métodos de corte de cipós na produção de madeira em tora na Floresta Nacional do Tapajós. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 179-192, 2003.
- PUTZ, F. E. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. **Ecology**, Washington, v. 65, n. 6, p. 1713-1724, 1984.
- REIS, L. P.; REIS, P. C. M.; RUSCHEL, A. R.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; SOUZA, A. L.; SOARES, M. H. M.; MIYAHARA, R. K. N. Forest dynamics in the eastern Amazon with special reference to sapotaceae species. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 3, p. 567-576, 2015.
- RIOS, M. N. S.; PASTORE JÚNIOR, F. **Plantas da Amazônia: 450 espécies de uso geral**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2011. 1650 p.
- SALOMÃO, R. P.; MATOS, A. H.; ROSA, N. A. Dinâmica do sub-bosque e do estado arbóreo de floresta tropical primária fragmentada na Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 32, n. 3, p. 387-419. 2002.
- SANTOS, C. A. N.; JARDIM, F. C. S. Dinâmica da regeneração natural de *Vouacapoua americana* com diâmetro <5 cm, influenciada por clareiras, em Moju, Pará. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 3, p. 495 – 508. 2012.
- SCHNITZER, S. A.; PARREN, M. P. E.; BONGERS, F. Recruitment of lianas into logging gapes and the effects of pre-harvest climber cutting in a lowland forest in Cameroun. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 190, p. 87-98, 2004.

- SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A.; OLIVEIRA, L. C.; SILVA, S. M. A.; CARVALHO, J. O. P.; COSTA, D. H. M.; MELO, M. S.; TAVARES, M. J. M. **Diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa/ITTO, 2005. 68 p.
- SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. C. A.; ALMEIDA, B. F.; COSTA, D. H. M.; OLIVEIRA, L. C.; VANCLAY, J. K.; SKOVSGAARD, J. P. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 71, n. 3, p. 267-274, 1995.
- SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa: UFV, 2013. 322 p.
- SOUZA, D. V.; CARVALHO, J. O. P.; MENDES, F. S.; MELO, L. O.; SILVA, J. N. M.; JARDIM, F. C. S. Crescimento de espécies arbóreas em uma floresta natural de terra firme após a colheita de madeira e tratamentos silviculturais, no município de Paragominas, Pará, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 873-883, 2015.
- SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L.; LEITE, H. G.; YARED, J. A. G. Análise estrutural em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia oriental. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 75-87, 2006.
- TAFFAREL, M.; CARVALHO, J. O. P.; MELO, L. O.; SILVA, M. G.; GOMES, J. M.; FERREIRA, J. E. R. Efeito da silvicultura pós-colheita na população de *Lecythis lurida* (Miers) Mori em uma Floresta de Terra Firme na Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 889-898, 2014.
- VATRAZ, S.; CARVALHO, J. O. P.; SILVA, J. N. M.; CASTRO, T. C. Efeito da exploração de impacto reduzido na dinâmica do crescimento de uma floresta natural. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44, n. 109, p. 261-271, 2016.
- VIDAL, E.; VIANA, V. M.; BATISTA, L. F. Crescimento de floresta tropical três anos após colheita de madeira com e sem manejo florestal na Amazônia oriental. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 61, p. 133-143, 2002.
- WADSWORTH, F. H.; ZWEEDE, J. C. Liberation: acceptable production of tropical forest timber. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 233, p. 45-51, 2006.

Recebido em: 14/10/2017

Aceito em: 27/03/2018