

Efeito da exploração de impacto reduzido na
dinâmica do crescimento de uma floresta naturalEffect of the Reduced Impact Exploration
on Growth dynamics of a natural forestSilvane Vatráz¹, João Olegário Pereira de Carvalho²,
José Natalino Macedo Silva² e Tatiana da Cunha Castro¹

Resumo

Avaliou-se, no período de oito anos, a dinâmica de crescimento da vegetação arbórea em 108 ha de uma floresta de terra firme localizada no município de Paragominas- Pará, onde foi aplicado duas intensidades de exploração de madeira. O objetivo foi observar se houve influência da exploração florestal de impacto reduzido sobre o crescimento das espécies arbóreas. Na avaliação do crescimento das árvores, considerou-se também a quantidade de luz recebida pela copa, a forma da copa e a presença de cipós na árvore. Os dados foram coletados em 36 parcelas permanentes de 0,25 ha, sendo que 12 constituíram o T1 (exploração dos fustes comerciais das árvores), 12 constituíram o T2 (exploração dos fustes comerciais e dos resíduos lenhosos) e 12 constituíram o T0 (amostras não exploradas). Foram avaliadas todas as árvores com diâmetro igual ou maior que 10 cm, em cinco ocasiões, sendo a primeira antes da exploração em 2003 e as seguintes após a exploração, em 2005, 2007, 2008 e 2011. Concluiu-se que a exploração de impacto reduzido, seja pela exploração apenas dos fustes comerciais das árvores, seja pela exploração dos fustes mais a retirada dos resíduos lenhosos, tiveram o mesmo efeito no crescimento das árvores remanescentes. Notou-se uma tendência de aceleração do crescimento diamétrico médio da floresta logo após a exploração florestal. Porém, esse efeito não é mais visualizado a partir do quarto ano após a realização da exploração florestal. A radiação solar e a forma da copa são fatores que estimulam o crescimento das árvores, enquanto que a presença de cipós restringe. A maior intensidade de luz contribuiu de forma significativa no crescimento das árvores após a realização da exploração de impacto reduzido.

Palavras-chave: Dinâmica florestal, resíduos lenhosos, sustentabilidade, luminosidade.

Abstract

We evaluated, in period of eight years, tree growth dynamics on 108 ha of a non-inundated forest in the municipality of Paragominas, Pará, Brazil, logged with two intensities of timber harvest. The aim was to observe whether there was an influence of reduced impact logging on the growth of the tree species. In the evaluation, we also considered the amount of light received by the crowns, the shape of the crowns and the presence of lianas on the trees. Data were collected in 36 permanent plots of 0.25 ha, of which 12 were in T1 (harvest of commercial trees), 12 were in T2 (harvest of commercial and woody debris) and 12 were in T0 (control in logged samples not explored). All trees with diameters greater than 10 cm were evaluated on five occasions, the first before the operation in 2003 and the following after logging in 2005, 2007, 2008 and 2011. It was concluded that the operation of reduced impact, both by extracting only the commercial bole of the tree, or by the exploitation of boles with the removal of woody debris; had the same effect on the growth of the remaining trees. There has been a trend of acceleration of the average diameter growth forest after forest exploitation. However, this effect is no longer found after the fourth year after logging. Solar radiation and the shape of the crown are factors that stimulate the growth of trees, while the presence of lianas restricted it. The greater intensity of light contributed significantly in the growth of trees after the completion of reduced impact logging.

Keywords: Forest dynamics, woody debris, sustainability, forest light

¹Doutoranda em Ciências Florestais. UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia / Departamento de Ciências Florestais. Av. Presidente Tancredo Neves, 2501 - 66077830 - Belém, PA, Brasil. E-mail: vatraz@yahoo.com.br; ccastro.tatiana@gmail.com

²Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais. UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia / Departamento de Ciências Florestais. Av. Presidente Tancredo Neves, 2501 - 66077830 - Belém, PA, Brasil. E-mail: olegario.carvalho@gmail.com; silvanatalino734@gmail.com

INTRODUÇÃO

A estimativa do crescimento é essencial para o plano de manejo sustentável. Conhecer o crescimento de uma árvore ou floresta é de grande interesse no meio florestal, sendo possível usar essas informações para definir a rotação silvicultural e prognosticar a produção florestal (VANCLAY, 1994).

O diâmetro é considerado a variável mais acessível e importante, para se medir o crescimento de uma árvore ou da floresta. Neste caso, o diâmetro empregado é o diâmetro a altura do peito – DAP, convencionalmente a 1,30 m a partir do nível do solo (MACHADO; FIGUEIREDO FILHO, 2003).

O crescimento das árvores é influenciado pelas características da espécie e do ambiente, como os fatores climáticos, edáficos, topográficos e de competição (PRODAN et al., 1997), assim como a sucessão ecológica e a luminosidade (MOGNON et al., 2012).

As árvores normalmente competem pela luz solar. Suas folhas configuram um dossel que absorve luz e influencia as taxas fotossintéticas e o crescimento sob elas (ODUM; BARRET, 2007). Vários autores evidenciam em suas pesquisas resultados que apontam alta correlação entre a iluminação de copas e o crescimento das árvores, como por exemplo, Silva et al. (1995), Carvalho (1997), Taffarel et al. (2014a), entre outros.

Schneider e Schneider (2008), também afirmam que o crescimento em diâmetro é sensível a mudanças causadas na estrutura da floresta, como os desbastes, clareiras e a própria exploração de impacto reduzido, pois a incidência de luz se altera no interior da floresta.

Trabalhos realizados por Silva (1989), Silva et al. (1995); Higuchi et al. (1997) em florestas de terra firme na amazônia brasileira, afirmam que de 3 a 5 anos após a realização da exploração da madeira, ocorre uma redução no crescimento da floresta remanescente, que pode ser explicada pelo fechamento do dossel da floresta, ou seja, alteração na iluminação das copas e aumento da competição entre as árvores. Após esse período, o crescimento é reduzido até tornar-se semelhante à floresta não explorada.

O crescimento e produção das espécies arbóreas também são afetados pelo grau de infestação de cipós, lenhosos e não lenhosos, gerando forte competição e condições inadequadas ao desenvolvimento das árvores (JANZEN, 1975). Uma pesquisa realizada por Costa; Silva e Carvalho (2008), indicou que o crescimento das árvores sem cipós foi 88% maior do que das árvores infestadas por cipós.

As árvores com danos no fuste ou na copa também apresentam crescimento diamétrico diferenciado, neste caso, mais lento. O incremento em diâmetro é menor também nas menores classes diamétricas, já que o número de plantas é maior e a competição por luz, água e nutrientes é mais acentuada (SCOLFORO, 2006).

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da exploração de impacto reduzido sob duas intensidades e a influência da intensidade de luz, forma de copas e da presença de cipós no crescimento em diâmetro na floresta, no período de oito anos em uma floresta de terra firme localizada no município de Paragominas, Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Unidade de Manejo Florestal Fazenda Rio Capim, de propriedade da Empresa CKBV Florestal Ltda., pertencente ao Grupo CIKEL, localizada entre as coordenadas geográficas: 3° 30' e 3° 45' e 48° 30' e 48° 45', no município de Paragominas – Pará.

O clima predominante na região é do tipo “Aw”, segundo a classificação de Köppen (1948), caracterizado como sendo tropical chuvoso com estação seca bem definida. A temperatura média anual é de 27,2 °C, com umidade relativa do ar de 81% e precipitação pluviométrica média de 1.766 mm ano⁻¹ (WATRIN; ROCHA, 1992).

O relevo da área apresenta-se de forma plana a suavemente ondulada (BRASIL, 1973). Segundo Rodrigues et al. (2003), os solos que predominam na região onde está localizado o município de Paragominas são os Latossolos Amarelos e os Argissolos Amarelos, porém, são encontrados também os Plintossolos, Geissolos e Neossolos.

A vegetação onde os estudos foram conduzidos na fazenda Rio Capim é a Floresta Ombrófila Densa, também conhecida como Floresta Equatorial Úmida de Terra Firme (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991).

A pesquisa foi realizada na Unidade de Trabalho N° 2 (UT 2), com 108 hectares, na Unidade de Produção Anual N° 7 (UPA 7) da Unidade de Manejo Florestal Fazenda Rio Capim. Foram estabelecidos dois tratamentos, tendo como base a intensidade de exploração de madeira e uma testemunha (T0), para monitorar a floresta não explorada. A exploração de madeira foi a de exploração de impacto reduzido- EIR, que se baseia em reduzir os danos ambientais da extração da madeira, enquanto aumenta a eficiência operacional (BOLTZ et al., 2003). O Tratamento 1 (T1) consistiu na exploração de impacto reduzido com a retirada apenas dos fustes comercialmente aproveitáveis e o Tratamento 2 (T2) consistiu na exploração de impacto reduzido com a retirada dos fustes comercialmente aproveitáveis mais a retirada dos resíduos lenhosos (material com diâmetro ≥ 10 cm, oriundos de galhos, restos de troncos, árvores tombadas durante a derrubada, partes de troncos não aproveitáveis durante o traçamento).

A exploração foi realizada no ano de 2004, igualmente em toda a área, com exceção da área testemunha e considerou um diâmetro mínimo de corte de ≥ 45 cm. Um ano após a exploração, foram retirados de forma experimental os resíduos lenhosos das parcelas do T2. Os resíduos lenhosos podem ser aproveitados para diversos fins, sendo o mais notório, como material combustível (CRUZ FILHO; SILVA, 2009). Foram colhidas, em média, 4,0 árvores ha^{-1} de 17 espécies comerciais, com uma intensidade média de 17,8 $m^3 ha^{-1}$.

Para o monitoramento da vegetação nos 108 ha, foram estabelecidas, aleatoriamente, 36 parcelas quadradas, de 50 m x 50 m (0,25 ha): doze para o T0; doze para o T1; e doze para o T2. Portanto, a área total da amostra é de 9 ha, sendo 3 ha para cada tratamento e testemunha. Adotou-se a metodologia de inventário florestal contínuo sugerida por Silva et al. (2005), tanto para instalação como medição das árvores nas parcelas. Cada parcela de 0,25 ha foi dividida em 25 subparcelas de 10 m x 10 m, onde foram medidos, com fita diamétrica, todos os indivíduos arbóreos com DAP ≥ 10 cm (Figura 1).

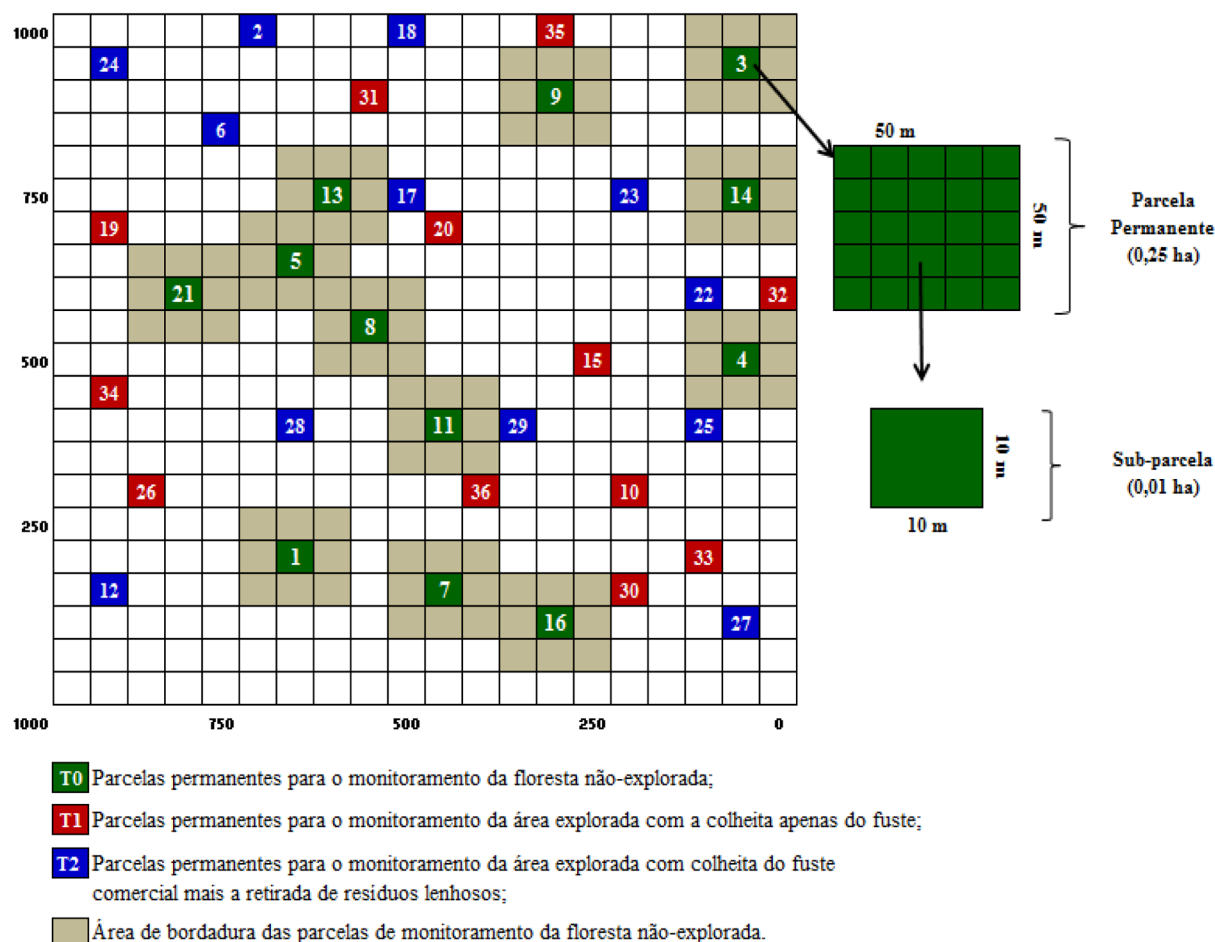


Figura 1. Croqui de localização das parcelas permanentes para a realização de inventário florestal contínuo na UT 02 da UPA 07 na Fazenda Rio Capim, município de Paragominas - PA.

Figure 1. Map of the location of permanent plots for the realization of continuous forest inventory at UT 02 UPA 07 in Rio Capim, municipality of Paragominas - PA.

Os dados foram coletados nas parcelas permanentes (PP) de inventário florestal contínuo em seis momentos distintos, iniciando em 2003 (antes da exploração florestal), 2004, 2005, 2007, 2008 e 2011. A exploração de impacto reduzido foi realizada somente no ano de 2004 e a retirada dos resíduos lenhosos em 2005.

O Incremento Periódico Anual (IPA) em diâmetro foi calculado para todo o povoamento, onde o mesmo foi dado pela diferença entre as medidas de diâmetro das árvores com DAP ≥ 10 cm, entre todos os anos de medição $(DAP_{final} - DAP_{inicial})/T$, em que T refere-se ao tempo (VATRAZ et al., 2012).

Na análise dos resultados, além das medidas de DAP das árvores, foram consideradas três intensidades de iluminação de copas, três formas de copas e três níveis de observação quanto à presença de cipós nas árvores, conforme a metodologia proposta Silva et al. (2005).

Os dados coletados em campo foram digitados no software MFT (Manejo de Florestas Tropicais) desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental (SILVA et al., 2008). O processamento dos dados, bem como as análises estatísticas e aplicação de testes de comparação de múltiplas médias (Teste Tukey; $\alpha = 0,05$) e do teste de médias para amostras pareadas (Teste "t"; $\alpha = 0,01$), foram realizados com o auxílio dos softwares Excel e Biostat. Para avaliar o desempenho por tratamento, foi empregado o Teste Tukey e para avaliar diferenças significativas entre os períodos foi utilizado o teste "t".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância, ao nível de 95% de probabilidade, não detectou diferenças significativas para o incremento em diâmetro ($cm\ ano^{-1}$) quando na análise entre os anos de medição durante o período avaliado, no entanto detectou haver diferenças entre os tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Incremento diamétrico ($cm\ ano^{-1}$) por tratamento e período em uma área de 108 ha (amostra de 9 ha) de floresta de terra firme, localizada na fazenda Rio Capim, município de Paragominas - PA, considerando indivíduos com DAP ≥ 10 cm. Médias com letras iguais em maiúsculo não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p = 0,05$) e letras iguais em minúsculo não diferem pelo teste "T" ($\alpha = 0,01$).

Table 1. Diametric increment ($cm\ yr^{-1}$) by treatment and period in a non-inundated area of 108 ha (sample 9 ha), located in Rio Capim, municipality of Paragominas - PA, considering individuals with DBH ≥ 10 cm. Means with the same capital letter do not differ by the Tukey test ($p = 0.05$) and those with the same letter do not differ by tiny test "T" ($\alpha = 0.01$).

Período	Incremento ($cm\ ano^{-1}$)			Média
	T0	T1	T2	
2003-2005	0,19 a	0,25 b	0,25 b	0,23 A
2005-2007	0,22 a	0,25 b	0,28 c	0,25 A
2007-2008	0,23 a	0,27 b	0,27 c	0,25 A
2008-2011	0,22 a	0,23 b	0,25 c	0,24 A
Média	0,21 A	0,25 B	0,26 B	

Pode-se observar na Tabela 1, que o crescimento da área de testemunha (T0=0,21 $cm\ ano^{-1}$), diferiu estatisticamente do T1 (0,25 $cm\ ano^{-1}$) e do T2 (0,26 $cm\ ano^{-1}$).

A média do crescimento entre o T1 e T2, analisado pelo resultado do teste "t" ($\alpha = 0,01$) não diferiu apenas no primeiro período avaliado (2003-2005). No restante dos períodos avaliados, a média foi considerada diferente entre o T1 e T2. Isto é evidenciado quando na análise da média de crescimento no T2 a partir de 2005 (0,28 $cm\ ano^{-1}$), que foi 11% maior do que a média registrada para o mesmo período no T1, que foi de 0,25 $cm\ ano^{-1}$, o que implica em indicar uma possível influência positiva da retirada dos resíduos em relação ao crescimento das árvores.

No entanto, apesar de haver essas diferenças entre o T1 e T2 na grande maioria dos períodos avaliados pelo teste "t", o resultado global no final do período avaliado não apontou diferenças significativas pelo teste Tukey. Portanto, pode-se dizer para o período total, tanto a exploração de fustes comerciais (T1) como a exploração de fustes comerciais mais a retirada de resíduos lenhosos (T2) tiveram o mesmo efeito no crescimento das árvores remanescentes.

Já no T0, as médias avaliadas pelo teste "t" não apontaram diferenças significativas em nenhum período avaliado, porém indicam que o mesmo difere dos tratamentos T1 e T2. Análises de solos e de sítio podem complementar os estudos na área, assim como afastar qualquer hipótese de interferência dos outros tratamentos. No entanto, este tipo de estudo não foi contemplado nesta pesquisa por não fazer parte do escopo principal.

Analisando os resultados por tratamentos, se observa que a diferença significativa apontada pelo teste "t" entre a área testemunha com os demais tratamentos, no primeiro período, revela o efeito positivo da exploração florestal na aceleração do crescimento em diâmetro desde o primeiro ano após a intervenção, uma vez que provocou a abertura do dossel. Pode-se dizer ainda que, as árvores dos tratamentos onde foi realizada a exploração de impacto reduzido indicam uma tendência a crescer mais rápido do que as árvores das amostras não exploradas.

No entanto, percebe-se uma tendência de redução do incremento diamétrico em todos os tratamentos, inclusive na área de testemunha (T0), indicando que o estímulo de crescimento não é mais perceptível a partir do quarto ano (2008) após a exploração, que foi realizada em 2004. Após esse período, observa-se uma tendência das taxas de crescimento de se aproximar das encontradas na floresta sem intervenção (T0).

Silva (1989) e Silva et al., (1995) registraram uma tendência similar em uma pesquisa realizada na Floresta Nacional do Tapajós-Pará, onde as taxas de incremento em diâmetro reduziram acentuadamente 3 a 4 anos após a exploração. Isso ocorre segundo estes autores, devido à alteração do dossel da floresta, onde com o passar dos anos, o mesmo tende a se fechar, diminuindo a intensidade luminosa no interior da floresta e aumentando a competição por este recurso, bem como por água e nutrientes. Azevedo (2006) comenta sobre a importância de se procurar fazer intervenções pós-colheita (desbastes), visando à manutenção da abertura do dossel, assim mantendo a reação positiva da floresta à luminosidade.

Oliveira (2005) confirmou os resultados na Flona do Tapajós, no entanto registrou essa tendência um pouco mais tardiamente, ou seja, aos 5 anos após a exploração. Similares resultados também foram descritos por Kammesheidt et al. (2003) na Malásia e por Carvalho et al. (2004); Costa; Carvalho e Berg (2007) na Flona do Tapajós.

A redução do incremento diamétrico anual a partir do período de 2007-2008, revela indícios de uma possível competição das árvores pela luz, visto que a última medição foi realizada 8 anos após a exploração da madeira, quando já se percebe o processo de fechamento do dossel, reduzindo o crescimento das árvores, enquanto que até 2005 a floresta recebia maior quantidade de radiação solar em seu interior, devido à exploração florestal recente.

Entretanto, é interessante mencionar que outros estudos em florestas tropicais em diferentes regiões registraram taxas de crescimento semelhantes às encontradas no presente estudo, que obteve uma média de $0,26 \text{ cm ano}^{-1}$, em um período de 8 anos após a exploração florestal. Por exemplo, Silva et al. (1995) encontraram taxa de crescimento de $0,30 \text{ cm ano}^{-1}$, 13 anos após a exploração, em uma área de 64 ha na Floresta Nacional do Tapajós. De Graaf (1986), no Suriname, encontrou $0,40 \text{ cm ano}^{-1}$, nove anos após a exploração, e Costa; Silva e Carvalho (2008), também encontraram uma taxa média de $0,30 \text{ cm ano}^{-1}$ em um estudo realizado na Flona do Tapajós - PA.

A análise do crescimento em diâmetro por categorias de iluminação de copas, forma de copas e presença de cipós, também considerou o mesmo período de avaliação do incremento diamétrico. Os resultados não apontaram diferenças significativas entre os períodos avaliados, somente entre as categorias.

Em relação ao nível de exposição à luz, o crescimento diamétrico das árvores foi considerado diferente em todos os tratamentos. Ou seja, no T0, T1 e T2, o crescimento das árvores com copas totalmente iluminadas, copas parcialmente iluminadas e copas recebendo luz difusa, foram considerados estatisticamente diferentes. No entanto dentro de cada nível, os tratamentos não diferiram e mostraram a mesma tendência de influência do crescimento diamétrico em relação à disponibilidade de luz (Figura 2).

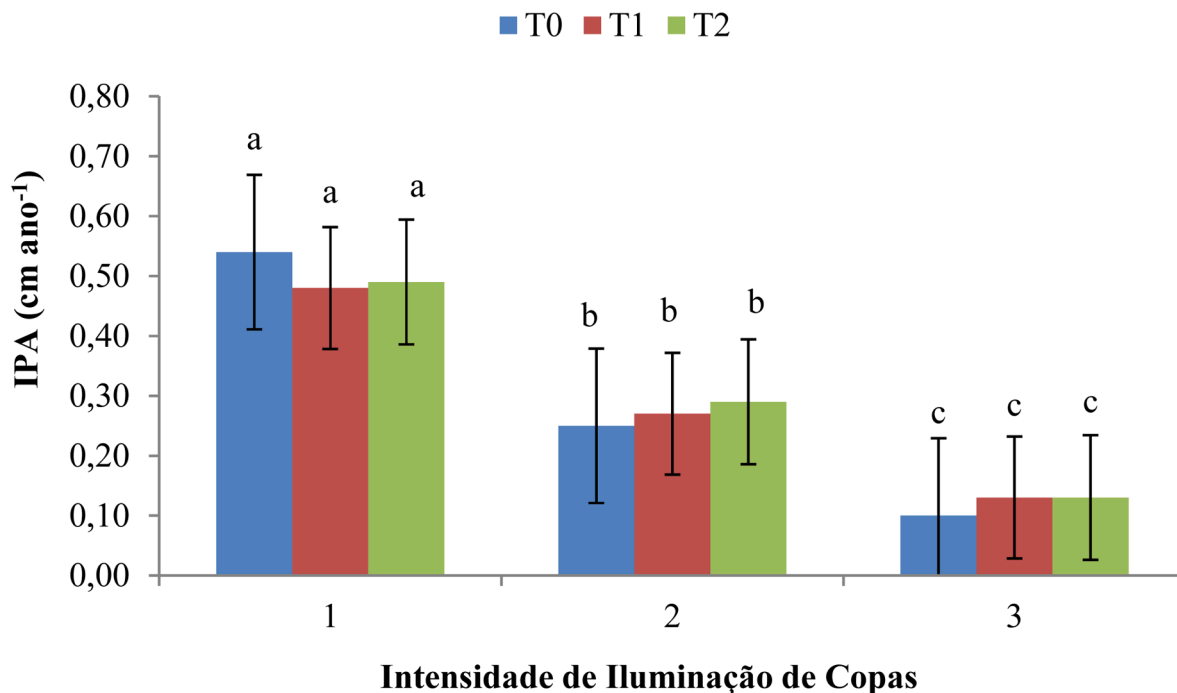


Figura 2. Incremento periódico anual (IPA) em diâmetro (cm ano⁻¹) das árvores com DAP ≥ 10 cm, por tratamento (T0, T1 e T2), considerando a intensidade de iluminação (1, 2 e 3) recebida pelas copas, em uma área de 108 ha (amostra de 9 ha) de floresta de terra firme, na fazenda Rio Capim, município de Paragominas, estado do Pará. Intensidade de iluminação 1 – copas totalmente iluminadas; 2 – copas parcialmente iluminadas; 3 – copas recebendo luz difusa. Médias com letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p = 0,05). As barras representam o intervalo de confiança.

Figure 2. Periodic annual increase (IPA) in diameter (cm yr⁻¹) of trees with DBH ≥ 10 cm by treatment (T0, T1 and T2), considering the light intensity (1, 2 and 3) received by tree crowns in a non-inundated area of 108 ha (sample of 9 ha), Rio Capim municipality of Paragominas, State of Para. Light intensity 1 - fully lit crown.; 2 - partially illuminated crown; 3 - crowns receiving diffuse light. Means with the same letter do not differ by the Tukey test (p = 0.05). The bars represent the confidence interval.

Os resultados demonstraram que a radiação solar estimula o crescimento médio das árvores nas parcelas, na medida em que, a luz é interceptada diretamente pelas folhas das copas, o que interfere na capacidade fotossintética, responsável pelo desenvolvimento e crescimento das árvores (ENGEL; POGGIANI, 1990).

A média de incremento diamétrico das árvores com copas completamente expostas à luz foi de 0,50 cm ano⁻¹, das árvores com copas parcialmente iluminadas foi de 0,27 cm ano⁻¹ e das árvores com copas cobertas por copas de árvores vizinhas, recebendo apenas luz difusa, foi de 0,12 cm ano⁻¹ (Tabela 2). Essas médias foram semelhantes às encontradas por Vidal, Viana e Batista (2002), em estudo realizado em área distante cerca de 100 km da área do presente estudo, para árvores com copas completamente expostas à luz (0,55 cm ano⁻¹), árvores com copas parcialmente iluminadas (0,31 cm ano⁻¹) e árvores com copas recebendo apenas luz difusa (0,15 cm ano⁻¹), com diferença significativa entre todas elas.

Oliveira (2005) em um trabalho realizado na Flona do Tapajós-PA verificou que as árvores totalmente iluminadas cresceram 30% mais do que as árvores parcialmente sombreadas e 60% mais do que as árvores totalmente sombreadas, indicando que o crescimento reduz na medida em que a iluminação nas copas diminui. Apesar de resultados um pouco superiores, a mesma tendência foi encontrada neste trabalho, onde as árvores totalmente iluminadas cresceram 46% mais do que as árvores parcialmente sombreadas e 76% mais do que as árvores totalmente sombreadas.

Ao considerar que a intensidade de iluminação está ligada ao nível de perturbação da floresta, mais especificamente do seu dossel, pode-se dizer que imediatamente após a exploração surgiram algumas clareiras, mesmo que pequenas, visto que a técnica foi a de impacto reduzido. Neste caso, o número de espécies pioneiras, assim como o número de indivíduos dessas espécies pode aumentar consideravelmente (FRANCEZ et al., 2013), o que influencia os resultados logo após a exploração.

Esta tendência também foi detectada por Silva et al. (1995), que ao estudarem o crescimento de uma floresta tropical aos 13 anos após a exploração florestal, afirmaram que a exploração causa mudanças na estrutura do dossel e na composição florística do povoamento, reduzindo o número de espécies tolerantes à sombra e estimulando o aparecimento de espécies demandantes de luz.

Por isso, a indicação de desbaste de liberação de copas, ou seja, da abertura do dossel para maior incidência de luz para favorecer o crescimento deve ser empregada de forma correta, pois o desbaste incorreto pode favorecer a proliferação de espécies pioneiras, que na maioria das vezes têm valor econômico ainda desconhecido, e que competirão com as espécies arbóreas desejáveis (VIDAL, VIANA, BATISTA; 1998).

Em relação à forma da copa (Figura 3), o incremento em diâmetro foi diferente significativamente no T0 e no T2. Já no T1, não houve diferença significativa entre a média do crescimento diamétrico entre as diferentes classes de forma das copas. De forma geral, o teste Tukey apontou que a média do incremento nas árvores com copas completas e normais ($0,42 \text{ cm ano}^{-1}$) foi diferente das árvores com copas completas irregulares ($0,21 \text{ cm ano}^{-1}$) e das com copas incompletas ($0,18 \text{ cm ano}^{-1}$). No entanto, o crescimento das copas completas irregulares e das copas incompletas, neste caso foram considerados semelhantes entre si. Isso indica que a forma da copa influencia o crescimento das árvores, pois as árvores com copas completas e regulares, sem qualquer tipo de dano, registraram maior crescimento do que aquelas que apresentaram algum tipo de dano na copa ou que apresentavam a copa mal distribuída devido a fatos decorrentes de causas naturais, como por exemplo, o crescimento no sentido de áreas com maior incidência de luz.

Resultado semelhante foi encontrado por Taffarel et al. (2014b) em um estudo também realizado no município de Paragominas-Pará, onde esses autores mencionam que as árvores com copas completas e bem distribuídas cresceram muito mais do que aquelas com copas irregulares ou incompletas.

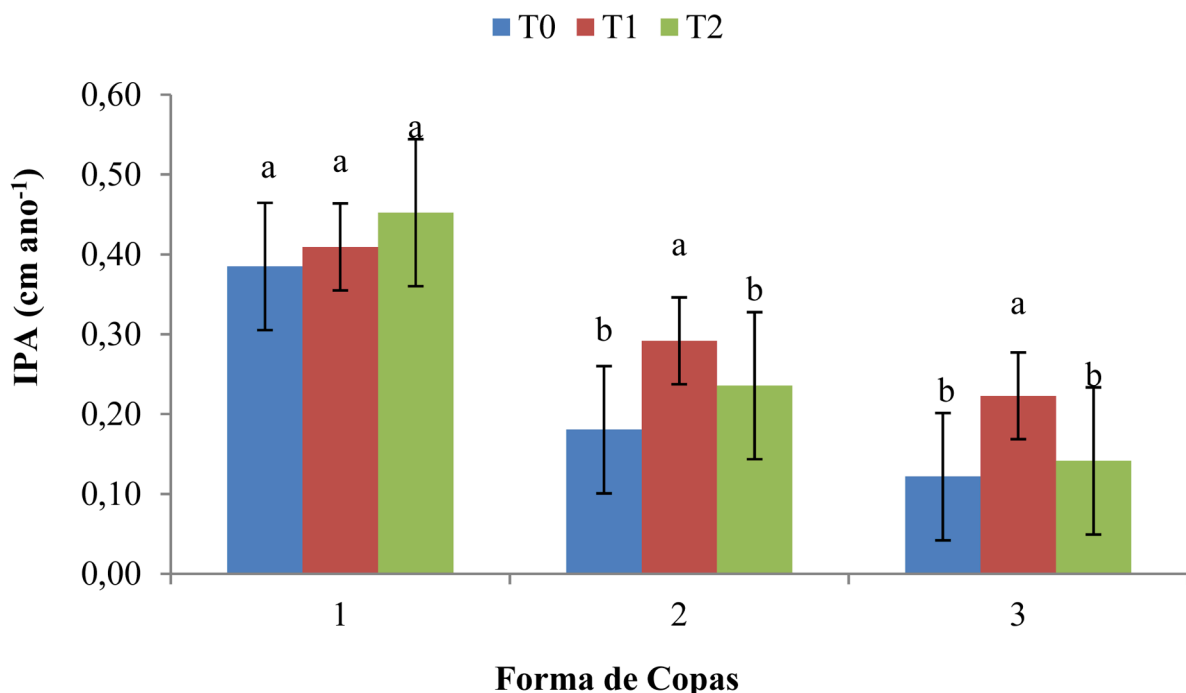


Figura 3. Incremento periódico anual (IPA) em diâmetro (cm ano^{-1}) das árvores com $\text{DAP} \geq 10 \text{ cm}$, por tratamento (T0, T1 e T2), considerando a forma da copa das árvores (1, 2 e 3), em uma área de 108 ha (amostra de 9 ha) de floresta de terra firme, na fazenda Rio Capim, município de Paragominas, estado do Pará. Forma da copa 1 – copa completa regular; 2 – copa completa irregular; 3 – copa incompleta. Médias com letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p = 0,05$). As barras representam o intervalo de confiança.

Figure 3. Periodic annual increment (IPA) in diameter (cm yr^{-1}) of trees with $\text{DBH} \geq 10 \text{ cm}$ by treatment (T0, T1 and T2), considering crown shape (1, 2 and 3), in a non-inundated area of 108 ha (sample 9 ha), Rio Capim, municipality of Paragominas, Pará State. Crown shape: 1 - regular full crown; 2 - Irregular full crown; 3 - incomplete crown. Means with the same letter do not differ by the Tukey test ($p = 0.05$). The bars represent the confidence interval.

A análise de variância para a presença de cipós apresentou diferença significativa, entre todos os tratamentos. No T0, o crescimento diamétrico das árvores sem cipós foi menor do que no T1 e T2, no entanto as médias foram consideradas semelhantes entre si. No T1, as árvores com cipós que não restringem o crescimento e as árvores com cipós que restringem o crescimento, tiveram médias semelhantes e não diferiram entre si. No entanto, estas médias foram diferentes da média do crescimento das árvores sem cipós. No T2, pode-se observar a diferença nas médias dos crescimentos diamétricos nas três categorias de presença de cipós nas árvores (Figura 4).

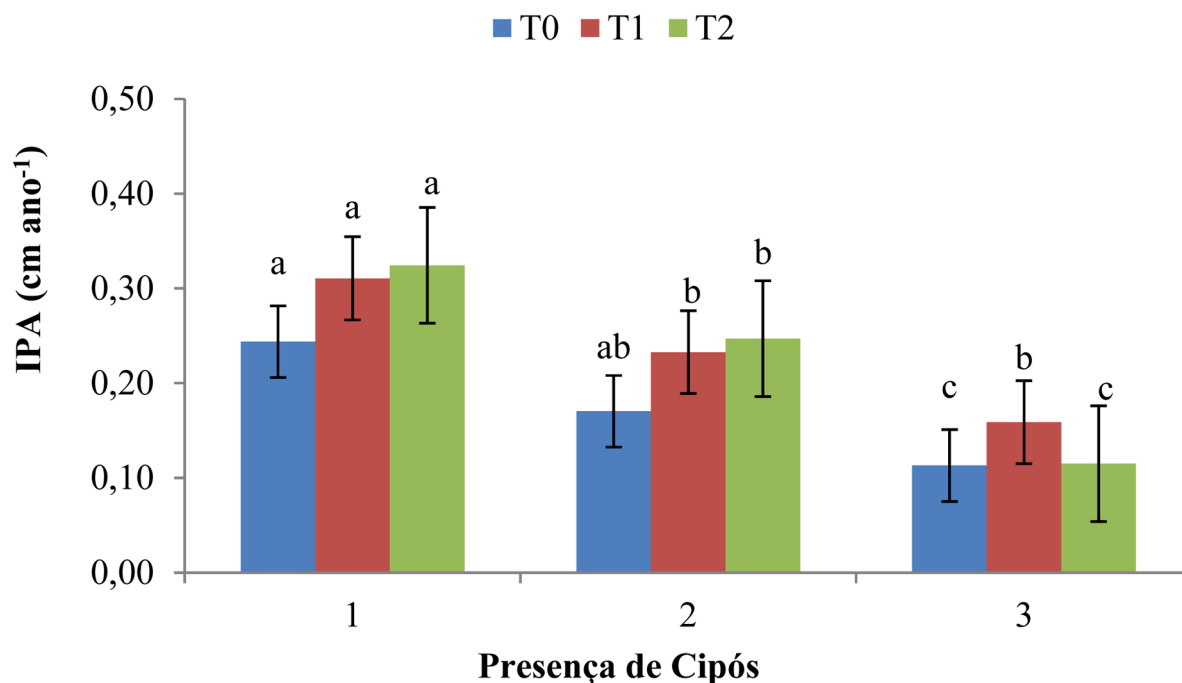


Figura 4. Incremento periódico anual (IPA) em diâmetro (cm ano⁻¹) das árvores com DAP ≥ 10 cm, por tratamento (T0, T1 e T2), considerando a presença de cipós nas árvores (1, 2 e 3), em uma área de 108 ha (amostra de 9 ha) de floresta de terra firme, na fazenda Rio Capim, município de Paragominas, estado do Pará. Presença de cipós 1 – árvores sem cipós; 2 – árvores com cipós, sem restringir o crescimento; 3 – árvores com cipós, restringindo o crescimento. Médias com letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p = 0,05). As barras representam o intervalo de confiança.

Figure 4. Periodic annual increment (IPA) in diameter (cm yr⁻¹) of trees with DBH ≥ 10 cm by treatment (T0, T1 and T2), considering the presence of lianas in the trees (1, 2 and 3), in a non-inundated area of 108 ha (sample 9 ha), Rio Capim, municipality of Paragominas, Pará State. Liana Presence 1 - trees without lianas.; 2 - trees with lianas not restricting growth; 3 - trees with lianas, restricting growth. Means with the same letter do not differ by the Tukey test (p = 0.05). The bars represent the confidence interval.

Considerando a presença de cipós nas árvores, as árvores classificadas na categoria 1 (árvores sem cipós), tiveram um incremento de 0,29 cm ano⁻¹, as classificadas na categoria 2 (árvores com cipós, sem restringir o crescimento), apresentaram crescimento de 0,22 cm ano⁻¹ e as árvores da categoria 3 (árvores com cipós, restringindo o crescimento), um crescimento de 0,13 cm ano⁻¹. Costa; Silva e Carvalho (2008), em um estudo na Flona do Tapajós-PA, também encontraram incrementos que variaram de acordo com o grau de infestação de cipós, onde as árvores sem cipós tiveram um incremento de 0,45 cm ano⁻¹, as com cipós, porém sem restringir o crescimento de 0,30 cm ano⁻¹, e as com cipós restringindo o crescimento, de apenas 0,05 cm ano⁻¹. Vidal, Viana e Batista (2002) também registraram resultados com diferenças significativas entre o incremento de árvores sem cipós (0,52 cm ano⁻¹) e para árvores com cipós (0,23 cm ano⁻¹). Na pesquisa dos últimos autores citados não foram consideradas as árvores com presença de cipós, sem restringir o crescimento.

Esses estudos indicam que a presença de cipós que restringem o crescimento das árvores, afeta o crescimento das mesmas. Por isso a prática de corte de cipós como um tratamento silvicultural no favorecimento do crescimento arbóreo (GOMES et al., 2010) têm sido aplicada no manejo de floresta naturais. Vidal, Viana e Batista (1998) avaliaram os crescimentos médios anuais das árvores, levando em consideração a presença e a ausência de cipós e verificaram que o crescimento das árvores sem cipós foi duas vezes maior do que das árvores com cipós, restringindo o crescimento. No presente trabalho, foi apontado somente um acréscimo de 56%.

O resumo do crescimento das árvores pode ser visualizado na Tabela 2.

Tabela 2. Incremento Periódico Anual (IPA) em diâmetro de árvores, considerando os três tratamentos (T0, T1 e T2) juntos e as intensidades de iluminação de copa, formas de copa e presença de cipós, em uma área de 108 ha (amostra de 9 ha) de terra firme, localizada na Fazenda Rio Capim, município de Paragominas - PA, considerando indivíduos com DAP \geq 10 cm. Médias com letras iguais não diferem estatisticamente através do teste de Tukey ($p = 0,05$).

Table 2. Periodic Annual Increment (IPA) in tree diameter, considering the three treatments (T0, T1 and T2) together and crown lighting intensities, crown shapes and the presence of lianas in a non-inundated area of 108 ha (sample 9 ha), located in Rio Capim, municipality of Paragominas - PA, considering individuals with DBH \geq 10 cm. Means with the same letter do not differ statistically by the Tukey test ($p = 0.05$).

Categoria	Códigos	Nº de árvores	IPA diamétrico (cm ano⁻¹)
Iluminação de Copas	1 - Copas totalmente iluminadas	379	0,50 a
	2- Copas parcialmente iluminadas	1.610	0,27 b
	3 - Copas recebendo luz difusa	1.094	0,12 c
Forma das Copas	1 - Copas completas (regular)	482	0,42 a
	2 - Copas completas (irregular)	2.616	0,21 b
	3 - Copas incompletas	49	0,18 b
Presença de Cipós	1 - Árvores sem cipós	1.223	0,29 a
	2 - Árvores com cipós (sem restringir o crescimento)	1.574	0,22 b
	3 - Árvores com cipós (restringindo o crescimento)	279	0,13 c

CONCLUSÕES

O crescimento diamétrico médio da floresta foi imediatamente influenciado pela atividade de exploração florestal, reduzindo a partir do quarto ano após a intervenção.

A exploração de fustes comerciais (T1) como a exploração de fustes comerciais mais a retirada de resíduos lenhosos (T2) tiveram o mesmo efeito no crescimento das árvores remanescentes.

A radiação solar e a forma da copa são fatores que estimularam o crescimento das árvores, enquanto a presença de cipós restringiu o crescimento das árvores.

A maior intensidade de luz contribuiu de forma significativa no crescimento das árvores após a realização da exploração de impacto reduzido.

O manejo florestal a ser adotado na área de estudo e em florestas com características semelhantes deve atentar para a intensidade de radiação solar como um dos principais fatores para a tomada de decisões silviculturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, C. P. **Dinâmica de florestas submetidas a manejo na Amazônia Oriental: experimentação e simulação.** 2006. 236 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

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.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Levantamento de recursos minerais.** Folha SA.23 - São Luís e parte da folha SA.24 - Fortaleza. Geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, v. 3, 1973.

CARVALHO, J. O. P. Dinâmica de florestas naturais e sua implicação para o manejo florestal. In: CURSO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL, 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa/CNPQ, 1997. p. 43-55. (Documentos, n. 34).

CARVALHO, J. O. P.; SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A. Growth rate of terra firme rain forest in Brazilian Amazon over an eight-year period in response to logging. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 2, p. 209-217, 2004.

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, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. Crescimento de árvores de 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.

CRUZ FILHO, D.; SILVA, J. N. M. Avaliação da quantidade de resíduos lenhosos em floresta não explorada e explorada com técnicas de redução de impactos, utilizando amostragem por linha interceptadora, no Médio Mojú, Amazônia Oriental, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 39, n. 3, p. 527-532, 2009.

DE GRAAF, N. R. **A silvicultural system for natural regeneration of tropical rainforest in Suriname**. Wageningen: University of Wageningen. 1986. 250 p.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais. **IPEF**, Piracicaba, n. 43/44, p. 1-10, 1990.

FRANCEZ, L. M. B.; CARVALHO, J. O. P.; BATISTA, F. J.; JARDIM, F. C. S.; RAMOS, M. L. S. Influência da exploração florestal de impacto reduzido sobre as fases de desenvolvimento de uma floresta de terra firme, Pará, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 743-753, 2013.

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 Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 171-178, 2010.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; FREITAS, J. V.; VIEIRA, G.; COIC, A.; BIOT, Y. Crescimento e Incremento de uma Floresta Amazônica de Terra-firme Manejada Experimentalmente. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE BIOMASSA E NUTRIENTES FLORESTAIS, 1997, Manaus. **Anais...** Manaus: INPA, 1997, v. 1. p. 89-132.

JANZEN, D. H. **Ecology of plants in the tropics**. London: Edward Arnold Pub., 1975. 66 p. (Studies in Biology, 58).

KAMMESHEIDT, L.; DAGANG, A. A.; SCHWARZWALLER, W.; WEIDELT, H. Growth patterns of dipterocarps in treated and untreated plots. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 174, n. 1-3, p. 437-445, 2003.

KÖEPPEN, W. **Climatologia**: con um estúdio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.

MACHADO, S. A. FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Curitiba: UFPR, 2003. 308 p.

MOGNON, F.; DALLAGNOL, F. S.; CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R.; MAAS, G. Uma década de dinâmica florística e fitossociológica em floresta ombrófila mista montana no sul do Paraná. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 14, n. 1, p. 43-59, 2012.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos da ecologia**. São Paulo: Thompson Learning, 2007. 612 p.

OLIVEIRA, L. C. **Efeito da exploração da madeira e de diferentes intensidades de desbastes sobre a dinâmica da vegetação de uma área de 136 ha na floresta nacional do Tapajós**. 2005. 183 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) -Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

- PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. **Mensura Forestal**. San José: GTZ/IICA, 1997. 586 p.
- RODRIGUES, T. E.; SILVA, R. C.; SILVA, J. M. L.; OLIVEIRA JR., R. C.; GAMA, J. R. N. F.; VALENTE, M. A. **Caracterização e classificação dos solos do município de Paragominas, estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003, 51 p. (Documentos, 162)
- SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. O. **Manejo florestal**. Santa Maria: UFSM, 2008. 195 p.
- SCOLFORO, J. R. Crescimento e produção das variáveis dendrométricas. In: **Biometria florestal: modelos de crescimento e produção florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. p. 13-39.
- SILVA, J. N. M. **The behaviour of the tropical rain Forest of the brazilian Amazon after logging**. 1989. Thesis (Ph.D.) - University of Oxford, Oxford, 1989.
- SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; BARROS, P. L. C.; LOPES, J. C. A.; SILVA, U. S. C.; OLIVEIRA, L. C.; RUSCHEL, A. R.; TAVARES, M. J. M.; LELIS, E. A. **MFT - Ferramenta para monitoramento de florestas tropicais: manual do usuário**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 155 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.
- 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.
- TAFFAREL, M.; CARVALHO, J. O. P.; MELO, L. O.; SILVA, M. G.; GOMES, J. M.; FERREIRA, J. E. R. 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, 2014b.
- TAFFAREL, M.; GOMES, J. M.; CARVALHO, J. O. P.; MELO, L.; FERREIRA, J. E. R. Efeito da silvicultura pós-colheita na população de *Chrysophyllum lucentifolium* Cronquist (Goiabão) em uma floresta de terra firme na Amazônia Brasileira. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 6, p. 1045-1054, 2014a.
- VANCLAY, J. K. **Modeling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests**. Copenhagen: CAB International, 1994. 312 p.
- VATRAZ, S.; CARVALHO, J. O. P.; GOMES, J. M.; TAFFAREL, M.; FERREIRA, J. E. R. Efeitos de tratamentos silviculturais sobre o crescimento de *Laetia procera* (Poepp.) Eichler em Paragominas, PA, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 93, p. 095-102, 2012.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p.
- VIDAL, E.; VIANA, V.; BATISTA, J. F. L. 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.
- VIDAL, E.; VIANA, V.; BATISTA, J. L. F. Efeitos da exploração madeireira predatória e planejada sobre a diversidade de espécies na Amazônia oriental. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 503-520, 1998.
- WATRIN, O. S.; ROCHA, A. M. A. **Levantamento da vegetação natural e do uso da terra no município de Paragominas (PA) utilizando imagens TM/LANDSAT**. Belém: Embrapa-CPATU, 1992. 40 p. (Boletim de Pesquisa, 124).

Recebido em 25/11/2014

Aceito para publicação em 25/09/2015

