

Revista Árvore

ISSN: 0100-6762

r.arvore@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa

Brasil

Taffarel, Marisol; Macedo Gomes, Jaqueline; Pereira de Carvalho, João Olegário; de Oliveira Melo, Lia; Ribeiro Ferreira, Josué Evandro

EFEITO DA SILVICULTURA PÓS-COLHEITA NA POPULAÇÃO DE *Chrysophyllum lucentifolium* Cronquist (GOIABÃO) EM UMA FLORESTA DETERRA FIRME NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Revista Árvore, vol. 38, núm. 6, noviembre-diciembre, 2014, pp. 1045-1054

Universidade Federal de Viçosa

Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48837807009>

# EFEITO DA SILVICULTURA PÓS-COLHEITA NA POPULAÇÃO DE *Chrysophyllum lucentifolium* Cronquist (GOIABÃO) EM UMA FLORESTA DE TERRA FIRME NA AMAZÔNIA BRASILEIRA<sup>1</sup>

Marisol Taffarel<sup>2</sup>, Jaqueline Macedo Gomes<sup>2</sup>, João Olegário Pereira de Carvalho<sup>3</sup>, Lia de Oliveira Melo<sup>4</sup> e Josué Evandro Ribeiro Ferreira<sup>5</sup>

**RESUMO** – Avaliou-se o crescimento de uma população de *Chrysophyllum lucentifolium* Cronquist (goiabão), considerando árvores com diâmetro igual ou superior a 35 cm, em 700 ha de floresta natural de terra firme explorada com técnicas de impacto reduzido, seguidas de tratamentos silviculturais, no Município de Paragominas, PA, Amazônia brasileira. Foram estabelecidos sete tratamentos, com quatro repetições de 25 ha em cada um, em que foram aplicados os tratos silviculturais, que constaram de corte de cipós e anelagem de árvores competidoras. O crescimento da espécie foi determinado por meio do incremento periódico anual em diâmetro, no período de 2005 a 2009. Além das medidas de diâmetro, foram observadas as formas das copas das árvores e a intensidade de luz recebida pelas copas. *Chrysophyllum lucentifolium* não respondeu significativamente aos tratamentos silviculturais, ou seja, a anelagem e o corte de cipós parecem não ter influenciado o crescimento da espécie no período de cinco anos. No entanto, as árvores com diâmetro de 40 a 49 cm, com copas de forma regular e recebendo alta intensidade de luz, cresceram mais, na maioria dos tratamentos. Portanto, é provável que o incremento ainda vá aumentar nos anos seguintes, embora em outras áreas da Amazônia o efeito da abertura do dossel tenha estimulado o crescimento das árvores apenas até o final do terceiro ano após a exploração. Outras avaliações silviculturais da espécie devem ser realizadas para constatar se houve aceleração no crescimento nos últimos anos ou se há a necessidade de aplicar novamente os tratos silviculturais.

**Palavras-chave:** Crescimento de espécies arbóreas; Tratamentos silviculturais; Corte de cipós.

## **EFFECTS OF POST-HARVESTING SILVICULTURE IN THE TREE POPULATION OF *Chrysophyllum lucentifolium* Cronquist (GOIABÃO) IN A TERRA FIRME FOREST IN THE BRAZILIAN AMAZON**

**ABSTRACT** – Growth rate of a population of *Chrysophyllum lucentifolium* Cronquist (goiabão) was evaluated, considering trees with diameter equal or above 35 cm, in 700 ha of a terra firme natural forest that was harvested using reduced impact techniques, followed by silvicultural treatments in the municipality of Paragominas, state of Pará, Brazilian Amazon. Seven treatments were established, with four replications of 25 ha each one. The silvicultural treatments applied were climber cutting and girdling of competitors trees. Species growth rate was evaluated by the diameter periodic annual increment, during the 2005-2009 period. Diameter measurements were recorded but also the crown shape of the trees and the intensity of light over the trees crowns were observed. Silvicultural treatments (girdling of trees and climber cutting) have not improved the *Chrysophyllum lucentifolium* Cronquist growth rate during the five-year study period. But trees with 40 cm to 49 cm diameter, with crowns regularly distributed and receiving high intensity of light, grew more in most treatments. Thus, probably the

<sup>1</sup> Recebido em 19.03.2013 aceito para publicação em 02.07.2014.

<sup>2</sup> Mestrado em Ciências Florestais, Universidade Federal Rural da Amazônia, PA - Brasil. E-mail: <sol\_taffarel@yahoo.com.br> e <jaquelinemacedogomes@hotmail.com>.

<sup>3</sup> Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural da Amazônia, PA - Brasil. E-mail: <olegario.carvalho@gmail.com>.

<sup>4</sup> Instituto de Biodiversidade e Florestas, Universidade Federal do Oeste do Pará - Brasil. E-mail: <lcolivei@gmail.com>.

<sup>5</sup> Cikel Brasil Verde Madeiras, Brasil. E-mail: <evandro@cikel.com.br>.

*diameter increment will increase in the next years, although some studies in Amazon region have showed that the canopy opening has favored the tree growth rates up to the end of the third year after logging. More silvicultural evaluations must be done in order to know the species growth rate in the last years and to decide about the need of applying again silvicultural treatments.*

*Keywords:* Tree species growth rate; Silvicultural treatments; Climber cutting.

## 1. INTRODUÇÃO

A maioria das florestas nativas da Amazônia tem sido explorada de forma insustentável, sem aplicação dos critérios de sustentabilidade de manejo florestal, o que caracteriza perda da cobertura florestal e da diversidade de espécies, antes mesmo que se tenha o conhecimento dessa riqueza natural (SOUZA et al., 2006). Apesar de a região abrigar expressiva parcela do estoque mundial de madeira tropical, o sistema de produção regional ainda é centrado na exploração seletiva de poucas espécies, o que é uma ameaça à sustentabilidade das florestas.

Com o manejo florestal sustentável, a exploração da floresta é feita de forma planejada, consequentemente diminuindo custos, impactos ambientais e sociais e garantindo a conservação do ecossistema. De acordo com Condit et al. (1993), para que uma exploração de madeira seja desenvolvida com sustentabilidade e viabilidade econômica, há necessidade de informações detalhadas sobre a dinâmica de cada espécie, que, segundo Rocha et al. (2003), corresponde ao estudo do comportamento das taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade de um povoamento florestal. Cunha e Finger (2013) destacaram que para contribuir com o estabelecimento do manejo racional da floresta exigem-se dados confiáveis de crescimento.

As pesquisas em andamento sobre silvicultura e manejo florestal servem de suporte técnico para o desenvolvimento econômico-ecológico do setor florestal na região, explorando as florestas naturais de forma sustentável, minimizando, assim, os impactos sobre o ecossistema, por meio de tratamentos silviculturais e formas adequadas de manejo com base no suprimento contínuo de madeira (SCHMIDT; CHICHORRO, 1990).

Os principais tratamentos silviculturais realizados em florestas tropicais constam de corte de cipós, liberação de copas para maior captação de luz, condução da regeneração natural e plantio de espécies de valor comercial em clareiras (GOMES et al., 2010). Alguns

métodos de tratamentos silviculturais podem ser utilizados para aumentar a densidade das espécies selecionadas para serem beneficiadas, além de favorecer o crescimento. Segundo Azevedo et al. (2012), as taxas de crescimento podem ser aceleradas pelos tratamentos silviculturais, pois eles reduzem a competição por luz e nutrientes com as espécies mais abundantes e sem valor comercial. Mas, segundo Vatraz et al. (2012), há, ainda, a necessidade de estudos de correlação entre padrões de crescimento individual e tratamentos silviculturais nas florestas brasileiras.

Essas considerações permitem afirmar que o conhecimento do crescimento das espécies arbóreas, principalmente daquelas de interesse econômico, em florestas exploradas e submetidas a tratamentos silviculturais, é fundamental para o seu manejo adequado. Para esta pesquisa foi selecionada a espécie *C. lucentifolium* (Sapotaceae), conhecida popularmente como goiabão, abiu-casca-grossa, abiu-branco e abiurana. Esta espécie foi escolhida por estar entre as 20 mais abundantes na área de estudo e por ter sua madeira largamente comercializada na Amazônia, além do fato de não haver informações disponíveis na literatura sobre o seu crescimento. A espécie foi classificada como climática por Rolim et al. (1999) e como secundária tardia por Dan et al. (2010) e Paula e Soares (2011). Seus frutos são drupas ovoides, subglobosas ou obovoides, com látex branco; sua distribuição geográfica inclui o Panamá, Equador, Peru, Colômbia, Venezuela, Guiana Francesa e Amazônia brasileira (PENNINGTON, 1990).

Este estudo trata do processo dinâmico do crescimento diamétrico da população de *Chrysophyllum lucentifolium* Cronquist, em diferentes sistemas de tratamentos silviculturais, no período de cinco anos após uma exploração de impacto reduzido, em uma fazenda localizada no Município de Paragominas, PA. Os resultados da pesquisa contribuirão para a definição do sistema de tratos silviculturais mais indicados para essa espécie, nas florestas de terra firme da Amazônia brasileira.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Rio Capim, pertencente à Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda., localizada no Município de Paragominas, PA, entre as coordenadas geográficas 03°30' e 03°45' de latitude Sul e 48°30' e 48°45' de longitude Oeste (MACIEL et al., 2009), distante cerca de 500 km de Belém, via Rodovia PA-150. A área foi explorada em 2004 (Exploração de Impacto Reduzido – EIR) e, em 2005, tratada (anelagem de árvores competidoras e corte de cipós).

O clima da região é do tipo “Aw”, segundo a classificação de Köeppen, com precipitação pluviométrica média anual de 1.800 mm, temperatura média de 26,3°C e umidade relativa do ar de 81% (BASTOS et al., 2005). A topografia do Município de Paragominas vai de plana a suavemente ondulada (SOMBROEK, 1984). Os solos possuem baixa fertilidade, devido à baixa reserva de nutrientes como cálcio, magnésio, potássio, fósforo e nitrogênio, além de alta saturação por alumínio (RODRIGUES et al., 2003). O Município de Paragominas é drenado pelas Bacias do Rio Capim e do Rio Gurupi (WATRIN; ROCHA, 1992). A tipologia da área onde foram instalados os tratamentos silviculturais é Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012), também chamada de Floresta Equatorial Úmida de Terra Firme.

### 2.2. Delineamento experimental

Foram estabelecidos sete tratamentos, cujo delineamento foi inteiramente ao acaso. Cada tratamento teve quatro repetições. A área onde foi instalado o experimento possuía 700 ha, distribuídos em 14 UT (Unidades de Trabalho) na UMF Fazenda Rio Capim, perfazendo 56 repetições, das quais apenas 28 foram utilizadas. Cada repetição de 25 ha tinha uma bordadura de 4,75 ha (25 m de cada lado), ou seja, a amostra efetiva de cada repetição foi de 20,25 ha (450 m x 450 m), portanto a área efetiva do experimento era de 567 ha.

Os sete tratamentos, detalhados em Carvalho et al. (2013), foram, em resumo: T1 – Exploração de impacto reduzido + desbaste de liberação clássico (WADSWORTH; ZWEED, 2006), por anelagem de árvores competidoras; e corte de cipós para liberar as árvores de espécies cuja madeira é atualmente

comercializada; T2 – Exploração de impacto reduzido + desbaste de liberação modificado (modificação do T1), por anelagem de árvores competidoras e corte de cipós para liberar as árvores de espécies cuja madeira é atualmente comercializada; T3 – Exploração de impacto reduzido + corte de cipós para liberar árvores de qualquer espécie, comercial ou não; T4 – Exploração de impacto reduzido + plantio em clareiras + conservação de algumas mudas de regeneração natural de espécies de valor comercial existentes nas clareiras + corte de cipós para liberar árvores de qualquer espécie, comercial ou não; T5 – Constituído pelas atividades do T2, mais as atividades do T4; T6 – Exploração de impacto reduzido. Neste tratamento houve apenas a colheita das árvores de espécies comerciais; e T7 – Floresta não explorada.

A Exploração de Impacto Reduzido (EIR) pode ser considerada como tratamento silvicultural, pois com a colheita de árvores abrem-se clareiras aumentando a incidência solar no local, favorecendo, assim, segundo Silva et al. (1995), o estabelecimento da regeneração natural e o crescimento de mudas e varas. Assim como o corte de cipós e a anelagem de árvores competidoras, a exploração florestal também contribui com o aumento da capacidade produtiva da floresta remanescente (PINARD et al., 1999). As técnicas de EIR constituem-se do planejamento da exploração florestal, desenvolvimento de infraestrutura e técnicas operacionais, as quais objetivam reduzir os danos ambientais da extração da madeira, enquanto aumentam a eficiência das operações (BOLTZ et al., 2003).

A anelagem aplicada foi do tipo completa que, segundo Sandel e Carvalho (2000), consiste em retirar a casca e câmbio da árvore, formando um anel completo de aproximadamente 30 cm de largura, à altura de aproximadamente 1 m do solo. Essa atividade foi feita com terçado e, ou, machadinha.

O diâmetro mínimo utilizado para selecionar as árvores que foram beneficiadas pelos tratamentos silviculturais foi de 35 cm, definido tomando como base o crescimento médio das florestas tropicais naturais ( $0,50 \text{ cm ano}^{-1}$ ). A legislação vigente (Instrução Normativa 5 – 2006) determina um ciclo de corte de 25 a 35 anos, com árvores apresentando diâmetro mínimo de corte de 50 cm (BRASIL, 2006), ou seja, essas árvores beneficiadas neste estudo provavelmente estarão aptas ao próximo corte, após o ciclo de 25 a 35 anos.

### 2.3. Coleta de dados

Os dados foram coletados em quatro ocasiões nos anos 2005, 2006, 2007 e 2009. Neste estudo foram consideradas apenas as avaliações feitas em 2005 e 2009. Em todas as árvores beneficiadas ( $DAP \geq 35$  cm), mediu-se o diâmetro, e observaram-se a forma e a iluminação da copa, de acordo com Silva et al. (2005). Considerou-se Grau de Iluminação 1 quando a árvore possuía copa emergente ou a copa estava completamente exposta à luz; e Grau de Iluminação 2, quando a copa estava parcialmente iluminada, recebendo apenas luz lateral e difusa. Em relação à forma da copa das árvores, considerou-se a Forma 1, quando a copa era completa e bem distribuída; Forma 2, quando era completa, mas de forma irregular; e Forma 3, quando a copa era incompleta.

### 2.4. Cálculo e análise dos dados

Calculou-se a abundância (número de indivíduos por unidade de área –  $N \text{ ha}^{-1}$ ) e a área basal ( $\pi d^2/4$ , em que  $d$  é o diâmetro em metro) da espécie, em 2005 e 2009, a fim de se obter a alteração ocorrida na estrutura de sua população na área.

Determinou-se a taxa de mortalidade da espécie pela porcentagem de árvores que morreram naturalmente no período, por senilidade ou por quedas causadas por ventos ou outros fatores naturais.

O crescimento diamétrico foi calculado pela diferença entre as medidas de diâmetro das árvores com  $DAP \geq 35$  cm, no período de 2005-2009 ( $DAP_{\text{final}} - DAP_{\text{inicial}}$ )/ $T_{(\text{tempo})}$ .

Os valores obtidos para o incremento diamétrico da espécie *Chrysophyllum lucentifolium*, em cada tratamento, foram analisados estatisticamente através do teste de Normalidade de Lilliefors. Na análise de variância, utilizou-se o teste de Tukey. O nível de significância adotado foi de 5% ( $\alpha = 0,05$ ).

## 3. RESULTADOS

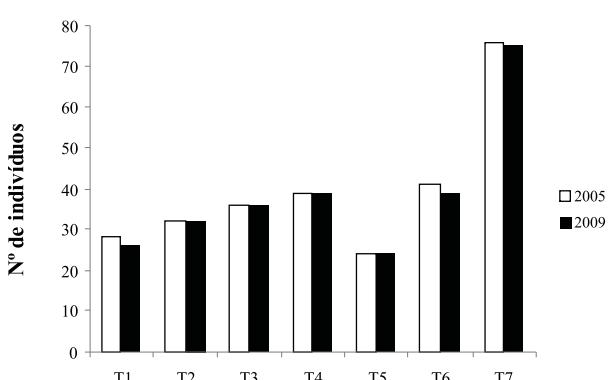
### 3.1. Alterações na estrutura da população da espécie

Nos sete tratamentos (700 ha) foram avaliadas 278 árvores de *Chrysophyllum lucentifolium* com  $DAP$  igual ou superior a 35 cm, portanto a média de uma árvore da espécie para cada 2 ha. Desses 278 árvores, 161 foram beneficiadas pelos tratamentos silviculturais

e pela abertura do dossel, proporcionada pela exploração florestal (T1, T2, T3, T4 e T5); 41 foram beneficiadas somente pela exploração florestal (T6) e 76 não receberam benefícios, sendo registradas apenas como controle (T7) (Figura 1).

Em 2005, o maior número de árvores (total de 76, média de 0,9 indivíduo  $\text{ha}^{-1}$ ) de *C. lucentifolium* foi encontrado no T7 (floresta não explorada), abundância bem acima dos outros tratamentos em que houve colheita da madeira, conforme se pode observar na Figura 1. *C. lucentifolium* foi uma das espécies colhidas na área, por isso sua abundância nos tratamentos, em que houve exploração florestal, foi de aproximadamente a metade da abundância no T7 – floresta não explorada (Figura 1). A segunda maior abundância foi registrada na área explorada, mas sem tratamento silvicultural (T6 com 41 árvores, portanto 0,5 indivíduo  $\text{ha}^{-1}$ ). No T4 (exploração de impacto reduzido; plantio em clareiras; conservação de algumas mudas de regeneração natural de espécies de valor comercial existentes nas clareiras; corte de cipós para liberar árvores de qualquer espécie, comercial ou não) ocorreu a terceira maior abundância (39 árvores, média de 0,5 indivíduo  $\text{ha}^{-1}$ ).

No T1 (exploração de impacto reduzido; desbaste de liberação clássico por anelagem de árvores competidoras e corte de cipós) e no T5 (desbaste de liberação modificada,



**Figura 1** – Número de indivíduos de *Chrysophyllum lucentifolium* (2005 e 2009), em área submetida a tratamentos silviculturais após a colheita de madeira, na Fazenda Rio Capim, Paragominas, PA.

**Figure 1** – Number of individuals of *Chrysophyllum lucentifolium* (2005 and 2009) in an area where silvicultural treatments were applied after harvesting, in the Rio Capim Forest Management Unit, Paragominas, PA.

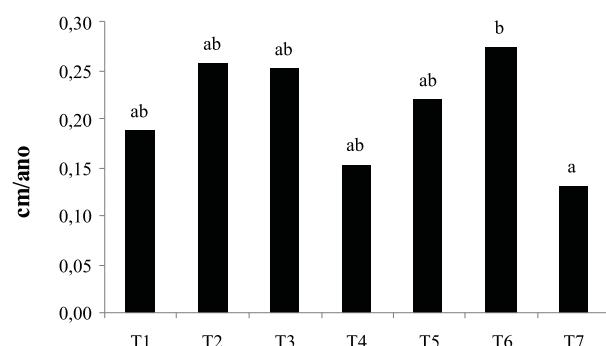
por anelagem e corte de cipós e plantio em clareiras), ocorreram menos indivíduos, 28 e 24, respectivamente, com média de 0,3 indivíduo  $ha^{-1}$ . Essa grande diferença em abundância entre os tratamentos pode ser devida a fatores extrínsecos (edafologia e morfologia) dos ambientes amostrados, ou pela ecologia da própria espécie ou do ambiente que influencia na distribuição espacial dos indivíduos na área.

No período estudado (2005 a 2009), tanto no T1 quanto no T2 e no T6, foram registradas duas árvores mortas de *C. lucentifolium*; no T7, morreu apenas uma árvore; e, nos T3, T4 e T5, não houve mortalidade (Figura 1). A morte das duas árvores no T6 foi causada por uma tempestade ocorrida em 2008, que danificou grande parte da área experimental.

### 3.2. Alterações no crescimento da espécie

As análises estatísticas realizadas mostraram a normalidade dos dados entre os tratamentos, e houve diferença significativa a 95% de probabilidade, conforme pode ser observado na Figura 2.

O maior incremento médio em diâmetro ( $0,27 \text{ cmano}^{-1}$ ) foi verificado no T6 (área explorada, sem tratamentos silviculturais), conforme observado na Figura 2. O segundo maior incremento médio ( $0,26 \text{ cmano}^{-1}$ ) ocorreu



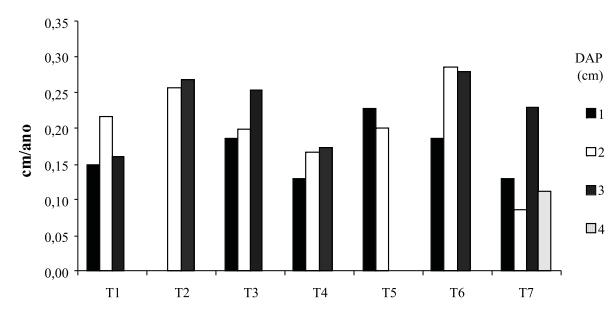
**Figura 2** – Incremento periódico anual em diâmetro de *Chrysophyllum lucentifolium* (2005-2009), em área submetida a tratamentos silviculturais após a colheita de madeira, na Fazenda Rio Capim, Paragominas, PA. Valores seguidos das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Figure 2** – Periodic annual diameter increment of *Chrysophyllum lucentifolium* (2005-2009) in an area where silvicultural treatments were applied after harvesting, in the Rio Capim Forest Management Unit, Paragominas, PA. Values followed by the same letters are not different according to the Tukey test at a 5% probability.

no T2 (desbaste de liberação modificado, anelagem e corte de cipós, com beneficiamento de árvores sadias de boa forma, com madeira de valor comercial atualmente) e o terceiro ( $0,25 \text{ cmano}^{-1}$ ) no T3 (corte de cipós e beneficiamento de árvores sadias e de boa forma de qualquer espécie). A diferença de incremento diamétrico entre esses tratamentos foi de somente  $0,01 \text{ cmano}^{-1}$ , e apenas os tratamentos T6 e T7 diferiram entre si, estatisticamente.

Para melhor entender e explicar esse crescimento inicial (4 anos) da espécie, analisou-se também o incremento das árvores nas classes diamétricas (Figura 3), assim como o incremento em relação à exposição da copa das árvores à luz (Figura 4) e em relação à forma da copa (Figura 5).

De modo geral, as árvores com diâmetro de 40 cm a 59 cm cresceram mais, como pode ser observado na Figura 3. É interessante mencionar que 50% das 278 árvores utilizadas no estudo de crescimento (exatamente 139 árvores) estavam na classe de diâmetro 2 (40-49 cm), possibilitando resultados com média mais acurada. Nas classes 1 (30-39 cm) e 3 (50-59 cm), havia 56 árvores, em cada uma, e na classe 4 (60-69 cm) havia apenas oito árvores, concentradas na área não explorada (T7) (Figura 3).



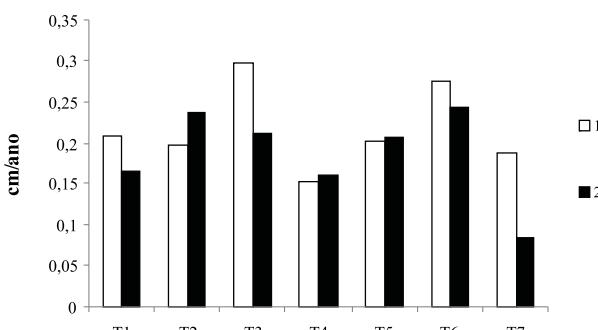
**Figura 3** – Incremento periódico anual em diâmetro de *Chrysophyllum lucentifolium* no período de 2005 a 2009, de acordo com suas classes diamétricas, em área submetida a tratamentos silviculturais após a colheita de madeira, na Fazenda Rio Capim, Paragominas, PA (1 – classe de 30-39 cm de DAP; 2 – classe de 40-49 cm de DAP; 3 – classe de 50-59 cm de DAP; e 4 – classe de 60-69 cm de DAP).

**Figure 3** – Periodic annual diameter increment of *Chrysophyllum lucentifolium* (2005-2009) by diameter classes in an area where silvicultural treatments were applied after harvesting, in the Rio Capim Forest Management Unit, Paragominas, PA (1 – class 30-39 cm DBH; 2 – class 40-49 cm DBH; 3 – class 50-59 cm DBH; and 4 – class 60-69 cm DBH).

Em relação à exposição das copas ou captação de luz pelas copas, as árvores cujas copas estavam completamente expostas à luz tiveram maior taxa de incremento no T1, T3, T6 e T7, enquanto no T2, T4 e T5, surpreendentemente, as árvores com copas parcialmente iluminadas cresceram mais, embora o incremento tenha sido semelhante nas duas classes de iluminação de copas no T4 e no T5 (Figura 4).

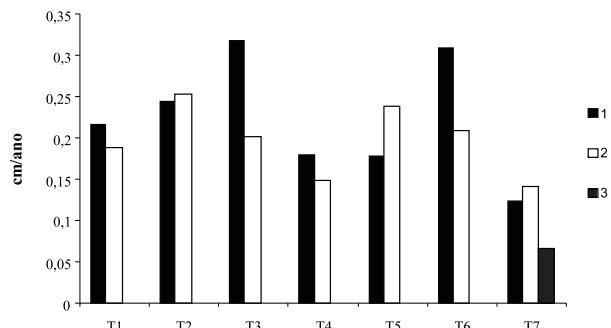
Considerando apenas as árvores de copas emergentes ou completamente exposta à luz (classe de iluminação 1), o maior incremento ( $0,29 \text{ cm.ano}^{-1}$ ) foi registrado no T3, que constou apenas da colheita da madeira e de corte de cipós, seguido do T6, onde houve apenas a colheita da madeira (Figura 4).

As árvores com copas completas e bem distribuídas cresceram mais do que aquelas com copas irregulares ou incompletas, principalmente nos T1, T3, T4 e T6. O maior incremento em diâmetro ( $0,32 \text{ cm.ano}^{-1}$ ) ocorreu no T3 (corte de cipós), seguido pelo T6 (área explorada, sem tratamentos silviculturais), com  $0,30 \text{ cm.ano}^{-1}$ . Nos demais tratamentos (T2, T5 e T7), as árvores com copas completas, porém de forma irregular, tiveram crescimento levemente superior àquelas de copas regulares, com média de  $0,25 \text{ cm.ano}^{-1}$  no T2 (exploração de impacto reduzido + desbaste modificado de liberação de copas



**Figura 4** – Incremento médio anual em diâmetro, em relação à iluminação da copa de *Chrysophyllum lucentifolium* no período de 2005 a 2009, em área submetida a tratamentos silviculturais após a colheita de madeira, na Fazenda Rio Capim, Paragominas, PA (1 – completamente exposta à luz; e 2 – parcialmente iluminada).

**Figure 4** – Periodic annual diameter increment of *Chrysophyllum lucentifolium* (2005-2009) related to the crown illumination in an area where silvicultural treatments were applied after harvesting, in the Rio Capim Forest Management Unit, Paragominas, PA (1 - full light; and 2 - partial light).



**Figura 5** – Incremento periódico anual em diâmetro, em relação à forma de copa de *Chrysophyllum lucentifolium* no período de 2005 a 2009, em área submetida a tratamentos silviculturais após a colheita de madeira, na Fazenda Rio Capim, Paragominas, PA (1 – copa completa, bem distribuída; 2 – copa completa, irregular; e 3 – copa incompleta).

**Figure 5** – Periodic annual diameter increment of *Chrysophyllum lucentifolium* (2005-2009) related to the crown shape in an area where silvicultural treatments were applied after harvesting, in the Rio Capim Forest Management Unit, Paragominas, PA (1 – complete and well distributed crown; 2 – complete and irregularly distributed crown; and 3 – incomplete crown).

por anelagem + corte de cipós) e  $0,24 \text{ cm.ano}^{-1}$  no T5 (exploração de impacto reduzido + desbaste modificado de liberação de copas + corte de cipós + plantio em clareiras); no T7 (área não explorada), foi de apenas  $0,13 \text{ cm.ano}^{-1}$  (Figura 5).

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. Alterações na estrutura da população da espécie

Em geral, a taxa anual de mortalidade por causas naturais em florestas tropicais densas varia de 1% a 2%, conforme demonstrado em análise feita por Swaine et al. (1987) em 18 florestas tropicais, em três continentes. Neste estudo, a taxa de mortalidade ficou bem abaixo do percentual encontrado por Swaine, considerando que a mortalidade total no período de quatro anos foi de 2,5%, ou seja, cerca de 0,6% ao ano. Entretanto, há que se considerar que a avaliação foi feita apenas com as árvores de DAP igual ou superior a 35 cm.

Neste estudo houve grande variação entre os tratamentos em relação à ocorrência dos indivíduos, como foi verificado também em outras regiões brasileiras, a exemplo de diferentes florestas no Estado do Espírito Santo (ASSIS et al., 2004; ROLIM et al., 2006; PAULA;

SOARES, 2011; ARCHANJO et al., 2012) e no Estado do Rio de Janeiro (KURTZ; ARAÚJO, 2000; CARVALHO et al., 2006; KURTZ et al., 2009; DAN et al., 2010).

A área basal da espécie registrada neste estudo, considerando diâmetro mínimo de 35 cm, em floresta não explorada, foi de  $0,16 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ . No Município de Serra, ES, foi encontrado, em 0,6 ha, considerando DAP  $\geq 4,77 \text{ cm}$ , uma área basal de  $0,007 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$  e, considerando o estágio sucessional inicial,  $0,0263 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ , para estágio avançado da floresta (MAGNAGO et al., 2011).

#### 4.2. Alterações no crescimento da espécie

Era de se esperar realmente que o crescimento das árvores no T7 (floresta não explorada) fosse inferior ao crescimento nos demais tratamentos, em que ocorreu abertura do dossel pela exploração florestal (colheita da madeira) ou pela combinação de exploração florestal com tratamentos silviculturais, comprovando que as aberturas causadas na floresta pela exploração e pelos tratamentos silviculturais aumentam a incidência de luz solar, contribuindo para o crescimento das árvores. Entretanto, no T1, onde houve colheita de madeira e onde os tratamentos silviculturais (exploração de impacto reduzido + anelagem + corte de cipós) foram mais intensos, e esperava-se que o crescimento fosse superior aos demais tratamentos, porém o crescimento foi mínimo, inclusive sem diferença estatística significante do T7 (floresta não explorada). Surpreendentemente, como já foi dito, o maior incremento ocorreu no T6, em que houve apenas a colheita da madeira.

No T4, onde ocorreram a colheita da madeira e o corte de cipós, o crescimento parece ser o esperado, quando comparado com o crescimento da floresta não explorada. Entretanto, no T3, onde também ocorreu apenas o corte de cipós, além da colheita da madeira, o crescimento das árvores foi bem superior ao crescimento no T4, quando poderia ser semelhante.

Em resumo, os dois tratamentos onde não ocorreu o incremento esperado foram T1 e T6. No T1, esperava-se que ocorresse o maior incremento. No T6 (apenas colheita da madeira), onde ocorreu o maior crescimento, esperava-se que a taxa de incremento ficasse entre as taxas do T4 (colheita da madeira e corte de cipós) e do T7 (floresta não explorada). Deve-se deixar claro que a intensidade da colheita da madeira foi a mesma nas áreas dos seis tratamentos, onde ocorreu a exploração florestal de impacto reduzido.

Com o conhecimento da estrutura diamétrica, é possível avaliar o comportamento da espécie, tendo em vista os vários fatores que possam interferir em seu crescimento, entre eles o manejo e as atividades de exploração comercial (BARTOSZECK et al., 2004). Além disso, a distribuição diamétrica é indicador do estoque de crescimento, propiciando a elaboração de conclusões a respeito da estrutura da floresta (LOETSCH et al., 1973). Assim, considerando as classes de diâmetro nesta pesquisa, o fato de a densidade na Classe 1 (56 árvores) ser muito inferior à da Classe 2 (139 árvores) não significa que a espécie não vai estar garantida na estrutura futura da floresta, pois, de acordo com Schaaf et al. (2006), essa ideia de que a espécie deve apresentar distribuição diamétrica em forma de exponencial negativa nem sempre é verdadeira.

Em oito anos de monitoramento na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós, Carvalho et al. (2004) observaram incremento diamétrico médio de  $0,28 \text{ cm.ano}^{-1}$  nas espécies tolerantes à sombra, que é o caso de *C. lucentifolium*, porém nesse estudo da FLONA foi considerado o DAP mínimo de 5 cm. Nesta pesquisa na Fazenda Rio Capim, se fossem consideradas árvores com diâmetros inferiores a 35 cm, o crescimento seria bem diferente do encontrado no período estudado.

O tratamento silvicultural parece não ter ainda surtido o efeito esperado na população de *Chrysophyllum lucentifolium*, provavelmente por terem decorridos apenas cinco anos após a colheita da madeira e quatro anos após o corte de cipós e anelagem de árvores, atingindo o incremento máximo de  $0,27 \text{ cm.ano}^{-1}$ , e esse incremento pode ter ocorrido no T6, em que não foi aplicada a anelagem nem o corte de cipós. Em período um pouco mais longo, aos oito anos após a exploração na Floresta Nacional do Tapajós, Carvalho et al. (2004) registraram incremento bem semelhante ao deste estudo, com  $0,28 \text{ cm.ano}^{-1}$ , considerando árvores com DAP  $\geq 5 \text{ cm}$ , também em área onde ocorreu apenas a colheita da madeira. Portanto, é provável que o incremento diamétrico médio ainda vá aumentar nos anos seguintes, embora no estudo de Silva et al. (1995) o efeito da abertura do dossel tenha estimulado o crescimento das árvores até o final do terceiro ano após a exploração florestal. Incrementos superiores à média foram registrados em árvores com copas completas de forma regular e completamente expostas à luz, tanto neste estudo quanto em outros realizados na Amazônia.

A variação no incremento em relação à exposição da copa à luz foi pequena, devido ao fato de a espécie pertencer ao grupo ecológico das tolerantes à sombra (CARVALHO, 2000), como em geral ocorre com as espécies de Sapotaceae.

Os maiores incrementos em diâmetro ocorridos no T2 (exploração de impacto reduzido + desbaste de liberação modificada por anelagem + corte de cipós), T3 (exploração de impacto reduzido + corte de cipós) e T6 (apenas exploração de impacto reduzido), conforme observado na Figura 2, podem ser explicados pela alta taxa de crescimento verificada nas árvores com copas totalmente expostas à luz nesses tratamentos (Figura 4) e com copas completas e bem distribuídas (Figura 5).

## 5. CONCLUSÃO

*Chrysophyllum lucentifolium* não respondeu significativamente aos tratamentos silviculturais, ou seja, a anelagem e o corte de cipós parecem não ter influenciado o crescimento diamétrico anual nos tratamentos no período de quatro anos de estudo.

Há tendência de que o incremento diamétrico médio vai aumentar nos anos seguintes, embora em estudos realizados em outras áreas, na Amazônia, o efeito da abertura do dossel tenha estimulado o crescimento das árvores apenas até o final do terceiro ano após a exploração florestal.

Outras avaliações silviculturais da espécie devem ser realizadas para constatar se houve aceleração no crescimento nos últimos anos ou se há a necessidade de aplicação de novos tratos silviculturais, pelo menos corte de cipós das árvores selecionadas para as futuras colheitas.

## 6. REFERÊNCIAS

ARCHANJO, K. M. P. A.; SILVA, G. F.; CHICHORRO, J. F.; SOARES, C. P. B. Estrutura do componente arbóreo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó, Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil. **Revista Floresta**, v.42, n.1, p.145-160, 2012.

ASSIS, A. M.; PEREIRA, O. J.; THOMAZ, L. D. Fitossociologia de uma floresta de restinga no Parque Estadual Paulo César Vinha, Setiba, município de Guarapari (ES). **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, n.2, p.349-361, 2004.

AZEVEDO, C. P.; SILVA, J. N. M.; SOUZA, C. R.; SANQUETTA, C. R. Eficiência de tratamentos silviculturais por anelamento na Floresta do Jari, Amapá. **Revista Floresta**, v.42, n.2, p.315-324, 2012.

BARTOSZECK, A. C. P. S.; MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; OLIVEIRA, E. B. A distribuição diamétrica para bracatingais em diferentes idades, sítios e densidades da região metropolitana de Curitiba. **Revista Floresta**, v.34, n.3, p.305-324, 2004.

BASTOS, T. X.; PACHÊCO, N. A.; FIGUEIRÊDO, R. O.; SILVA, G. F. G. **Características agroclimáticas do município de Paragominas**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 21p. (Documentos, 228).

BRASIL. Instrução Normativa nº 5, de 11 de dezembro de 2006. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, n 238, p. 155-159, 13 de dez. de 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** v.5, n.1, p.69-81, 2003.

CARVALHO, F. A.; BRAGA, J. M. A.; GOMES, J. M. L.; SOUZA, J. S.; NASCIMENTO, M. T. Comunidade arbórea de uma Floresta de baixada aluvial no município de Campos dos Goytacazes, RJ. **Cerne**, v.12, n.2, p.157-166, 2006.

CARVALHO, J. O. P. Classificação em grupos ecológicos das espécies mais importantes em uma área da Floresta Nacional do Tapajós. Belém: **Embrapa Amazônia Oriental**, 2000. 4p. (Comunicado Técnico, 41).

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 Amazônica**, v.34, p.209-217, 2004.

CARVALHO, J. O. P.; SILVA, J. N. M.; SILVA, M. G.; GOMES, J. M.; TAFFAREL, M.; NOBRE, D. N. V. Mortality of girdled trees and survival of seedlings in canopy gaps after logging in an upland forest in Brazilian Amazon. **Revista de Ciências Agrárias**, v.56, n.1, p.48-52, 2013.

CONDIT, R.; HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B. Mortality and growth of a commercial hardwood 'el cativo', *Prioria copaifera*, in Panama. **Forest Ecology and Management**, v.62, n.1, p.107-122, 1993.

CUNHA, T. A.; FINGER, C. A. G. Competição assimétrica e o incremento diamétrico de árvores individuais de *Cedrela odorata* L. na Amazônia ocidental. **Acta Amazônica**, v.43, n.1, p.9-18, 2013.

DAN, M. L.; BRAGA, J. M. A.; NASCIMENTO, M. T. Estrutura da comunidade arbórea de fragmentos de floresta estacional semidecidual na bacia hidrográfica do rio São Domingos, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v.61, n.4, p.749-766. 2010.

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**, v.40, p.171-178, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2.ed. Rio de Janeiro: Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2012. 271p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, 1).

KURTZ, B. C.; ARAÚJO, D. S. D. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v.51, n.78/115, p.69-112, 2000.

KURTZ, B. C.; SÁ, C. F. C.; SILVA, D. O. Fitossociologia do componente arbustivo-arbóreo de florestas semidecíduas costeiras da região de

Emerenças, Área de Proteção Ambiental do Pau Brasil, armação dos búzios, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v.60, n.1, p.129-146, 2009.

LOETSCH, F.; ZÖHRER, F.; HALLER, K. E. **Forest inventory**. München: BLV, Verlagsgessellschaft mbH, 1973. 469p.

MACIEL, M. N. M., BASTOS, P. C. O.; CARVALHO, J. O. P., WATRIN, O. S. Uso de imagens orbitais na estimativa de parâmetros Estruturais de uma floresta primária no município de Paragominas, estado do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, n.52, p.159-178, 2009.

MAGNAGO, L.F.S.; SIMONELLI, M.; MARTINS, S. V.; MATOS, F. A. R.; DEMUNER, V. G. Variações estruturais e características edáficas em diferentes estádios sucessionais de floresta ciliar de Tabuleiro, ES. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.445-456, 2011.

PAULA, A.; SOARES, J. J. Estrutura horizontal de um trecho de Floresta Ombrófila Densa das terras baixas na Reserva Biológica de Sooretama, Linhares, ES. **Revista Floresta**, v.41, n.2, p.321-334, 2011.

PENNINGTON, T. D. **Flora Neotropica: Sapotaceae**. New York: The New York Botanical Garden, 1990. 770p.

PINARD, M. A.; PUTZ, F. E.; RUMÍZ, D.; GUZMAN, R.; JARDIM, A. Ecological characterization of tree species for guiding Forest management decisions in seasonally dry Forest in Lomerío, Bolivia. **Forest Ecology and Management**, v.113, p.201-213, 1999.

ROCHA, R. M.; HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; NAKAMURA, S.; SILVA, R. DA; PINTO, A. C. M.; TRIBUZZY, E. S. Taxas de recrutamento e mortalidade e mudanças de estoques de fitomassa da floresta primária na região de Manaus-AM. In: HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; SAMPAIO, P. T. B.; MARENCO, R. A.; FERRAZ, J.; SALES, P. C.; SAITO, M.; MATSUMOTO, S. **Projeto Jacarandá - Fase 2 - Pesquisas Florestais na Amazônia Central**. Manaus: 2003. p.43-54.

RODRIGUES, T. E.; SILVA, R. C.; SILVA, J. M. L.; OLIVEIRA JUNIOR, 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. 51p. (Documentos, 162).

ROLIM, S. G.; COUTO, H. T. Z.; JESUS, R. M. Mortalidade e recrutamento de árvores na Floresta Atlântica em Linhares-ES. **Scientia Forestalis**, n.55, p.49-69, 1999.

ROLIM, S. G.; IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NASCIMENTO, M. T.; GOMES, J. M. L.; FOLLI, D. A.; COUTO, H. T. Z. Composição florística do estrato arbóreo da Floresta Estacional Semidecidual na Planície Aluvial do rio Doce, Linhares, ES, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v.20, n.3, p.549-561, 2006.

SANDEL, M. P.; CARVALHO, J. O. P. Anelagem de árvores como tratamento silvicultural em florestas naturais da Amazônia brasileira. **Revista de Ciências Agrárias**, v.33, n.1, p.9-32, 2000.

SCHMIDT, P. B.; CHICHORRO, J. F. **Diagnóstico e avaliação das pesquisas em silvicultura e manejo florestal na Amazônia**. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, 1990. 79p.

SCHAAF, L. B.; FIGUEIREDO FILHO, A.; GALVÃO, F.; SANQUETTA, C. R. Alteração na estrutura diamétrica de uma floresta ombrófila mista no período entre 1979 e 2000. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.283-295, 2006.

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**, 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 Amazônia Oriental, 2005. 68p.

SOMBROEK, W. G. Soils of the Amazon region. In: SIOLI, H. (Ed.). **The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers, 1984. p.22-135.

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**, v.30, n.1, p.75-87, 2006.

SWAINE, M. D.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F. E. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. **Journal of Tropical Ecology**, v.3, n.4, p.359-366, 1987.

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**, v.40, n.93, p.095-102, 2012.

WADSWORTH, F. H.; ZWEEDE, J. C. Liberation: acceptable production of tropical forest timber. **Forest Ecology and Management**, v.233, n.1, p.45-51, 2006.

WATRIN, O. S.; ROCHA, A. M. A. **Levantamento de vegetação natural e uso da terra no Município de Paragominas (PA) utilizando imagens TM/Landsat**. Belém: Embrapa-CPATU, 1992. 40p. (Boletim de Pesquisa, 124)