

Incremento, recrutamento e mortalidade pós-colheita de
Duguetia spp. na Floresta Nacional do Tapajós, ParáPost-harvesting increment, recruitment and mortality
of *Duguetia* spp. in the Tapajós National Forest, ParáLuiz Fernandes Silva Dionísio¹, João Olegário Pereira de Carvalho², Gustavo Schwartz³,
Fábio Miranda Leão⁴ e Tatiana Cunha Castro¹**Resumo**

Conhecer o crescimento das espécies de um povoamento florestal, principalmente daquelas de interesse econômico, é de fundamental importância para o manejo florestal sustentável. Nesse sentido, avaliou-se o processo dinâmico de incremento, recrutamento e mortalidade da população de *Duguetia* spp. (envira-surucucu), no período de 1983-2012, em uma área de 180 hectares, sob a responsabilidade da Embrapa Amazônia Oriental, localizada na Floresta Nacional do Tapajós. Os dados foram coletados em 48 parcelas permanentes de 0,25 ha (50 m x 50 m), divididas em 25 subparcelas de 10 m x 10 m, onde foram medidas e identificadas todas as árvores com DAP (diâmetro a 1,30 do nível do solo) \geq 5 cm. Recrutamento foi considerado como sendo o número de árvores que atingiram 5 cm de diâmetro em duas medições consecutivas, e mortalidade o número de árvores com DAP \geq 5 cm encontradas mortas entre duas medições consecutivas. A exploração de impacto reduzido não afetou a estrutura da população de *Duguetia* spp. Trinta anos após a exploração, a espécie continuou apresentando distribuição diamétrica do tipo J-reverso e mostrou equilíbrio entre as taxas de recrutamento e mortalidade, além de semelhança no incremento diamétrico entre as áreas exploradas e não explorada. A exploração beneficiou o crescimento dos indivíduos de *Duguetia* spp., que teve maior incremento na classe de diâmetro DAP \geq 25 cm.

Palavras-chave: Crescimento de árvores; dinâmica da floresta; exploração de impacto reduzido; forma de J-reverso.

Abstract

Knowledge on growth rates of tree species in a forest, especially those commercial species, is fundamental for forest management. Thus, we evaluated the dynamics of mortality, recruitment and growth of a *Duguetia* spp. (envira-surucucu) population during the 1983-2012 period in a 180 ha area in the Tapajós National Forest. Data were obtained from 48 0.25 ha (50 m x 50 m) permanent sample plots, divided into 25 subplots of 10 m x 10 m, where all trees with DBH (diameter at 1.30m above ground) \geq 5 cm were identified and measured. Mortality was the number of trees with DBH $>$ 5cm found dead between two consecutive measurements and recruitment was the number of trees reaching 5 cm in diameter in two consecutive measurements. Reduced impact logging did not modify the *Duguetia* spp. population structure. Thirty years after logging, *Duguetia* spp. continue presenting a reverse J-shape diameter distribution and maintaining equilibrium between mortality and recruitment rates. *Duguetia* spp. also shows a similarity on diameter increment between the logged and unlogged areas. The experiment benefited the growth of *Duguetia* spp. individuals, which had the greatest increase in DBH diameter class \geq 25 cm.

Keywords: diameter increment; forest dynamics; reduced impact logging, reverse J-shape.

INTRODUÇÃO

O conhecimento dos fatores que determinam as taxas de crescimento da floresta é fundamental para projetar a produção florestal, demandando estudos da capacidade de recuperação da floresta

¹Doutorando(a) do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais. UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia. Avenida Perimetral - Terra Firme - 66077830 - Belém, PA, Brasil. E-mail: fernandesluiz03@gmail.com; ccastro.tatiana@gmail.com.

²Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais. UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia. Avenida Perimetral - Terra Firme - 66077830 - Belém, PA, Brasil. E-mail: olegario@pq.cnpq.br.

³Pesquisador Doutor. Embrapa Amazônia Oriental - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Caixa Postal 48 - 66095105 - Belém, PA, Brasil. E-mail: gustavo.schwartz@embrapa.br.

⁴Professor Mestre. UFPA - Universidade Federal do Pará. Rua Coronel José Porfírio 2515 - 68372-040 - Altamira, Pará, Brasil. E-mail: fabioleao@ufpa.br

após a exploração, subsidiando o manejador da floresta com informações sobre mudanças florísticas na vegetação, taxas de incremento e dinâmica de mortalidade e recrutamento que permitam regular os ciclos de corte e/ou intensidade de exploração, conforme características produtivas da floresta. Em florestas tropicais, é comum a distribuição diamétrica na forma de J-reverso (HESS et al., 2010). Porém, essa distribuição muda muito quando estudada ao nível de espécie (CARVALHO; NASCIMENTO, 2009; DALLA LANA et al., 2013) e de acordo com o manejo adotado nas florestas colhidas.

O manejo de florestas tropicais influencia na regeneração natural, crescimento, recrutamento e mortalidade de indivíduos que compõem as comunidades destas florestas (AREVALO et al., 2016; CALLEGARO et al., 2015; DARRIGO et al., 2016; DIONISIO et al., 2017; RIVETT et al., 2016; SCHWARTZ et al., 2014), sendo importante avaliar a dinâmica por espécies em florestas tropicais, ao longo do tempo para subsidiar tomadas de decisões silviculturais para cada espécie em questão.

Na colheita de madeira com a adoção das técnicas de Exploração de Impacto Reduzido (EIR) preconizadas pela legislação florestal brasileira é fundamental que se conheça a dinâmica de crescimento das espécies de interesse e se quantifique a capacidade de reposição dos estoques extraídos (JARDIM; SOARES, 2010, DIONISIO et al., 2017), garantindo a manutenção da biodiversidade e conservação dos ecossistemas, permitindo que a floresta se recupere até a próxima colheita (HIRAI et al., 2012; REIS et al., 2010, TAFFAREL et al., 2014a). Isto garantiria o sucesso dos empreendimentos florestais na Amazônia (ALVES; MIRANDA, 2008).

A EIR é baseada no planejamento das operações, treinamento dos recursos humanos e investimentos no manejo florestal. A exploração florestal realizada de forma planejada deve: a) minimizar os danos ambientais, conservar o potencial de exploração futura e manter os serviços da floresta; b) reduzir os custos operacionais da exploração, aumentando a eficácia do trabalho, e c) reduzir desperdícios.

Para o planejamento e execução do manejo florestal visando à produção de madeira, é necessário compreender os mecanismos que influenciam o crescimento e desenvolvimento das espécies vegetais. Quatro pontos que devem ser utilizados nas tomadas de decisão para tentar garantir maior produção e conservação das espécies: a) escolha das espécies que podem ser exploradas; b) espécies que devem ser protegidas; c) previsão mais exata do ciclo de corte; e d) aplicação de tratamentos silviculturais mais adequados (SOUZA et al., 2014).

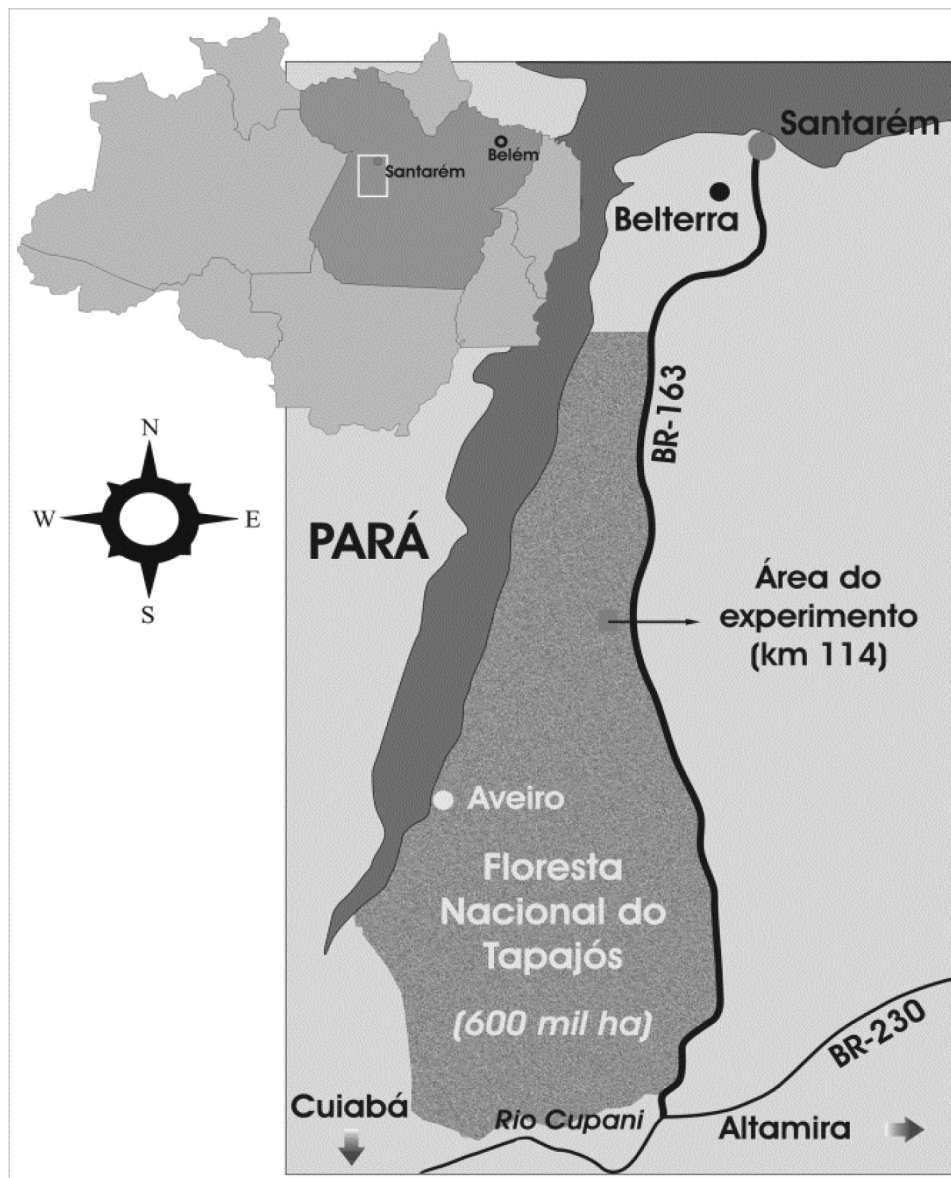
Os principais tratamentos silviculturais realizados em florestas tropicais são: corte de cipós, liberação de copas, condução da regeneração natural e plantio de espécies de valor comercial em clareiras (GOMES et al., 2010, SCHWARTZ et al., 2013). O corte de cipós e a liberação de copas proporcionam o crescimento mais rápido das árvores, e o enriquecimento de clareiras possibilita o aumento da qualidade produtiva da floresta (TAFFAREL et al., 2014b). Porém, ainda há a necessidade de estudos que correlacionem padrões de crescimento por espécie e tratamentos silviculturais nas florestas brasileiras (VATRAZ et al., 2012).

O conhecimento sobre o crescimento das espécies arbóreas, principalmente as de interesse econômico, em florestas exploradas e submetidas a tratamentos silviculturais, é fundamental para o seu manejo adequado. Para esta pesquisa foi selecionada uma população de *Duguetia* spp. (Annonaceae), cujas espécies são conhecidas popularmente como envira-surucucu ou envira-catitu, e estão entre as espécies arbóreas mais abundantes na área de estudo, porém, há pouca informação disponível na literatura sobre o seu crescimento. Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito de diferentes tratamentos silviculturais nas taxas de mortalidade, recrutamento e incremento diamétrico de *Duguetia* spp., num período de 30 anos após exploração de impacto reduzido em floresta de terra firme, na Floresta Nacional do Tapajós, Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

Área e espécie de estudo

O experimento localiza-se na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará, à altura do km 114 da Rodovia BR-163 (Santarém-Cuiabá) entre as coordenadas 2° 40' - 4° 10' de Latitude Sul e 54° 45' - 55° 30' de Longitude Oeste. Sua área total cobre aproximadamente 540.000 ha (Figura 1).



Oliveira et al. (2005).

Figura 1. Localização da área experimental na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, à altura do km 114 da Rodovia BR-163.

Figure 1. Location of the experimental area in the Tapajós National Forest, Pará, at Km 114, BR-163 Road.

O clima da região é do tipo Am, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado como clima tropical, que possui uma estação seca de 2 a 3 meses por ano e precipitação anual acima de 2000 mm. A média anual de temperatura é de 25°C, com mínimas de 18,4°C e máximas de 32,6°C, com umidade relativa do ar de aproximadamente 86% (76-93%). O relevo é 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 moderado com textura pesada (60% - 94% de argila) (CARVALHO, 2002). A vegetação da área de estudo é do tipo floresta de terra firme, classificada como Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012).

A espécie de estudo, localmente conhecida como envira-surucucu, é um complexo formado por pelo menos três espécies diferentes, o que foi reconhecido após o início do experimento em 1981 e que até o presente momento não foram identificadas. Assim, neste estudo com enfoque em silvicultura, ecologia e manejo florestal, a envira-surucucu é tratada como *Duguetia* spp.

Delineamento Experimental

O experimento foi instalado em 1981 pela Embrapa Amazônia Oriental em 144 hectares (1200m x 1200m), onde foram estabelecidas 48 parcelas permanentes para monitoramento contínuo da vegetação arbórea. Em 1982 foi realizada uma Exploração de Impacto Reduzido (EIR) nos 144

ha, quando foram colhidas 38 espécies com uma média de 12 árvores ha⁻¹ e volume de 90 m³ ha⁻¹ (CARVALHO, 1987), selecionadas com base na abundância e volume presente na área e por ser comercializadas no mercado do município de Santarém, Pará (CARVALHO et al., 2004).

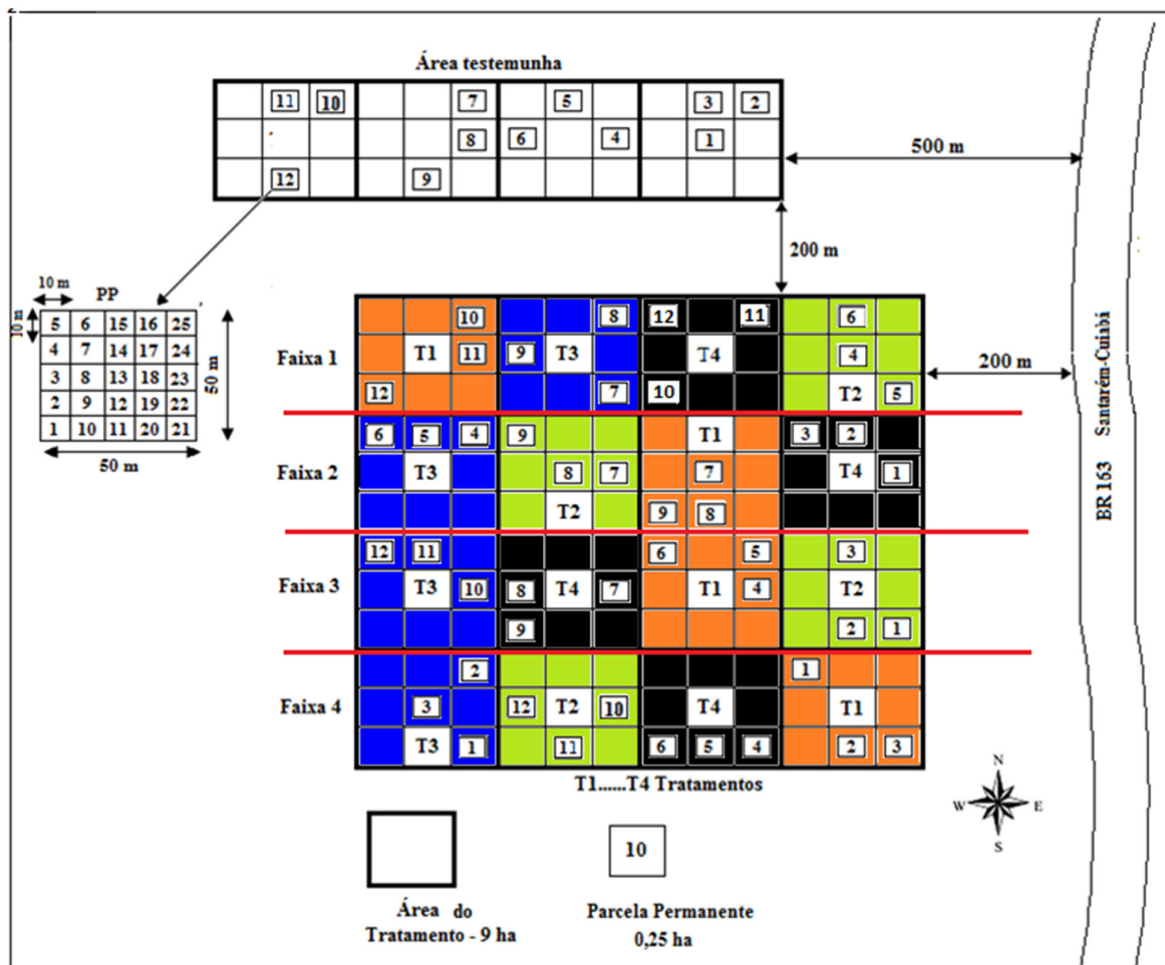
Em 1983 foram estabelecidas 12 parcelas para monitoramento contínuo em uma faixa de 36 ha (300 m x 1200 m) em área não explorada para servir como testemunha. Em 1994, doze anos após a exploração, foram aplicados tratamentos silviculturais na área explorada, que constaram de desbastes e aplicação de produto arboricida.

O delineamento foi em blocos ao acaso. A área experimental (144 ha) foi estabelecida em quatro blocos de 36 ha (300 m x 1200 m), estes foram subdivididos em quatro quadrados de nove hectares, nos quais foram estabelecidos os quatro tratamentos.

Os tratamentos foram: T0: Testemunha, floresta não explorada; T1: Colheita de fustes com diâmetro a altura do peito (DAP) ≥ 45 cm de espécies não comerciais; T2: Colheita de fustes com DAP ≥ 55 cm de espécies não comerciais + tratamento silvicultural (anelagem e aplicação de produto químico) para reduzir a área basal em 20% da original; T3: Colheita de fustes com DAP ≥ 55 cm de espécies não comerciais + tratamento silvicultural, (anelagem e aplicação de produto químico) para reduzir a área basal em 40% da original; T4: Colheita de fustes com DAP ≥ 55 cm de espécies não comerciais + tratamento silvicultural (anelagem e aplicação de produto químico) para reduzir a área basal em 60% da original.

Monitoramento da floresta

Em cada tratamento (9 ha) foram sorteadas três parcelas permanentes de 50 m x 50 m, totalizando-se 12 repetições para cada tratamento. Cada parcela foi subdividida em 25 subparcelas de 10 m x 10 m, numeradas de 01 a 25 (Figura 2), onde foram inventariados todos os indivíduos com DAP ≥ 5 cm, que, de acordo com as classes de tamanho adotadas, foram classificados como árvores.



Adaptado de Oliveira et al. (2005).

Figura 2. Área experimental na Floresta Nacional do Tapajós, km 114 da rodovia BR 163.
Figure 2. Experimental area in the Tapajós National Forest, Km 114, BR 163 Road.

Os dados foram coletados em oito ocasiões, (1981 - antes da exploração; e 1983, 1987, 1989, 1995, 2003, 2008 e 2012). Na área não explorada foram realizadas sete medições, pois não houve medição em 1981. Para análise da distribuição diamétrica foram consideradas apenas as avaliações feitas em 1983 e 2012 e para o cálculo do incremento periódico anual (IPA) foram considerados todos os anos de avaliação.

Cálculo e análise dos dados

Calculou-se a abundância, taxas de incremento, recrutamento e mortalidade da população de *Duguetia* spp. de 1983 a 2012, para estimar as alterações ocorridas na sua estrutura na área de estudo.

O recrutamento foi determinado pela relação entre o número de indivíduos que atingiram o diâmetro mínimo de 5,0 cm em cada medição e o número total de árvores da medição anterior. A taxa de mortalidade dos indivíduos remanescentes foi calculada utilizando a equação:

$$m = 1 - (N_2 / N_1)^{(1/t)} \quad (1)$$

onde N_1 = número de árvores vivas na amostragem inicial, N_2 = número de árvores que sobreviveram até a segunda amostragem, e t = número de anos entre a primeira e a segunda amostragem (SHEIL et al., 1995).

Foi analisada a distribuição diamétrica da espécie com amplitude de DAP (medido a 1,30 m do nível do solo) ≥ 5 cm em intervalos de 5 cm de diâmetro, até o valor máximo de 39,9 cm encontrado no período de 30 anos após a exploração.

O Incremento Periódico Anual (IPA cm), foi calculado pela diferença entre as medidas de diâmetro das árvores no período entre 1983 e 2012 $(DAP_{\text{final}} - DAP_{\text{inicial}}) / T_{\text{(tempo)}}$.

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 Sisvar (FERREIRA, 2011). 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

Trinta anos após Exploração de Impacto Reduzido não foi observada diferença significativa entre os tratamentos para a população de *Duguetia* spp. Portanto, optou-se por agrupar todos os tratamentos (T1; T2; T3 e T4) em um único tratamento, daqui para frente denominado somente T1 (área explorada). Nas próximas análises, T1 será sempre comparado à área não explorada (T0).

Distribuição diamétrica

Observa-se uma evolução na distribuição diamétrica nas áreas não explorada e explorada do ano de 1983 para 2012. Em 1983, imediatamente após a exploração florestal, a população de *Duguetia* spp. mostrou uma distribuição diamétrica contínua e decrescente do tipo J-reverso. Aos 30 anos após a exploração, a espécie ainda mantém uma distribuição diamétrica decrescente, porém na área explorada houve um aumento superior a 50% no número de indivíduos, principalmente nas duas primeiras classes de diâmetro (Figura 3).

Em florestas naturais, a distribuição na forma de J-reverso é observada nas espécies funcionalmente tolerantes à sombra. As espécies com ausência de indivíduos nas classes de tamanho menores ou distribuição descontínua são consideradas heliófilas (JARDIM, 2015). As espécies cuja distribuição diamétrica tem forma intermediária entre esses extremos são oportunistas, podendo ser de grandes ou pequenas clareiras, conforme demandem mais ou menos luz para se estabelecerem (JARDIM; SOARES, 2010). Assim, a população de *Duguetia* spp. foi considerada como espécie tolerante à sombra, visto que na área não explorada (T0), o número de indivíduos se manteve similar em todas as classes de diâmetro após 30 anos de avaliação. Porém, a espécie se beneficia da abertura de clareiras. Tal fato pode ser observado pelo grande número de indivíduos que recrutaram nas menores classes de diâmetro na área explorada (T1) (Figura 3).

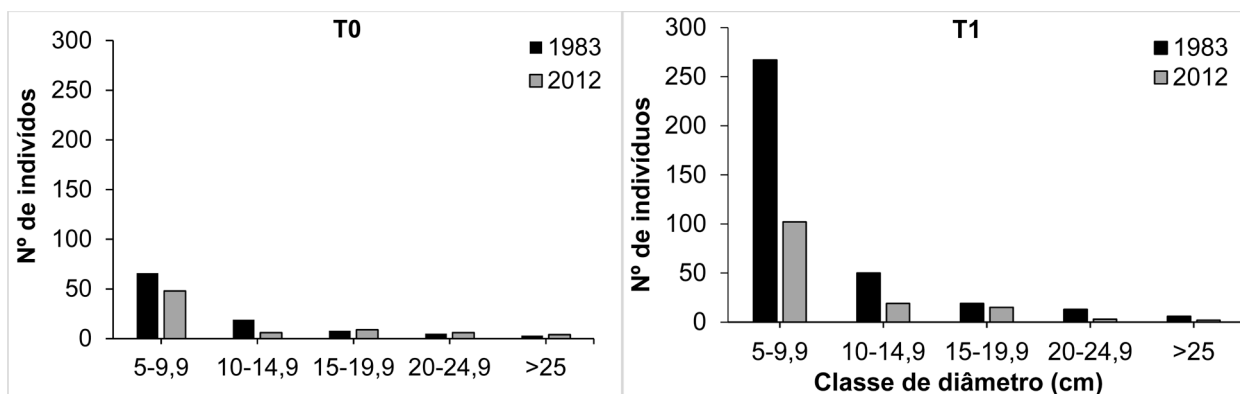


Figura 3. Distribuição diamétrica dos indivíduos de *Duguetia* spp. em floresta de terra firme na Floresta Nacional do Tapajós.

Figure 3. Diameter distribution of *Duguetia* spp. trees in a terra firme forest in the Tapajós National Forest.

Incremento por classes de DAP

O incremento por classe diamétrica das árvores com DAP ≥ 5 cm, considerando o período de avaliação (1983 - 2012), pode ser observado na Figura 4. A distribuição diamétrica realizada após 30 anos de monitoramento mostra que a abertura do dossel causada pela exploração foi benéfica para o incremento diamétrico da espécie em todas as classes, exceto na classe de $20 < \text{DAP} \leq 24,9$. Porém, maior incremento foi observado na classe de DAP > 25 cm, $0,27 \text{ cm ano}^{-1}$ na área não explorada e $0,30 \text{ cm ano}^{-1}$ na área explorada. As espécies tolerantes à sombra, apesar de se desenvolverem em condições de dossel fechado e sub-bosque, beneficiam-se de radiação solar proveniente de clareiras, assim como de pequenas nesgas de luz direta que atravessam o dossel florestal e atingem o solo (JARDIM, 2015).

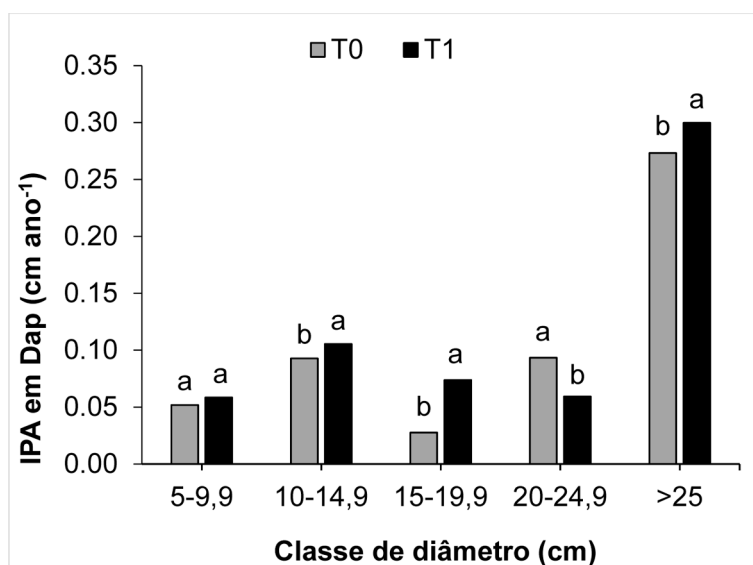


Figura 4. Incremento periódico anual (IPA) por classes de diâmetro, das árvores de *Duguetia* spp. com DAP ≥ 5 cm, no período de 1983-2012, considerando os tratamentos (T0 e T1) em uma área de 180 ha (amostra de 15 ha) de floresta de terra firme, na Floresta Nacional do Tapajós, estado do Pará. Letras indicam diferenças estatisticamente significantes de médias pelo teste t de Student ($p = 0,01$).

Figure 4. Periodic Annual Increment (PAI) by diameter classes of *Duguetia* spp. with DBH ≥ 5 cm in the 1983-2012 period, considering the treatments (T0 and T1) in a 180 ha area (15 ha sample) of terra firme forest in the Tapajós National forest, Pará state. Letters indicate statistically significant differences according to the Student's t test ($p = 0.01$).

Incremento diamétrico por períodos

O incremento diamétrico das árvores nas duas áreas foi decrescente nos períodos 1983-1987, 1987-1989 e 1989-1995 e crescente a partir destes (1995-2003, 2003-2008 e 2008-2012). O aumento do crescimento a partir de 1995 está relacionado à aplicação dos tratamentos silviculturais

na área explorada em 1994. Esses resultados mostram que aplicação de tratamentos silviculturais foi benéfica para o crescimento de *Duguetia* spp. Para os períodos avaliados, observa-se que o crescimento de *Duguetia* spp. foi beneficiado logo após a exploração ($0,16 \text{ cm ano}^{-1}$) (1983-1987), quando comparada com a floresta não explorada (Figura 5). No entanto, analisando o incremento no período de 1983 a 2012, as duas áreas apresentaram um incremento médio de $0,8 \text{ cm ano}^{-1}$.

Os resultados encontrados nesse estudo corroboram com De Avila et al. (2017) que observaram que o recrutamento e crescimento de espécies arbóreas comerciais 30 anos após a exploração madeireira, aumentaram temporariamente após as intervenções e posteriormente as taxas de recrutamento diminuíram ao longo do tempo e não aumentaram após o desbaste (tratamento silvicultural).

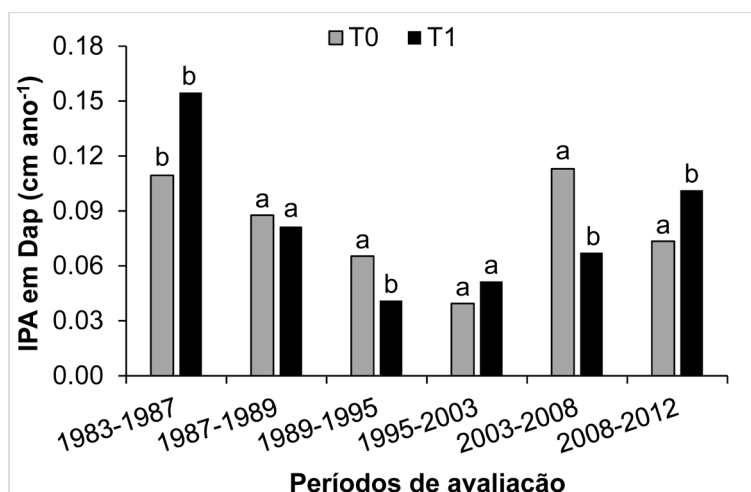


Figura 5. Incremento diamétrico de árvores de *Duguetia* spp. no período de 1983-2012 em uma área de terra firme na Floresta Nacional do Tapajós.

Figure 5. Diametric increment of *Duguetia* spp. trees in the 1983-2012 period in a terra firme area in the Tapajós National Forest.

Taxa de mortalidade e recrutamento

Na área não explorada a mortalidade foi ligeiramente maior que o recrutamento em todas as observações. Porém, na área explorada, observou-se o contrário, após a abertura do dossel devido à exploração tem-se uma taxa de recrutamento superior à de mortalidade (Figura 6). O gradativo fechamento do dossel não influenciou na mortalidade de *Duguetia* spp. e, nos primeiros vinte anos de observação (1983 a 2003), a floresta mostrou uma tendência à estabilidade no balanço entre recrutamento e mortalidade nas duas áreas. Em 1997 ocorreu um incêndio acidental em ambas as áreas, o qual atingiu parte das parcelas. Tal incêndio pode ter aumentado a taxa de mortalidade e reduzido a taxa de recrutamento no período 2003-2008.

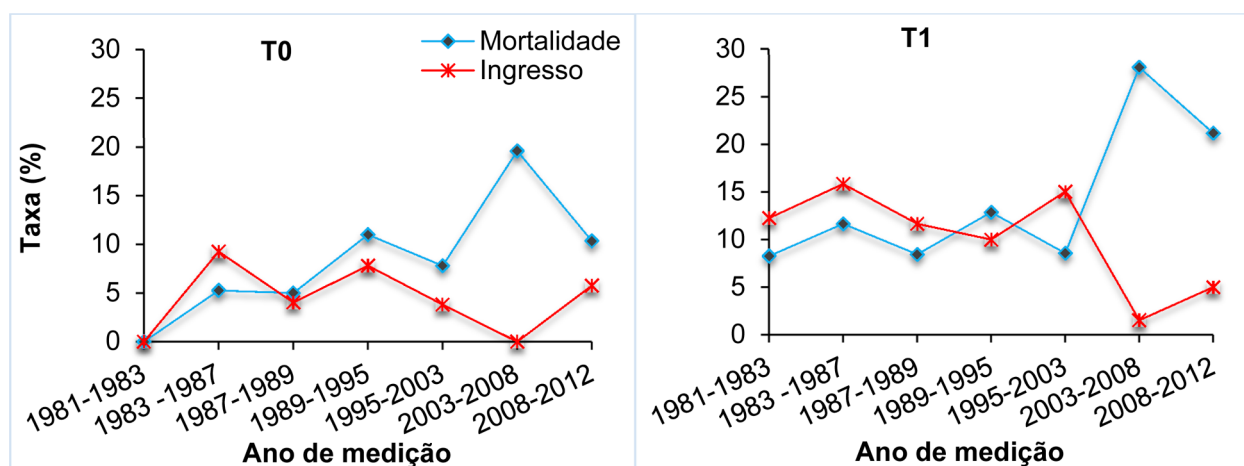


Figura 6. Taxas anuais de mortalidade e recrutamento de árvores de *Duguetia* spp. (1981 a 2012), em uma floresta de terra firme na Floresta Nacional do Tapajós.

Figure 6. Annual mortality and recruitment rates of *Duguetia* spp. trees (from 1981 to 2012) in a terra firme forest in the Tapajós National Forest.

Duguetia spp. começou a se recuperar a partir de 2008, com uma queda na taxa de mortalidade e aumento de recrutamento (Figura 6). Pode-se afirmar que se a alteração ocorrida nas taxas de mortalidade e recrutamento em 2003-2008 foi causada pelo fogo acidental, a EIR não afetou a estrutura da população de *Duguetia* spp. nos 30 anos de avaliação (Figuras 3, 4, 5 e 6).

CONCLUSÕES

A exploração de impacto reduzido não afetou a estrutura da população de *Duguetia* spp, que no período estudado (30 anos após a exploração), manteve sua distribuição natural decrescente, em forma de J-reverso, sendo, portanto, uma espécie heliófila e mostrou equilíbrio entre as taxas de mortalidade e recrutamento.

A exploração beneficiou o crescimento dos indivíduos de *Duguetia* spp., que teve maior incremento na classe de diâmetro DAP ≥ 25 cm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. C. Z. O.; MIRANDA, I. S. Análise da estrutura de comunidades arbóreas de uma floresta amazônica de terra firme aplicada ao manejo florestal. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 38, n. 4, p. 657- 666, 2008.

AREVALO, B.; VALLADAREZ, J.; MUSCHAMP, S.; KAY, E.; FINKRAL, A.; ROOPSIND, A.; PUTZ, F. E. Effects of reduced-impact selective logging on palm regeneration in Belize. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 369, p. 155–160, 2016.

AVILA, A. L.; SCHWARTZ, G.; RUSCHEL, A. R.; LOPES, J. C.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; BAUHHUS, J. Recruitment, growth and recovery of commercial tree species over 30 years following logging and thinning in a tropical rain forest. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 385, p. 225-235, 2017.

CALLEGARO, R. M., LONGHI, S. J., ANDRZEJEWSKI, C., ARAUJO, M. M., 2015. Regeneração natural de espécies arbóreas em diferentes comunidades de um remanescente de floresta ombrófila mista. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 45, n. 10, p.1795-1801.

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, v. 37, n. 37, p. 53-70, 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, 1987. 35 p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 43).

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T. Estrutura diamétrica da comunidade e das principais populações arbóreas de um remanescente de Floresta Atlântica Submontana (Silva Jardim-RJ, Brasil). *Revista Árvore*, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 327-337, 2009.

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, n. 2, p. 209-217, 2004.

DALLA LANA, M.; BRANDÃO, C. F. L. S.; PELLICO NETO, S.; MARANGON, L. C.; RETSLAFFE, F. A. S. Distribuição diamétrica de *Eschweilera ovata* em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa - Igarassu, PE. *Floresta*, Curitiba, v. 43, n. 1, p. 59-68, 2013.

DARRIGO, M. R.; VENTICINQUE, E. M.; SANTOS, F. A. M. Effects of reduced impact logging on the forest regeneration in the central Amazonia. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 360, p.52-59, 2016.

DIONISIO, L. F. S.; SCHWARTZ, G.; MAZZEI, L.; LOPES, J. C.; SANTOS, G. G. A.; OLIVEIRA, F. A. Mortality of stocking commercial trees after reduced impact logging in eastern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 401, p. 1–7, 2017.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.

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.

HESS, A. F.; CALGAROTTO, A. R.; PINHEIRO, R.; WANGINIÁK, T. C. R. Proposta de manejo de *Araucaria angustifolia* utilizando o quociente de Liocourt e análise de incremento, em propriedade rural no Município de Lages, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.30, n.64, p.337-345, 2010.

HIRAI, E. H.; CARVALHO, C. J. R.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; QUEIROZ, W. T. Efeitos da exploração 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.

JARDIM, F. C. S.; SOARES, M. S. Comportamento de *Sterculia pruriens* (Aubl.) Schum. em floresta tropical manejada em Moju-PA. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n.3, p. 535-542, 2010.

OLIVEIRA, L. C.; COUTO, H. T. Z.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. Efeito da exploração de madeira e tratamentos silviculturais na composição florística e diversidade de espécies em uma área de 136ha na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 69, p. 62-76, 2005.

REIS, L. P.; RUSCHEL, A. R.; COELHO, A. A.; DA LUZ, A. S.; MARTINS-DA-SILVA, R. C. V. Avaliação do potencial madeireiro na Floresta Nacional do Tapajós após 28 anos da exploração florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.30, n.64, p.265, 2010.

RIVETT, S. L.; BICKNELL, J. E.; DAVIES, Z. G. Effect of reduced-impact logging on seedling recruitment in a neotropical forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 367, p. 71–79, 2016.

SCHWARTZ, G.; LOPES, J. C.; KANASHIRO, M.; MOHREN, G. M.; PEÑA-CLAROS, M. Disturbance Level Determines the Regeneration of Commercial Tree Species in the Eastern Amazon. **Biotropica**, v.46, n. 2, p.148-156, 2014.

SCHWARTZ, G.; LOPES, J. C.; MOHREN, G. M.; PEÑA-CLAROS, M. Post-harvesting silvicultural treatments in logging gaps: A comparison between enrichment planting and tending of natural regeneration. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 293, p. 57-64, 2013.

SHEIL, D., BURSLEM, D. F. R. P., ALDER, D. The interpretation and misinterpretation of mortality-rate measures. **Journal of Ecology**, v.83, p.331–333, 1995.

SOUZA, D. V.; CARVALHO, J. O. P.; MENDES, F. S.; MELO, L. O.; SILVA, J. N. M.; JARDIM, F. C. S. Growth of *manilkara huberi* and *manilkara paraensis* after logging and silvicultural treatments in the municipality of Paragominas, Pará, Brazil. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 3, p. 485-496, 2014.

TAFFAREL, M.; GOMES, J. M. CARVALHO, J. O. P.; MELO, L. O.; 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.

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, 2014b.

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. 95-102, 2012.

Recebido em 17/04/2017

Aceito em 09/01/2018