

ARTIGO ORIGINAL

Estrutura de *Eschweilera amazonica* R. Knuth (matamata-ci) em floresta de terra firme na Amazônia oriental

Structure of *Eschweilera amazonica* R. Knuth (matamata-ci) of terra firme forest in the eastern Amazon

Antonia Sandra Oliveira da Silva¹ , João Olegário Pereira de Carvalho¹ ,
Luiz Fernandes Silva Dionisio^{2,3} , Ademir Roberto Ruschel⁴ , José Natalino Macedo Silva¹ ,
Gustavo Schwartz⁴ , Tatiana da Cunha Castro⁵ 

¹Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém, PA, Brasil

²Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas, Belém, PA, Brasil

³Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL, Imperatriz, MA, Brasil

⁴Embrapa Amazônia Oriental - Embrapa, Belém, PA, Brasil

⁵Universidade Federal do Pará - UFPA, Belém, PA, Brasil

Como citar: Silva, A. S. O., Carvalho, J. O. P., Dionisio, L. F. S., Ruschel, A. R., Silva, J. N. M., Schwartz, G., & Castro, T. C. (2023). Estrutura de *Eschweilera amazonica* R. Knuth (matamata-ci) em floresta de terra firme na Amazônia oriental. *Scientia Forestalis*, 51, e3920. <https://doi.org/10.18671/scifor.v51.52>

Resumo

Eschweilera amazonica R. Knuth é uma espécie com alto potencial para comercialização, porém pouco utilizada por falta de conhecimento sobre suas populações. A fim de melhorar o conhecimento da espécie a estrutura de *E. amazonica* foi avaliada em uma área experimental km-114 da BR 163, Floresta Nacional do Tapajós (03° 18'32" S - 03° 19' 21" S e 54° 56' 28" W - 54° 56' 15" W), onde foi realizada uma exploração florestal madeireira e tratamentos silviculturais. Os dados foram coletados em 60 parcelas permanentes de 0,25 ha localizadas em área explorada e não explorada, em um período de 31 anos. Nesse período avaliou-se a estrutura da população da espécie de indivíduos com DAP \geq 5,0 cm. Os resultados do estudo revelaram que a espécie apresenta distribuição diamétrica na forma de J-invertido que não foi alterado pela exploração florestal. Apesar de indicativo de estrutura balanceada, pelo quociente "q" de De Liocourt, a espécie se mostrou desequilibrada. A exploração florestal não afetou significativamente a estrutura da população, apresentando densidade de 11,08 ind. ha⁻¹ após 31 anos de monitoramento. Por outro lado, a espécie não ultrapassa o diâmetro mínimo de corte de 50 cm como estabelecido na legislação vigente. Deste modo, para a espécie ser explorada, é necessária aprovação especial do órgão licenciador para sua extração.

Palavras-chave: Estrutura florestal; Distribuição diamétrica; Floresta amazônica.

Abstract

Eschweilera amazonica R. Knuth is a species with high potential for commercialization. However it is little used due to the lack of knowledge about its population. In order to improve the knowledge of the species, the structure of *E. amazonica* was evaluated in an experimental area at km-114 of the BR 163 road, Tapajós National Forest (03° 18'32" S - 03° 19' 21" S and 54° 56' 28" W - 54° 56' 15" W), where logging and silvicultural treatments were carried out. Data were collected in 60 permanent plots of 0.25 ha located in an explored and non-explored area for a period of 31 years. During this time the structure of the species was evaluated for individuals with more than 5.0 cm of DBH. Results revealed that the species has a diameter distribution of inverted J, which was not influenced by the exploration. Despite being indicative of a balanced structure, the species, by the quotient "q" of De Liocourt, proved to be unbalanced. Forest

Fonte de financiamento: Embrapa, CAPES, CNPq.

Conflito de interesse: Nada a declarar.

Autor correspondente: engsandraoliveira@gmail.com

Recebido: 31 maio 2022.

Aceito: 21 dezembro 2022.

Editor: Mauro Valdir Schumacher.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (*Open Access*) sob a licença *Creative Commons Attribution*, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o artigo científico seja corretamente citado.

exploitation did not significantly affect the population structure, with a density of 11.08 plants. ha⁻¹ after 31 years of monitoring. On the other hand, the species does not exceed the minimum allowed cutting diameter of 50 cm as established by current legislation. Thus, for the species to be exploited, special approval from the licensing agency is required for its extraction.

Keywords: Forest structure; Diametric distribution; Amazon rainforest.

1. INTRODUÇÃO

O estudo da estrutura de uma floresta é fundamental para apoiar práticas de manejo sustentável, previsão de sua produção futura, conciliar produção e conservação de espécies raras e com baixa abundância, sendo um importante aliado no apoio às ações de restauração de uma floresta alterada (Dionisio et al., 2018; Silva et al., 2015). A estrutura populacional de uma espécie é resultado da ação de fatores bióticos e abióticos, se referindo ao modo como os indivíduos da espécie se relacionam com o meio no qual estão inseridos, e esses fatores afetam o arranjo espacial e a estrutura etária do componente arbóreo (Hutchings, 1997). A estrutura da floresta pode ser avaliada por meio de cálculos de densidade/abundância (quantidades de indivíduos de cada espécie por unidade de área), frequência (maneira como cada espécie está distribuída na área) e dominância (espaço ocupado por cada espécie), além da avaliação das mudanças ocorridas na distribuição diamétrica ao longo do tempo (Lima & Leão, 2013; Moro & Martins, 2011).

As florestas tropicais são muito heterogêneas. Cada espécie pode apresentar comportamento diferenciado, e até mesmo de cada indivíduo em relação ao meio (Viana & Jardim, 2013). Isso dificulta as avaliações dos parâmetros biológicos e torna o manejo sustentável de florestas naturais, destinado à produção madeireira, uma atividade complexa e desafiadora (Teixeira et al, 2007; Vatrax et al., 2012).

Diversos estudos de dinâmica de espécies florestais na Amazônia brasileira que avaliam estrutura, mortalidade, recrutamento, crescimento e regeneração natural (Amaral et al., 2019; Andrade et al., 2020; Jardim, 2015; Dionisio et al., 2017, 2018, 2022), destacam informações da comunidade como um todo. Em sua maioria, estes estudos não fornecem informações detalhadas sobre cada espécie, gênero e família botânica, devido à grande biodiversidade e complexidade de florestas tropicais, como é o caso da floresta amazônica (Martins et al., 2018; Reis et al., 2014b). Estudos que levem em consideração parâmetros individuais das espécies podem fornecer informações mais precisas para o manejo de florestas tropicais.

O conhecimento da estrutura da população e do crescimento de cada espécie, assim como de suas características ecológicas, silviculturais e tecnológicas é necessário para determinar o seu ciclo de produção, o diâmetro mínimo de corte e o seu ciclo de corte (Free et al., 2016; Grogan et al., 2014; Pinto, 2021). Isso pode contribuir para aprimorar o atual Sistema Silvicultural Brasileiro para florestas de terra firme da Amazônia (Brasil, 2006; Yared et al., 2000) proposto, testado e estudado desde 1989 (Alder et al., 2012). Nas últimas décadas esse sistema silvicultural vem sendo aprimorado, especialmente após a adoção das técnicas de exploração de impacto reduzido (EIR) (Sabogal et al., 2009; Schwartz et al., 2016).

As espécies do gênero *Eschweilera* apresentam grande abundância na Amazônia brasileira (Gimenez et al., 2017; ter Steege et al., 2006, 2013), e possuem madeiras com características anatômicas e tecnológicas que podem ser utilizadas para diversos fins como estruturas (tesouras, vigas, pilares, pontes, caibros, ripas, estacas e cruzetas); assoalhos (rodapés, tacos, tábuas, escadas); esquadrias (portas, janelas, caixilhos, venezianas) (Pereira, 2013; Reis & Reis, 2016; Moutinho et al., 2011), além de apresentarem diâmetro ideal (DAP ≥50 cm), caule cilíndrico e altura mínima para corte (Moutinho et al., 2012) e, por isso, podem apresentar grande potencial para serem incluídas em planos de manejo de florestas naturais para produção madeireira. Porém, são pouco utilizadas por falta de conhecimento sobre suas populações na floresta, em relação à estrutura, distribuição espacial de indivíduos, dinâmica de crescimento, recrutamento e mortalidade, desenvolvimento nas fases da vida desde a regeneração natural, além de ausência de caracterização tecnológica adequada.

Em geral as espécies do gênero são tolerantes à sombra, no entanto se beneficiam da abertura do dossel (Oliveira et al., 2005). A inserção de novas espécies no mercado tende a

diminuir a pressão exercida sobre um grupo restrito de espécies exploradas, possibilitando um sistema silvicultural mais sustentável, além de proporcionar mais alternativas de diversificação de usos dos recursos florestais (Dionisio, 2020). Com o intuito de contribuir para aumentar o conhecimento sobre o comportamento das populações dessas espécies em florestas naturais e avaliar a possibilidade de usos da madeira, em projetos de manejo florestal sustentável, testou-se as seguintes hipóteses: 1) A abertura de clareiras não têm impacto significativo sobre a estrutura na população de *E. amazonica*, 2) Além de apresentar distribuição diamétrica na forma de J-invertido, e indivíduos apresentam diâmetro mínimo de corte (DMC ≥ 50 cm) especificado para espécies florestais amazônicas brasileiras. A fim de testar as hipóteses, esta pesquisa tem por objetivo avaliar a estrutura de *Eschweilera amazonica* R. Knuth em uma floresta manejada e monitorada pós exploração durante 31 anos na Amazônia oriental.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo possui 180 hectares, e está localizada à altura do km 114 da BR 163 (Rodovia Santarém-Cuiabá), no interior da Floresta Nacional do Tapajós (FLONA-Tapajós), no município de Belterra, no estado do Pará (Figura 1).

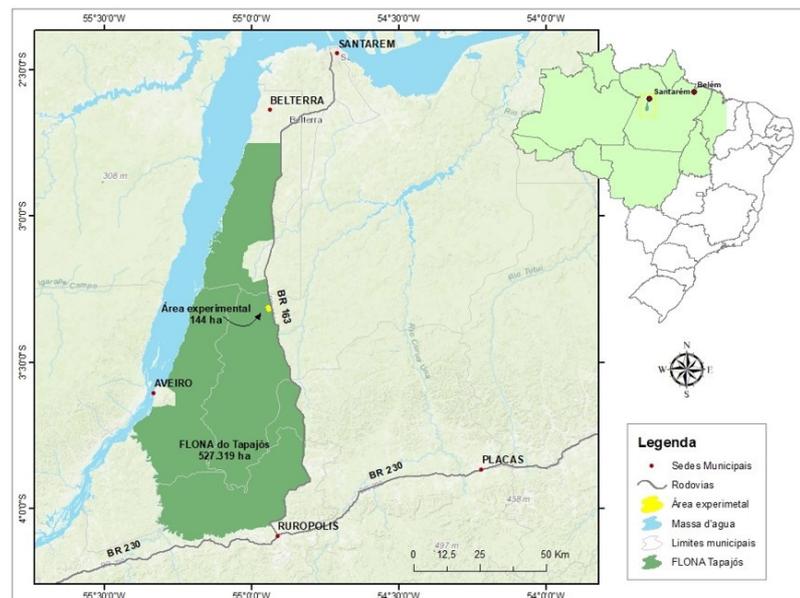


Figura 1. Área experimental - km 114 da BR 163, FLONA do Tapajós.

Fonte: Adaptado de IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020) e MMA (Brasil, 2020).

O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Am, isto é, tropical úmido, com temperatura média anual de 27 °C e umidade relativa do ar em torno de 87% e precipitação média anual de 1.877 mm com chuvas mais intensas no período de dezembro a maio (Alvares et al., 2013; Instituto Nacional de Meteorologia, 2019). A cobertura vegetal da região é do tipo Floresta Ombrófila Densa (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012). Os solos predominantes na FLONA do Tapajós são; Argissolo Vermelho-amarelado distrófico e Latossolo Amarelo distrófico, textura média a muito argilosa (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021), pobre em nutrientes, seguindo o padrão geral para solos de florestas amazônicas de terra firme, com topografia da área variando de plano a levemente ondulado (Carvalho et al., 2004; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021).

Amostragem e obtenção dos dados

Os dados coletados são oriundos de inventário florestal contínuo realizado na área experimental, no qual foram instaladas 60 parcelas permanentes de 0,25 ha (50 m x 50 m) e monitoradas entre os anos de 1981 e 2012 (31 anos). Para efeito de avaliação, a área de estudo foi fragmentada em duas áreas distintas, sendo 144 hectares de área exploradas e 36 hectares de área não explorada (Oliveira et al., 2005). Na Tabela 1 estão descritas as atividades ocorridas na área estabelecida do experimento silvicultural.

Tabela 1. Histórico das atividades ocorridas na área experimental de 180 ha na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR-163), estado do Pará.

Ano	Descrição
1981	• Inventário 100% em 144 ha (área experimental – Figura 2) das árvores com (DAP≥45) e corte de cipós; • Instalação e medição de 48 parcelas permanentes (PP) em 144 ha das árvores com DAP≥5 cm;
1982	• Exploração de 38 espécies totalizando, em média, 12 árvores ha ⁻¹ ou 90 m ³ ha ⁻¹ ;
1983	• Primeira medição pós colheita florestal em 48 PP. Instalação e medição de 12 parcelas permanentes na área controle (36 ha – Figura 2);
1987	• Medição das 48 PP na área experimental e 12 na área controle;
1989	• Medição das 48 PP na área experimental e 12 na área controle;
1993	• Início dos tratamentos silviculturais;
1994	• Término dos tratamentos silviculturais;
1995	• Medição das 48 PP na área experimental e 12 na área controle;
1997	• Incêndio que atingiu 13 PP na área explorada e seis PP na área não explorada;
2003	• Medição das 48 PP na área experimental e 12 na área controle. Devido ao fogo as parcelas que foram atingidas não foram medidas;
2008	• Medição das 48 PP na área experimental e 12 na área controle;
2012	• Medição das 48 PP na área experimental e 12 na área controle.

Fonte: Adaptado de Alder et al. (2012), Carvalho et al. (2004), Castro et al. (2021), Oliveira et al. (2005).

Do total das parcelas instaladas, 48 unidades foram distribuídas na floresta explorada e 12 unidades na área de floresta não explorada (Avila et al., 2017; Silva et al., 2005). A instalação das parcelas seguiu os princípios da amostragem aleatória simples. Para melhor controlar a coleta de dados, cada parcela permanente foi subdividida em 25 subparcelas de 10 m x 10 m, sendo estas numeradas de 01 a 25 (Figura 2), onde foram mensuradas todas as árvores com DAP ≥ 5,0 cm, marcadas com tinta à altura do ponto de medição do DAP e identificadas com uma plaqueta de alumínio, conforme a metodologia descrita em Silva et al. (2005).

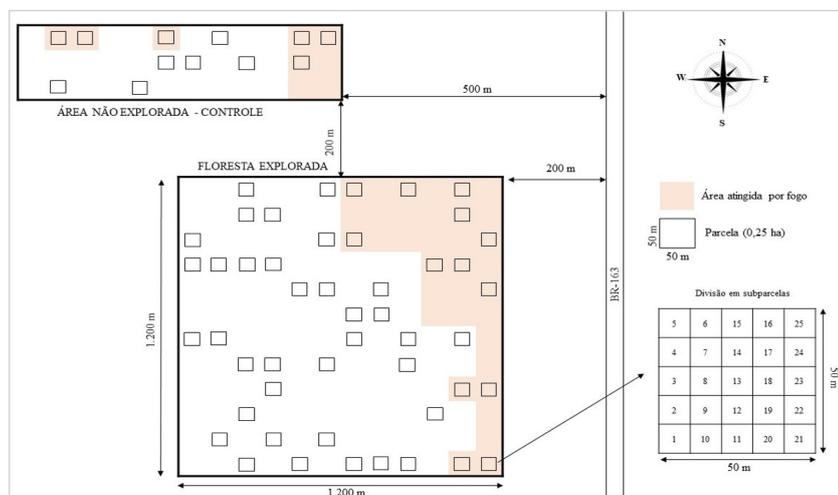


Figura 2. Distribuição espacial das parcelas permanentes na área experimental, floresta explorada e área controle, do inventário florestal contínuo na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR-163), estado do Pará. **Fonte:** Adaptado de Oliveira et al. (2005).

A espécie *Eschweilera amazonica* não foi colhida na exploração de impacto reduzido, mas foi considerada espécie potencialmente comercial devido às suas características silviculturais e tecnológicas e poucos indivíduos dessa espécie foram desvitalizados por ocasião dos tratamentos silviculturais (Costa et al., 2001). Atualmente a espécie é considerada comercial segundo a SEMAS – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (Pará, 2022). A identificação da espécie em campo pelo seu nome popular foi feita por parobotânicos da Embrapa Amazônia Oriental. Coletou-se material botânico de alguns indivíduos para confirmação da identificação no Herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental (Oliveira et al., 2005).

Cálculos e análises

A estrutura da população foi avaliada de acordo com os seguintes parâmetros: Densidade Absoluta (DA); Densidade Relativa (DR), Frequência Absoluta (FA); Frequência Relativa (FR) e Dominância Absoluta (DoA); Dominância Relativa (DoR).

Para avaliar a distribuição diamétrica da espécie, foram selecionados indivíduos com DAP ≥ 5 cm, e foi considerado a amplitude de classes de 10 cm de diâmetro para efeito comparativo. Além disso foi determinado o quociente “q” de Liocourt (1898) para indivíduos com DAP ≥ 5, para avaliação da estabilidade de distribuição de frequência dos indivíduos por classe de diâmetro por meio do método de Sturges (1926), sendo para isso empregada a seguinte equação:

$$q = \frac{N_i}{N_{i+1} + 1}$$

Em que: q = constante de De Liocourt; N_i = diâmetro correspondente ao centro da classe de DAP; $N_{i+1} + 1$ = diâmetro correspondente ao centro da classe de DAP imediatamente acima.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira avaliação (1981) foram registrados 171 indivíduos (14,3 ind. ha⁻¹) de *E. amazonica* com DAP ≥ 5 cm na área explorada e 32 indivíduos (10,7 ind. ha⁻¹) na área não explorada. Em todo o monitoramento não houve diferença significativa ($p > 0,05$) das densidades entre as áreas e períodos avaliados (Tabela 2).

Tabela 2. Densidade, dominância e frequência de *Eschweilera amazonica* na área experimental de 180 ha na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR-163), estado do Pará.

Floresta	Anos	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR
Explorada	1981	14,25	1,29	0,27	0,88	56	0,62
	1983	13,33	1,40	0,25	1,04	58	0,69
	1987	13,33	1,12	0,26	1,00	60	0,63
	1989	13,83	1,12	0,27	0,99	63	0,64
	1995	13,25	1,12	0,26	0,98	65	0,65
	2008	11,42	0,96	0,22	0,76	58	0,57
	2012	11,08	0,92	0,22	0,76	58	0,56
Não explorada	1983	10,67	0,95	0,18	0,61	75	0,69
	1987	12,00	1,06	0,20	0,64	83	0,76
	1989	12,33	1,09	0,20	0,65	92	0,83
	1995	12,67	1,13	0,20	0,65	92	0,82
	2008	13,00	1,21	0,16	0,48	92	0,83
	2012	12,67	0,97	0,16	0,48	92	0,82

Legenda: DA=densidade absoluta; DR=densidade relativa; DoA=dominância absoluta; DoR=dominância relativa; FA=frequência absoluta; FR=frequência relativa.

A densidade de *E. amazonica* nas duas áreas foram substancialmente maiores do que as encontrada em estudos no estado do Pará que chegou a 2,64 ind. ha⁻¹ sem a exploração da espécie, em áreas experimentais da Embrapa Amazônia Oriental, 11 ha no município de Moju e de 9 ha no

município de Paragominas (Francez et al., 2009; Reis et al., 2014b, 2016). Este resultado pode estar relacionado ao diâmetro de inclusão considerado nesta pesquisa, o qual foi considerado $DAP \geq 5$ enquanto os respectivos trabalhos apresentam diâmetro de inclusão ≥ 10 cm. No entanto foi encontrado por Reis et al. (2010) densidade para a espécie de $0,2 \text{ ind. ha}^{-1}$ com o mesmo diâmetro de inclusão do presente trabalho em 9 ha da área experimental no km 67 na FLONA Tapajós, estado do Pará.

Na floresta não explorada houve aumento do número de indivíduos, elevando a densidade inicial em 18,8% no final do monitoramento. Ainda que a espécie *E. amazonica* não tenha sido colhida durante a exploração florestal, foi observada a redução de 6,4% na densidade logo após a exploração, chegando a 22,2% ao final do monitoramento. A redução de indivíduos não colhidos em área de exploração pode estar relacionada com a danos provocados pela atividade de derrubada e arraste das árvores explorada, o que aumenta as taxas de mortalidade após a exploração (Dionisio et al., 2017, 2018, 2022), e relacionada aos impactos causados pela alta intensidade de exploração realizado na área, neste trabalho três vezes superior ao volume permitido atualmente pela legislação ($30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) (Castro et al., 2021). Vale ressaltar que a floresta apresentava um estoque médio de $220 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ antes da exploração (Castro et al., 2021). Assim, a intensidade de corte chegou a 41% do volume inicial. Considerando a atual legislação que permite a retirada de no máximo $30 \text{ m}^3/\text{ha}$, esse valor representaria 24% do estoque médio da floresta estudada.

A exploração florestal não afetou a frequência dos indivíduos de *E. amazonica* entre os períodos avaliados ($p > 0,05$). No entanto a dominância na floresta explorada caiu 19% ao fim do monitoramento em relação à dominância inicial de $0,27 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, enquanto na área não explorada houve redução para 11% da dominância inicial. Efeito semelhante foi observado por Reis et al. (2010, 2014b), em que a *E. amazonica*, não colhida, teve sua densidade e área basal reduzidas pelo impacto da colheita em área de manejo florestal. A dominância crescente até o ano de 1989 na área explora e 1995 na não explorada e decrescente nos períodos seguintes, sugere que a exploração não apresentou grandes impactos na dominância, uma vez que as duas áreas apresentam o mesmo padrão. Essa diminuição temporal contínua da dominância de *E. amazonica* está relacionada à maior mortalidade de indivíduos em relação ao recrutamento nesse período.

E. amazonica apresentou dominância relativa 2,29% e frequência de 100% nas parcelas, entre 186 espécies registradas em estudo realizado na FLONA Tapajós em 9 ha de área amostral e com diâmetro de inclusão de 10 cm (Gonçalves & Santos, 2008).

A distribuição do número de indivíduos arbóreos por classe de diâmetro segue o padrão J-invertido, sugerindo uma tendência de distribuição estável, ou auto regenerante devido à alta densidade de indivíduos nas menores classes de diâmetro. O estrato auto regenerante se refere às árvores menores, que compõem a base para a manutenção da futura população de árvores maiores (Santos et al., 2018). Ao longo de todo o período de observação a distribuição em J-invertido se manteve, não sendo influenciada pela exploração nem pelos tratamentos silviculturais aplicados na área (Figura 3).

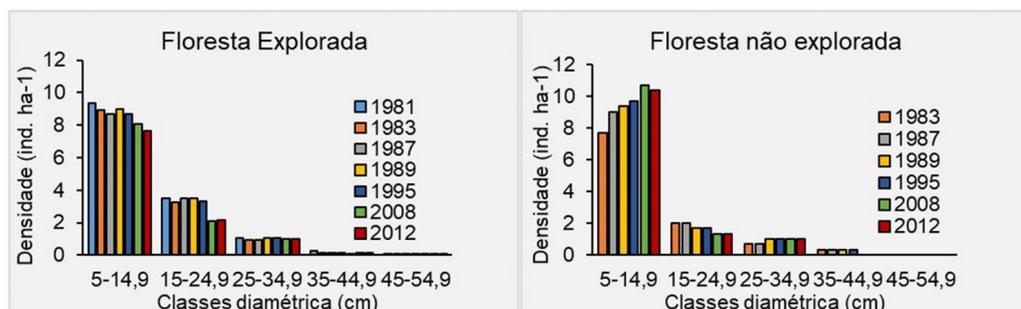


Figura 3. Densidade (ind. ha^{-1}) nas classes diamétricas por ano de monitoramento de *Eschweilera amazonica* na área experimental de 180 ha na Floresta Nacional do Tapajós (Km 114 da BR-163), estado do Pará.

O padrão J-invertido é característica das espécies tolerantes à sombra (Jardim, 2015), a exemplo *Lecythis idatimon* Aubl., *Eschweilera grandiflora* (Aubl.) Sandwith (Martins et al., 2018; Oliveira et al., 2019). Além de *Eschweilera ovata* (Cambess.) Mart. ex Miers e *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A Mori, em que mesmo após ação da exploração florestal mantiveram esse padrão (Cruz et al., 2021; Santos et al., 2018), corroborando com os resultados encontrados no presente estudo.

A dinâmica na menor classe diamétrica é nitidamente perceptível nos períodos avaliados, mostrando que a abertura de clareiras reduziu a densidade de indivíduos de *E. amazonica* na área explorada, provavelmente pela mortalidade provocada pela intervenção realizada. No entanto, na área não explorada *E. amazonica*, aumentou gradualmente o número de indivíduos nessa classe. Padrão semelhante foi observado em *Eschweilera ovata* onde a espécie não foi extraída durante a colheita de madeira, porém foi afetada por essa atividade (Santos et al., 2018).

As atividades de exploração florestal podem causar mesmo que minimamente impacto sobre a floresta principalmente nas árvores mais jovens (Santos et al., 2018), que têm maior suscetibilidade à morte por competição (Hurst et al., 2011), como mostrado no atual estudo. Nesse sentido *E. amazonica* não necessita de grandes intervenções para a regeneração de seus indivíduos.

Apesar da distribuição diamétrica apresentar o padrão J-invertido, não se mostra balanceada, ou seja, a constante “q” de De Liocourt não permanece constante nas classes diamétricas (Tabela 3). As flutuações nas taxas de “q” entre as classes diamétricas indicam taxas de mortalidade e recrutamento variáveis.

Tabela 3. Distribuição diamétrica observada e quociente de De Liocourt (“q”) de indivíduos da espécie *Eschweilera amazonica* na FLONA Tapajós 31 anos após exploração (ano 2012).

Centro da Classes de DAP	Floresta explorada		Floresta não explorada	
	Nº de Indivíduos	q	Nº de Indivíduos	q
7	59	1,79	22	2,44
12	33	2,20	9	3,00
17	15	1,36	3	3,00
22	11	1,57	1	0,33
27	7	1,40	3	-
32	5	2,50	-	-
37	2	2,00	-	-
42	0	0,00	-	-
47	1	-	-	-
q médio		1,6		1,7

Altos valores dos quocientes “q” de De Liocourt indicam elevado recrutamento de indivíduos na classe anterior, e altos valores de “q” nas menores classes significa alta regeneração. As variações do quociente são resultado de interferência na estrutura diamétrica em consequência das constantes intervenções antrópicas no passado (Alves Junior et al., 2010).

O tratamento silvicultural, aplicado em 1994, não influenciou a densidade dos indivíduos de *E. amazonica*, uma vez que não alterou o perfil de sua distribuição diamétrica. Nesse sentido, notou-se que a espécie apresentou poucos indivíduos com grandes diâmetros, já que nas maiores classes de diâmetro (DAP \geq 35 cm) foram encontradas as menores densidades. Reis et al. (2016) encontrou diâmetro máximo para a espécie de 30,2 cm em seu estudo 15 anos após exploração florestal na área. A alta densidade de árvores pequenas e a ausência de indivíduos em classes de diâmetro maiores podem refletir um estágio inicial de sucessão para a espécie (Silva et al., 2018). A ausência de indivíduos de *E. amazonica* na maior classe diamétrica na área não explorada, pode revelar que o ciclo de vida dos indivíduos que alcançariam diâmetros maiores não estaria se completando, apesar de estudos revelarem que árvores do gênero costumam apresentar diâmetro ideal para corte (Moutinho et al., 2012).

Entretanto a espécie na área experimental do Km 114 na FLONA do Tapajós apresenta diâmetros abaixo do diâmetro mínimo de corte (DMC) \geq 50 cm para espécies florestais na

Amazônia brasileira. Em estudo realizado por Reis et al. (2010), *E. amazonica* estava entre as espécies que não alcançaram grandes diâmetro, o que por sua vez restringe sua exploração. Muitas espécies da família Sapotaceae classificadas como tolerante à sombra não atingem diâmetro para fins madeireiros por apresentarem seu desenvolvimento praticamente todo no sub-bosque (Reis et al., 2014a). Segundo os mesmos autores há a necessidade de estudos de populações e de tecnologia da madeira, visando contribuir para seu uso com tamanhos abaixo do diâmetro mínimo de corte estipulado pela legislação florestal.

Portanto, aceita-se a hipótese de que a abertura de clareiras não teve impacto significativo sobre a estrutura da população de *E. amazonica* e que a mesma apresenta distribuição diamétrica na forma de J-invertido, todavia necessita de estudos para definição de um DMC específico para a espécie para a sua inclusão em um sistema silvicultural policíclico, uma vez que não atinge grandes diâmetros.

CONCLUSÕES

Eschweilera amazonica tende à estrutura balanceada mesmo após a exploração, indicando que, apesar das alterações ambientais ocasionadas pela exploração florestal, a espécie se manteve com maior densidade de indivíduos regenerantes. No entanto, não alcança grandes diâmetro na área experimental do Km 114 na FLONA do Tapajós, estando abaixo do diâmetro mínimo de corte (DMC \geq 50). Devido a esse fato há necessidade de mais estudos sobre tecnologia da madeira, processamento industrial, estoque volumétrico e de mercado, para justificar a classificação da espécie como comercial, mesmo não atingindo o DAP de corte estipulado na legislação florestal.

REFERÊNCIAS

- Alder, D., Silva, J. N. M., Carvalho, J. O. P., Lopes, J. C., & Rusche, L. A. R. (2012). The cohort-empirical modelling strategy and its application to forest management for Tapajós Forest, Para, Brazilian Amazon. *Bois et Forêts des Tropiques*, 314(4), 17-23. <http://dx.doi.org/10.19182/bft2012.314.a20486>.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. (2013). Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- Alves Junior, F. T., Ferreira, R. L. C., Silva, J. A. A., Marangon, L. C., Costa Júnior, R. F., & Silva, S. O. (2010). Utilização do quociente de De Liocourt na avaliação da distribuição diamétrica em Fragmentos de Floresta Ombrófila Aberta em Pernambuco. *Ciência Florestal*, 20(2), 307-319. <http://dx.doi.org/10.5902/198050981854>.
- Amaral, M. R. M., Lima, A. J. N., Higuchi, F. G., Dos Santos, J., & Higuchi, N. (2019). Dynamics of tropical forest twenty-five years after experimental logging in central amazon mature forest. *Forest*, 10(89), 89. <http://dx.doi.org/10.3390/f10020089>.
- Andrade, D. F. C., Ruschel, A. R., Avila, A. L., & Gama, J. R. V. (2020). Composição e estrutura de uma floresta primária atingida por incêndio florestal na Amazônia Oriental. *Ciência Florestal*, 30(1), 145-160. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509836511>.
- Avila, A. L., Schwartz, G., Ruschel, A. R., Lopes, J. C., Silva, J. N. M., Carvalho, J. O. P., Dormann, C. F., Mazzei, L., Soares, M. H. M., & Bauhus, J. (2017). Recruitment, growth and recovery of commercial tree species over 30 years following logging and thinning in a tropical rain forest. *Forest Ecology and Management*, 385, 225-235. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2016.11.039>.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente – MMA. (2020). *Download de dados geográficos, 2020*. Recuperado em 25 de outubro de 2021, de <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. (2006, 13 de dezembro). Instrução Normativa MMA 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 - PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília.
- Carvalho, J. O. P., Silva, J. N. M., & Lopes, J. C. A. (2004). Growth rate of a terra firme rain forest in Brazilian Amazonia over an eight-year period in response to logging. *Acta Amazonica, Manaus*, 34(2), 209-217. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672004000200009>.

- Castro, T. C., Carvalho, J. O. P., Schwartz, G., Silva, J. N. M., Ruschel, A. R., Freitas, L. J. M., Gomes, J. M., & Pinto, R. S. (2021). The continuous timber production over cutting cycles in the Brazilian Amazon depends on volumes of species not harvested in previous cuts. *Forest Ecology and Management*, 490, 119124. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119124>.
- Costa, D. H. M., Silva, S. M. A., & Silva, J. N. M. (2001). Efetividade e custo do desbaste com aplicação de arboricida em floresta natural na região do Tapajós, Pará e Jari, Amapá. In J. N. M. Silva, J. O. P. Carvalho, & J. A. G. Yared (Orgs.), *A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/ DFID* (pp. 338-352). Belém: Embrapa Amazônia Oriental: DFID.
- Cruz, L. L., Nakajima, N. Y., Silva, R. M., Hosokawa, R. T., Jardim, F. C. S., & Corte, A. P. D. (2021). Distribuição diamétrica de três espécies de Lecythidaceae após exploração de impacto reduzido na Amazônia Oriental. *Ciência Florestal*, 31(1), 171-190. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509836011>.
- Dionisio, L. F. S. (2020). Efeitos a médio prazo da exploração seletiva no crescimento, mortalidade e recrutamento de *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev. em uma floresta amazônica. *Scientia Forestalis*, 48(125), e3154. <http://dx.doi.org/10.18671/scifor.v48n125.21>.
- Dionisio, L. F. S., Carvalho, J. O. P., Schwartz, G., Leão, F. M., & Castro, T. C. (2018). Incremento, recrutamento e mortalidade pós-colheita de *Duguetia* spp. na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. *Scientia Forestalis*, 46(119), 377-386. <http://dx.doi.org/10.18671/scifor.v46n119.05>.
- Dionisio, L. F. S., Schwartz, G., Mazzei, L., Lopes, J. C., Santos, G. G. A., & Oliveira, F. A. (2017). Mortality of stocking commercial trees after reduced impact logging in eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 401, 1-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2017.06.060>.
- Dionisio, L. F. S., Vaz, M. M., Carvalho, J. O. P., & Lopes, J. D. C. A. (2022). Volume of commercial timber found dead in managed Amazonian natural forests: is it possible to take advantage?. *Forest Ecology and Management*, 521, 120441. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120441>.
- Francez, L. M. B., Carvalho, J. O. P., Jardim, F. C. S., Quanz, B., & Pinheiro, K. A. O. (2009). Efeito de duas intensidades de colheita de madeira na estrutura de uma floresta natural na região de Paragominas, Pará. *Acta Amazonica*, 39(4), 851-864. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672009000400014>.
- Free, C. M., Grogan, J., Schulze, M. D., Landis, R. M., & Brienen, R. J. W. (2016). Current Brazilian forest management guidelines are unsustainable for *Swietenia*, *Cedrela*, *Amburana*, and *Copaifera*: a response to da Cunha and colleagues. *Forest Ecology and Management*, 386, 81-83.
- Gimenez, B. O., Santos, L. T., Gebara, J., Celes, C. H. S., Durgante, F. M., Lima, A. J. N., Santos, J., & Higuchi, N. (2017). Tree climbing techniques and volume equations for *Eschweilera* (Matá-Matá), a hyperdominant genus in the Amazon Forest. *Forests*, 8(154), 154. <http://dx.doi.org/10.3390/f8050154>.
- Gonçalves, F. G., & Santos, J. R. (2008). Composição florística e estrutura de uma unidade de manejo florestal sustentável na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. *Acta Amazonica, Manaus*, 38(2), 229-244. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672008000200006>.
- Grogan, J., Landis, R. M., Free, C. M., Schulze, M. D., Lentini, M., & Ashton, M. S. (2014). Big-leaf mahogany *Swietenia macrophylla* population dynamics and implications for sustainable management. *Journal of Applied Ecology, Londres*, 51(3), 664-674. <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2664.12210>.
- Hurst, J. M., Allen, R. B., Coomes, D. A., & Duncan, R. P. (2011). Size-specific tree mortality varies with neighbourhood crowding and disturbance in a Montane *Nothofagus* forest. *PLoS One*, 6(10), e26670. PMID:22046327. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0026670>.
- Hutchings, M. J. (1997). The structure of plant populations. In M. J. Crawley (Ed.), *Plant ecology* (2. ed., pp. 325-358). Londres: Blackwell Science.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2012). *Manual Técnico da Vegetação Brasileira* (Manuais técnicos em Geociências, No. 1, 65 p.). Rio de Janeiro: IBGE.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2020). *Malha municipal, 2020*. Rio de Janeiro: IBGE. Recuperado em 27 de novembro de 2021, de <https://www.ibge.gov.br/geociencias/todos-os-produtos-geociencias.html>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2021). *Banco de Dados de Informações Ambientais – BDiA*. Rio de Janeiro: IBGE. Recuperado em 27 de novembro de 2021, de <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>
- Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. (2019). Recuperado em 27 de novembro de 2020, de <https://portal.inmet.gov.br/?r=bdmep/bdmep>
- Jardim, F. C. S. (2015). Natural regeneration in tropical forests. *Revista de Ciências Agrárias (Belém)*, 58(1), 105-113. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.1676>.
- Lima, J. P. C., & Leão, J. R. A. (2013). Dinâmica de crescimento e distribuição diamétrica de fragmentos florestais na amazonia sul ocidental. *Floresta e Ambiente*, 20(1), 70-79. <http://dx.doi.org/10.4322/foram.2012.065>.

- Liocourt, F. (1898). De l'aménagement dês Sapinières. *Bulletin trimestriel - Société forestière de Franche-Comté & Belfort*, 4(6), 396-409. Recuperado em 27 de novembro de 2020, de https://infodoc.agroparistech.fr/index.php?lvl=notice_display&id=181924
- Martins, W. B. R., Pinto, A. R. G., Costa, J. S., Carvalho, J. O. P., Castro, T. C., & Ruschel, A. R. (2018). Dinâmica da população de *Lecythis idatimon* Aubl. no período de 30 anos em uma floresta de terra firme manejada na Amazônia brasileira. *Scientia Forestalis*, 46(120), 540-550. <http://dx.doi.org/10.18671/scifor.v46n120.03>.
- Moro, M. F., & Martins, F. R. (2011). Método de levantamento de componente arbóreo-arbustivo. In J. M. Felfili, P. V. Eisenlohr, M. M. R. F. Melo, L. A. Andrade & J. A. A. Meira Neto. *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos* (Vol. 1). Viçosa: UFV - Universidade Federal de Viçosa.
- Moutinho, V. H. P., Couto, A. M., Lima, J. T., De Aguiar, O. J. R., Nogueira, M., & De, O. G. (2011). Energetic characterization of Matá-matá wood from the Brazilian rainforest (*Eschweilera* Mart Ex Dc). *Scientia Forestalis*, 39(92), 457-461. Recuperado em 31 de maio de 2022, de <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br:80/handle/123456789/16401>
- Moutinho, V. H. P., Lima, J. T., De Águiar, J. O. R., & Nogueira, M. G. O. (2012). Scientific determination and wood anatomical features of species know in Brazilian Amazonia as matá-matá (*Eschweilera* spp.). *Revista de Ciências Agrárias (Belém)*, 55(2), 134-141. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2012.044>.
- Oliveira, E. K. B., Rezende, A. V., Freitas, L. J. M., Murta Júnior, L. S., Barros, Q. S., & Costa, L. S. (2019). Monitoramento da estrutura e caracterização ecológica em floresta tropical manejada na Amazônia Brasileira. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife*, 14(4), 1-12. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v14i4a6867>.
- Oliveira, L. C., Couto, H. T. Z., Silva, J. N. M., & Carvalho, J. O. P. (2005). 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*, (69), 62-76.
- Pará. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. (2022). *Extração e Movimentação de Toras de Madeira Nativa: 2006 a 2016*. Recuperado em 25 de outubro de 2021, de <http://monitoramento.semas.pa.gov.br/sisflora/relatorios.html>
- Pereira, A. F. (2013). *Madeiras brasileiras - guia de combinação e substituição* (130 p.). São Paulo: Editora Blucher.
- Pinto, L. A. A. (2021). Forest management criteria for *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev. (Sapotaceae) in Upland Forests of Central Amazon Based on Dendrochronological Study. *Environmental Sciences Proceedings*, 3(1), 105. <http://dx.doi.org/10.3390/IECF2020-07870>.
- Reis, L. P., Ruschel, A. R., Coelho, A. A., Luz, A. S., & Martins-Da-Silva, R. C. V. (2010). Avaliação do potencial madeireiro na Floresta Nacional do Tapajós após 28 anos da exploração florestal. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 30(64), 265-281. <http://dx.doi.org/10.4336/2010.pfb.30.64.265>.
- Reis, L. P., Ruschel, A. R., Silva, J. N. M., Reis, P. C. M., Carvalho, J. O. P., & Soares, M. H. M. (2014a). Dinâmica da distribuição diamétrica de algumas espécies de Sapotaceae após exploração florestal na Amazônia Oriental. *Revista de Ciências Agrárias (Belém)*, 57(3), 234-243. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.ao1401>.
- Reis, P. C. M. R., Reis, L. P., Ruschel, A. R., Silva, J. N. M., Carvalho, J. O. P., & Queiroz, W. T. (2014b). Effect of timber harvesting on density and basal area of lecythidaceae species in the eastern amazon. *Floresta*, 44(2), 229-238. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v44i2.33043>.
- Reis, P. C. M. R., & Reis, L. P. (2016). Caracterização anatômica macroscópica da madeira de quatro espécies de Lecythidaceae. *Enciclopédia Biosfera*, 13(24), 176-185. http://dx.doi.org/10.18677/EnciBio_2016B_016.
- Reis, P. C. M. R., Ruschel, A. R., Reis, L. P., Soares, M. H. M., & Cruz, E. D. (2016). *Lecythidaceae encontradas na floresta de Moju, Pará* (33 p.). Belém: Embrapa Amazônia Oriental.
- Sabogal, C., Pokorny, B., Silva, J. N. M., Carvalho, J. O. P., Zweede, J., & Puerta, R. (2009). *Diretrizes técnicas de manejo para produção madeireira mecanizada em florestas de terra firme na Amazônia brasileira* (217 p.). Belém: Embrapa Amazônia Oriental.
- Santos, M. F., Costa, D. L., Melo, L. O., & Gam, J. R. V. (2018). Estrutura, distribuição espacial e dinâmica florestal de duas espécies nativas após extração manejada de madeira na Flona do Tapajós. *Advances in Forestry Science*, 5(2), 351-356. <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v5i2.5921>.
- Schwartz, G., Bais, A. L. S., Peña-Claros, M., Hoogstra-Klein, M., Mohren, G. M. J., & Arts, B. J. M. (2016). Profitability of silvicultural treatments in logging gaps in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Forest Science*, 28, 68-78.

- 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. (2005). *Diretrizes para a instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira* (68 p.). Belém: Embrapa/ITTO.
- Silva, J. O., Batista, F. J., Francez, L. M. B., Silva, J. L., Nobrega, J. M., Ferreira, T. M. C., Oliveira, T. M., Carvalho, J. O. P., Pamplona, V. M. S., & Ruschel, A. R. (2018). The Effect of Logging on the *Eschweilera coriacea* (dc.) S.A. Mori Population. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 12, 83-89. <http://dx.doi.org/10.22587/ajbas.2018.12.8.16>.
- Silva, K. E., Souza, C. R., De Azevedo, C. P., & Rossi, L. M. B. (2015). Dinâmica florestal, estoque de carbono e fitossociologia de uma floresta densa de terra-firme na Amazônia Central. *Scientia Forestalis*, 43(105), 193-201.
- Sturges, H. A. (1926). The choice of a class interval. *Journal of the American Statistical Association*, 21(153), 65-66. <http://dx.doi.org/10.1080/01621459.1926.10502161>.
- Teixeira, L. M., Chambers, J. Q., Silva, A. R., Lima, A. J. N., Carneiro, V. M. C., Santos, J., & Higuchi, N. (2007). Projeção da dinâmica da floresta natural de Terra-firme, região de Manaus-AM, com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov. *Acta Amazonica*, 37(3), 377-384. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672007000300009>.
- ter Steege, H., Pitman, N. C., Phillips, O. L., Chave, J., Sabatier, D., Duque, A., Molino, J. F., Prévost, M. F., Spichiger, R., Castellanos, H., von Hildebrand, P., & Vásquez, R. (2006). Continental-scale patterns of canopy tree composition and function across Amazonia. *Nature*, 443(7110), 444-447. PMID:17006512. <http://dx.doi.org/10.1038/nature05134>.
- ter Steege, H., et al. (2013). Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science*, 342(6156), 1243092. PMID:24136971. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1243092>.
- Vatraz, S., Carvalho, J. O. P., Gomes, J. M., Taffarel, M., & Ferreira, J. E. R. (2012). Efeitos de tratamentos silviculturais sobre o crescimento de *Laetia procera* (Poepp.) Eichler em Paragominas, PA, Brasil. *Scientia Forestalis*, 40(93), 95-102.
- Viana, A. C. N., & Jardim, F. C. S. (2013). Natural regeneration dynamics of *Couratari guianensis* in a tropical forest selectively logged in Moju, state of Para, Brazil. *Revista de Ciências Agrárias (Belém)*, 56(2), 112-119. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2013.018>.
- Yared, J. A. G., Carvalho, J. O. P., Silva, J. N. M., Kanasshiro, M., & Marques, L. C. T. (2000). *Contribuições do projeto Silvicultura Tropical - Cooperação Internacional Brasil/ Reino Unido* (Embrapa Amazônia Oriental Documentos, No. 52, 28 p.). Belém: Embrapa Amazônia Oriental/DFID.

Contribuição dos Autores: ASOS: Investigation, writing - original draft, methodology, formal analysis, visualization. JOPC: Conceptualization, writing - original draft, methodology, writing - review & editing, supervision, project administration. LFSO: Writing - review & editing. ARR: Data curation, writing - review & editing. JNMS: Investigation, writing - review & editing. GS: Writing - review & editing. TCC: Investigation, writing - review & editing.