



Dinâmica florestal de um fragmento manejado na região amazônica

Forest dynamics of a managed fragment in the amazon region

Juliana Fonseca Cardoso¹; Maria Eduarda da Costa Barroso²; Marcio Leles Romarco de Oliveria³; Sabrina Benmuyal Vieira⁴; Marco Antonio Siviero⁵; Ademir Roberto Ruschel⁶;

¹Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina/MG
juliana.cardoso@ufvjm.edu.br

²Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina/MG
maria-eduarda.barroso@ufvjm.edu.br

³Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina/MG
marcioromarco@ufvjm.edu.br

⁴Grupo Arboris, Dom Eliseu/PA
sabrina.benmuyal@grupoarboris.com.br;

⁵Grupo Arboris, Dom Eliseu/PA
marco.siviero@grupoarboris.com.br

⁶Embrapa Florestas, Colombo/PR
ademir.ruschel@embrapa.br

Resumo: Este trabalho teve como objetivo, analisar a mortalidade e o recrutamento das árvores, considerando todos os indivíduos e somente a espécie de Paricá, em um fragmento manejado na Amazônia. Usamos dados de inventário florestal de 30 parcelas permanentes (50m x 50m) instaladas no ano de 2009 e remeidas nos anos de 2014 e 2020. Foram mensuramos todos os indivíduos com diâmetro $\geq 5,0$ cm. Avaliamos a dinâmica de mortalidade e recrutamento considerando duas situações: Situação1 – todos indivíduos inventariados, e Situação2 – indivíduos de Paricá. Para Situação1, a taxa de recrutamento foi menor que a mortalidade em 2009-2014, enquanto que para 2014-2020 foi expressamente maior. O inverso foi encontrado para a Situação2, com taxas de recrutamento menores que a mortalidade para ambos os períodos. Concluímos que o manejo modificou a dinâmica florestal, indicando que o grau de exploração por espécie é essencial para o alcance de um manejo florestal sustentável.

Palavras-chaves: Mortalidade; Recrutamento; Sucessão florestal; Espécies nativas. Floresta tropical.

Abstract: This study aimed to analyze tree mortality and recruitment, considering all individuals and only the Paricá species, in a managed fragment in the Amazon. We used forest inventory data from 30 permanent plots (50 m x 50 m) installed in 2009 and remeasured in 2014 and 2020. We measured all individuals with a diameter ≥ 5.0 cm. We evaluated the dynamics of mortality and recruitment considering two situations: Situation 1 – all inventoried individuals, and Situation 2 – Paricá individuals. For Situation 1, the recruitment rate was lower than mortality in 2009–2014, while for 2014–2020 it was significantly higher. The opposite was found for Situation 2, with recruitment rates lower than mortality for both periods. We conclude that management modified forest dynamics, indicating that the degree of exploitation per species is essential to achieve sustainable forest management.

Keywords: Mortality; Recruitment; Florestal succession; Native species. Tropical forest.



INTRODUÇÃO

As florestas estão em constante transformação, e essa mudança na sua estrutura acontece por conta de fatores naturais (como o ciclo de vida das árvores) e também por ações antrópicas (como a colheita florestal). Compreender como essas variações ocorrem é essencial para garantir uma gestão mais eficiente e sustentável das florestas tropicais (Dionisio et al., 2018a). A dinâmica florestal representa um conjunto de processos que definem a permanência, o surgimento e o desaparecimento dos indivíduos ao longo do tempo, sendo influenciada pelos eventos de crescimento, recrutamento e mortalidade (Bezerra et al., 2018). Além disso, é importante destacar que atividades como a colheita florestal, mesmo quando realizadas de forma planejada, geram impactos na floresta, tanto pela abertura do dossel quanto pela geração de resíduos de madeira e pela alteração na composição das espécies (Marchesan, 2020).

Uma das práticas silviculturais que podem auxiliar na manutenção da produtividade florestal, é o enriquecimento em clareiras, que é o plantio de espécies nativas no seu próprio habitat (Gomes et al., 2019; Dionisio, 2020). Estratégia essencial para viabilizar os próximos ciclos de colheita, especialmente para espécies de interesse comercial, que têm baixas densidades naturais, as quais podem sofrer maior mortalidade após colheita (Dionisio et al., 2017).

A espécie *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby (Paricá), vem sendo citada como uma das espécies mais utilizadas na Amazônia para o enriquecimento, selecionada por suas características de rápido crescimento e alto valor comercial (Cordeiro et al., 2017; D'arace, 2019; Gomes et al., 2019; Fortaleza, 2021). Diante desse contexto, este trabalho teve como objetivo analisar os processos de mortalidade e recrutamento de árvores em um fragmento de floresta manejada na Amazônia, considerando dois cenários: (I) todos os indivíduos inventariados e (II) indivíduos da espécie *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Paricá).

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área

A pesquisa foi realizada na Fazenda Shet, propriedade do Grupo Arboris, localizada no município de Dom Eliseu, estado do Pará (Figura 1). A área total da fazenda é de 535,6 ha, sob as coordenadas 4°30'48"S Latitude e 47°39'36"W Longitude.



A classificação climática, segundo Köppen-Geiger, é do tipo Awi, reportando um clima tropical chuvoso, com expressivo período de estiagem (Idesp, 2012) e temperatura média anual em torno de 25°C (Fapespa, 2021). A vegetação da área corresponde a uma vegetação natural degradada, oriunda da atividade ilegal entre as décadas de 70 e 90 (Siviero et al., 2020).

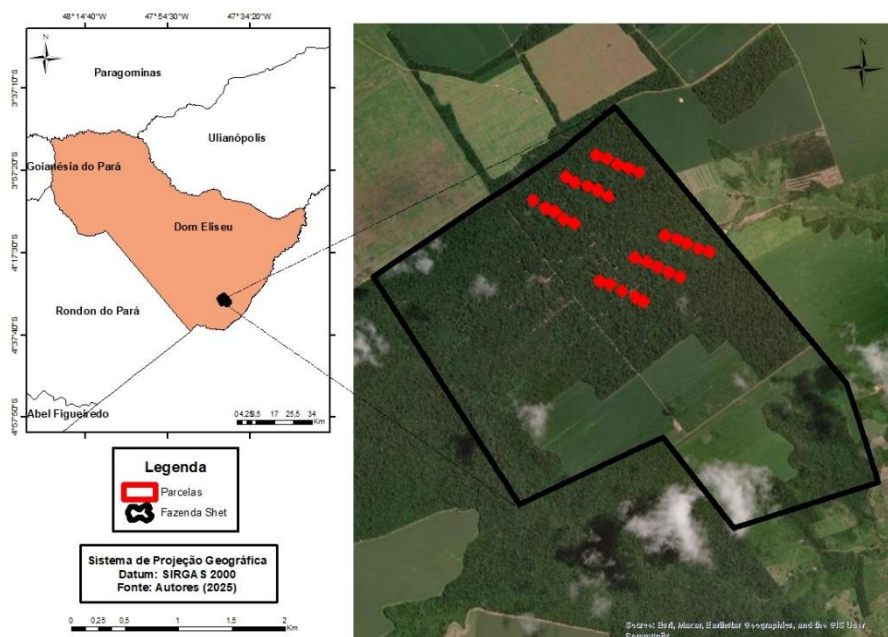


Figura 1: Localização das parcelas permanentes na área da Fazenda Shet, Dom Eliseu, PA.

Coleta e análise de dados

Em 2009, foram instaladas e medidas 30 parcelas permanentes quadradas de 50mx50m (2.500 m²), com remedição em 2014 e 2020. Foram medidas e identificadas todas as árvores com diâmetro à 1,30 m do solo ($D \geq 5,0$ cm). Em 1994, foi conduzido um plantio de enriquecimento da espécie paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*), nas clareiras oriundas da primeira colheita florestal (1993-1994) (Schwartz et al., 2017), em 2013-2014 foi realizada a segunda colheita de madeira na área, por meio de plano de manejo florestal sustentável. Realizamos as análises assumindo dois aspectos de abrangências dos dados, devido a inserção do paricá como forma de adensamento em clareiras, assim discriminados:

Situação 1 – todos indivíduos inventariados; e

Situação 2 – indivíduos de Paricá.



Avaliamos a dinâmica da comunidade, considerando os períodos de medição 2009-2014 e 2014-2020, e as intervenções florestais (colheita e enriquecimento), por meio das taxas de mortalidade e recrutamento, proposto por Sheil et al. (1995). Onde: M = taxa de mortalidade anual (% ano⁻¹); R = taxa de recrutamento anual (% ano⁻¹); t = intervalo de tempo entre os inventários (anos); N₀ = número inicial de árvores; N_t = número de árvores sobreviventes depois de t; m = número de árvores mortas; r = número de árvores recrutadas. Todas as análises foram realizadas com auxílio do *software* R (versão 4.5.0) (R Core Team, 2025).

$$M (\% \text{ ano}^{-1}) = \left\{ 1 - \left[\left(\frac{N_0 - m}{N_0} \right)^{1/t} \right] \right\} * 100 \quad [1]$$

$$R (\% \text{ ano}^{-1}) = \left[1 - \left(1 - \frac{r}{N_t} \right)^{1/t} \right] * 100 \quad [2]$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As alterações da floresta quanto a dinâmica de recrutamento e mortalidade, registraram no período de 11 anos (2009-2020) de monitoramento, 10.158 indivíduos, distribuídos em: 357 espécies, 174 gêneros e 56 famílias botânicas (Tabela 1).

Tabela 1 - Descrição taxonômica dos indivíduos inventariados na Fazenda Shet, Dom Elizeu-PA.

Variáveis	Medições		
	2009	2014	2020
Indivíduos	9.945	9.460	10.158
Família	53	54	56
Gênero	164	173	174
Espécies	317	350	357

Observamos que, logo após o corte seletivo (2014), o número de indivíduos mensurados reduziu, o que já era esperado. A resposta natural da floresta pós perturbação, é a redução do número de indivíduos, devido ao corte e aos danos causados pela colheita (Reis et al., 2016; Bezerra et al., 2018; Lima et al., 2021). Seis anos após a perturbação, o número de indivíduos aumentou, nesse sentido, entende-se que intervenções florestais modificam a estrutura da floresta, contudo, o manejo a longo prazo resulta em balanço



positivo da produção da floresta, devido ao estímulo gerado pela abertura do dossel (Lima et al., 2021).

As taxas de mortalidade foram superiores aos dos recrutados, considerando todos os indivíduos inventariados na floresta (Situação 1), e quando considera somente o Paricá (Situação 2), no período de 2009-2014 (Tabela 2). Para o segundo período (2014-2020), obtivemos taxas de mortalidade inferiores ao recrutamento para a Situação 1, e manutenção das taxas de mortalidade superiores ao recrutamento, quando considerado a Situação 2.

Tabela 2- Dinâmica da área experimental durante o período de 2009-2014 e 2014-2020, para a Situação 1: todos os indivíduos inventariados e Situação 2 – indivíduos de Paricá, com critério de inclusão com $D \geq 5$, na Fazenda Shet, Dom Eliseu – PA. (%) M: Taxa anual de mortalidade; (%) R: Taxa anual de recrutamento.

Variáveis	Situação	Período de medição	
		2009-2014	2014-2020
Recrutamento	Situação 1 (ha^{-1})	178,5	265,9
	(%) R Situação 1	3,01	3,58
	Situação 2 (ha^{-1})	0	0,3
	(%) R Situação 2	0,00	0,63
Mortalidade	Situação 1 (ha^{-1})	217,5	112,7
	(%) M Situação 1	3,52	1,55
	Situação 2 (ha^{-1})	7,2	5,1
	(%) M Situação 2	6,07	7,39

Taxas de mortalidade de 3,52 e 1,55 ano^{-1} encontradas para todos os indivíduos era esperado, nos dois períodos em análise, estudos apontam que mortalidade variando de 1 a 5% são consideradas normais para florestas tropicais manejadas e não manejadas (da Silva et al., 2015). A taxa de recrutamento menor que a taxa de mortalidade no período 2009-2014, demonstra a redução no número de indivíduos imediatamente após o corte seletivo, impacto causado pela colheita. Mortes essas causadas pelo esmagamento de árvores durante a derrubada, e pela entrada do maquinário para colheita (Reis et al., 2016). Os valores de taxa de mortalidade e recrutamento próximas ((%) M = 3,52 e (%) R = 3,01),



demonstram que há crescimento das árvores remanescente, favorecido pela abertura do dossel e aumento da luminosidade na área.

O recrutamento de novas árvores $\geq 5,0$ cm, superior a mortalidade no período de 2014-2020, seis anos após a extração madeireira (2014), sugere que a dinâmica da floresta a partir do sexto ano pós-colheita apresenta redução nos valores de mortalidade, corroborando com os estudos de monitoramento em florestas manejadas na Amazônia (Bezerra et al., 2018; Dionisio et al., 2018b). Demonstrando uma tendência de estabilidade no balanço entre mortalidade e ingresso. A dinâmica de novos indivíduos, sugere uma autorregeneração das espécies, mesmo levando em consideração a colheita, observada pelo balanço positivo de árvores recrutas. A dinâmica de abertura do dossel no processo de colheita, estimulam o crescimento e desenvolvimento das espécies remanescentes, devido a exposição a luz e redução da competição (Vatrás et al., 2016; Dionísio et al., 2018b).

Verificamos um aumento nas taxas de mortalidade para o paricá no primeiro ((%) $M = 6,07$) e segundo período ((%) $M = 7,39$). O fato da espécie, fazer parte da cadeia de produção de painéis compensado na Adeco Indústria e Comércio de Compensados Ltda., e contribuir com 61% do volume florestal colhido juntamente com o gênero *Cecropia* no manejo da área em 2014 (Siviero et al., 2020), e a falta de informações referente ao quantitativo de sementes plantadas, pode supor que, não se tem banco de sementes e plântulas de Paricá remanescentes suficientes para se desenvolver.

Em 2009-2014 não obtivemos nenhum indivíduo recrutado, e no período seguinte (2014-2020), apenas dois indivíduos obtiveram incremento suficiente para a inclusão ($\geq 5,0$ cm) como ingressantes. Reforçando que as taxas de indivíduos ingressantes e a mortalidade, estão associadas a composição da comunidade e ao grau de colheita que as espécies sofrem durante o corte (Dionisio et al., 2018b).

CONCLUSÃO

Concluimos que o manejo modificou a dinâmica florestal, indicando que o grau de exploração por espécie é essencial para o alcance de um manejo florestal sustentável. Evidenciado pelo balanço negativo em relação ao recrutamento no primeiro período em análise (2009-2014) e positivo no segundo (2014-2020), quando considerando todos os indivíduos da comunidade. Em contrapartida, considerando apenas os indivíduos de Paricá este balanço foi negativo, em ambos períodos analisados.



REFERÊNCIAS

- BEZERRA, T. G.; LIMA, A. O. S.; ARAÚJO, J. T. R.; SANTOS, M. G. S.; NEVES, R. L. P.; MORAES, G. C.; MELO, L. O. Estrutura e dinâmica de uma área manejada na floresta nacional do Tapajós. **Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 94 – 112, 2018.
- CORDEIRO, I. M. C. C.; SCHWARTZ, G.; BARROS, P. L. C. Estabelecimento de espécies comerciais sob plantio de enriquecimento em floresta secundária. In: Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias. Belém, PA: EDUFRA, 2017, p. 303-323.
- D'ARACE, L. M. B. Regeneração natural em clareiras após a colheita florestal na Amazônia Oriental. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, p. 107, 2019.
- DA SILVA, K. E.; DE SOUZA, C. R.; DE AZEVEDO, C. P.; ROSSI, L. M. B. Dinâmica florestal, estoque de carbono e fitossociologia de uma floresta densa de terra-firme na Amazônia Central. **Scientia Florestalis**, v. 43, n. 105, p. 193-201, 2015.
- DIONISIO, L. F. S. Efeitos a médio prazo da exploração seletiva no crescimento, mortalidade e recrutamento de *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev. em uma floresta amazônica. **Scientia Florestalis**, v. 48, p. e3154, 2020.
- DIONISIO, L. F. S.; DE CARVALHO, J. O. P.; SCHWARTZ, G.; LEÃO, F. M.; CASTRO, T. C. Incremento, recrutamento e mortalidade pós-colheita de *Duguetia* spp. na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. **Scientia Florestalis**, v. 46, n.119, p. 377-386, 2018a.
- DIONISIO, L. F. S.; SCHWARTZ, G.; DO CARMO LOPES, J.; DE ASSIS OLIVEIRA, F. Growth, mortality, and recruitment of tree species in an Amazonian rainforest over 13 years of reduced impact logging. **Forest Ecology and Management**, v. 430, p. 150-156, 2018b.
- DIONISIO, L. F. S.; SCHWARTZ, G.; MAZZEI, L.; DO CARMO LOPES, J.; DOS SANTOS, G. G. A.; DE ASSIS OLIVEIRA, F. Mortality of stocking commercial trees after reduced impact logging in eastern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 401, p. 1-7, 2017.
- FAPESPA - Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas. Estatísticas Municipais Paraenses: Dom Eliseu. Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação – Belém, p. 68, n. 2, 2021.
- FORTALEZA, A. P. Enriquecimento de florestas secundárias com *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby e *Hymenaea courbaril* L. submetidos à adubação em clareiras artificiais, município de Igarapé Açu, PA. 2021. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCF), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém - PA, 2021.
- GOMES, J. M.; SILVA, J. C. F.; VIEIRA, S. B.; CARVALHO, J. O. P.; OLIVEIRA, L. C.L. Q.; QUEIROZ, W. T. *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby pode ser utilizada em enriquecimento de clareiras de exploração florestal na Amazônia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 417-424, 2019.
- IDESP - Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará. Estatística Municipal, Dom Eliseu – Clima. Pará: IDESP, 2012.
- LIMA, B. A.; NICOLETTI, M. F.; STEPKA, T. F.; CARVALHO, S. P. C.; MELO, L. O.; CRUZ, G. S. Efeitos da exploração de impacto reduzido (EIR) na composição florística e estrutura de uma



floresta ombrófila densa na Amazônia Brasileira. **Scientia Forestalis**, v. 49, n. 131, p. 1-14, 2021.

MARCHESAN, J. Predição do estoque e dinâmica da biomassa acima do solo na floresta amazônica utilizando inteligência artificial e dados de sensores remotos. 2020. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2020.

R CORE TEAM. *_R: A Language and Environment for Statistical Computing_*. R Foundation forKuehne Statistical Computing, Vienna, Austria, 2025. <<https://www.R-project.org/>>.

REIS, P. C. M. R.; REIS, L. P.; SOUZA, A. L.; REGO, L. J. S.; SILVA, L. F. Taxas de recrutamento e mortalidade de espécies de Lecythidaceae após colheita florestal na Amazônia oriental. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13 n. 24; p. 970-979, 2016

SCHWARTZ, G.; PEREIRA, P. C.; SIVIERO, M. A.; PEREIRA, J. F., RUSCHEL, A. R.; YARED, J. A. Enrichment planting in logging gaps with *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby: A financially profitable alternative for degraded tropical forests in the Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 390, p. 166-172, 2017.

SHEIL, D.; BURSLEM, D. F. R. P.; ALDER, D. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. **Journal of Ecology**, v. 83, n. 2, p.331-333, 1995.

SIVIERO, M. A.; RUSCHEL, A. R.; YARED, J. A. G.; VIEIRA, S. B.; SALES, A.; PEREIRA, J. F.; AGUIAR, O. J. R.; BRIENZA JÚNIOR, S.; PEREIRA, P. C. G.; BERBERIAN, G. A.; CONTINI, K. P. S. Manejo de florestas naturais degradadas na Amazônia: estudo de caso sobre critérios de colheita. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 1, p. 43-59, 2020.

VATRAZ, S.; CARVALHO, J. O. P.; SILVA, J. N. M.; CASTRO, T. C. Efeito da exploração de impacto reduzido na dinâmica do crescimento de uma floresta natural. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44, n. 109, p. 261-271, 2016.