



## VARIAÇÃO DO RECRUTAMENTO E DA MORTALIDADE AO LONGO DE UM GRADIENTE TOPOGRÁFICO EM UMA FLORESTA SECUNDÁRIA NO MUNICÍPIO DE IGARAPÉ-AÇU, PARÁ

Camila Mainardi da Mata<sup>1</sup>, Deisiane Santos da Cruz<sup>1</sup>, Marina Mell Campos Bastos<sup>1</sup>,  
Thamires Kensiane Alburg Dias<sup>1</sup>, Taissa Nery Ferreira<sup>1</sup>, Renan Moreno Freitas Bandeira<sup>1</sup>,  
Fabiano Emmert<sup>1</sup>, Rodrigo Geroni Mendes Nascimento<sup>1</sup>

1 Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, Brasil. E-mail: camilamainardi1@gmail.com; deisianecruz2010@gmail.com; marinamell2002@gmail.com; thamiresdias02@gmail.com; taissanery5@gmail.com; rehmoreno01@gmail.com; rodrigo.geroni@ufra.edu.br; fabiano.emmert@edu.ufra.br  
Autor correspondente: Camila Mainardi da Mata. E-mail: camilamainardi1@gmail.com.

### RESUMO

Florestas secundárias passam por diversos processos de mudança na estrutura e vegetação até atingirem a maturidade. O estudo da dinâmica florestal, juntamente com os fatores que influenciam essas mudanças, é essencial para avaliar o potencial de recuperação dessas florestas. A topografia exerce influência na composição e distribuição das espécies, alterando, conseqüentemente, as taxas de dinâmica. O objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica de uma floresta secundária localizada em um gradiente topográfico. As mudanças estruturais foram analisadas por meio da comparação de dois inventários realizados em parcelas permanentes (30 unidades amostrais de 20 x 50 m, alocadas sistematicamente na floresta) nos anos de 2019 e 2022. Todos os indivíduos arbóreos com diâmetro a 1,30m do solo  $\geq 10$  cm foram amostrados, medidos e utilizados para calcular as taxas de recrutamento e mortalidade, a fim de avaliar as mudanças de acordo com o nível de altitude das parcelas. Os resultados mostraram taxas de recrutamento mais altas na classe 3 (1,058% ao ano) e mais baixas na classe 1 (1,046% ao ano), correspondentes às altitudes mais altas e mais baixas, respectivamente. Essas taxas indicam um crescimento da floresta e a entrada em um estágio intermediário de sucessão.

**Palavras-chave:** Amazônia; parcelas permanentes; sucessão florestal

## VARIATION OF RECRUITMENT AND MORTALITY ALONG THE TOPOGRAPHIC GRADIENTE IN A SECONDARY FOREST IN IGARAPÉ-AÇU, PARÁ, BRAZIL

### ABSTRACT

Secondary forests undergo various processes of structural and vegetation changes until they reach maturity. The study of forest dynamics, along with the factors that influence these changes, is essential to assess the potential for forest recovery. Topography has an influence on species composition and distribution, consequently altering the rates of dynamics. The objective of this study was to evaluate the dynamics of a secondary forest located along a topographic gradient. Structural changes were analyzed by comparing two inventories conducted in permanent plots (30 sample units of 20 x 50 m systematically allocated in the forest) in the years 2019 and 2022. All trees' individuals with diameter at 1,30m from the ground  $\geq 10$  cm were sampled, measured, and used to calculate recruitment and mortality rates to assess changes according to the altitude level of the plots. The results showed higher recruitment rates in class 3 (1.058% per year) and lower rates in class 1 (1.046% per year), corresponding to higher and lower altitudes, respectively. These rates indicate forest growth and the transition into an intermediate stage of succession.

**Key words:** Amazon; permanent plots; forest succession

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MENSURAÇÃO FLORESTAL



### INTRODUÇÃO

As florestas secundárias são resultadas de períodos sucessivos de colonização, exploração, cultivo, abandono e crescimento (Chazdon, 2012). Caracterizam-se por formações vegetais compostas por espécies de tamanhos diferentes, com variadas e indeterminadas idades e crescendo sob distintas condições ambientais (Rossi *et al.*, 2007). A vegetação secundária oferta diversos serviços ambientais, tais como a conservação dos recursos hídricos, acumulação de biomassa e nutrientes, manutenção da fauna e da flora por meio da conectividade entre os remanescentes florestais e ainda, o sequestro de gases de efeito estufa (Brienza jr, 1999; Lopes, 2000; Nobre & Nobre, 2002).

Compreender as mudanças nessas estruturas vegetativas ao longo do tempo são necessárias, pois os processos que determinam a dinâmica da floresta auxiliam na investigação do potencial de recuperação dela, envolvendo diversos parâmetros de organização: mortalidade, recrutamento, crescimento e sucessão (Pizzato, 1999). Swaine *et al.* (1987), define que a taxa de recrutamento de uma espécie é o resultado da fecundidade, crescimento e sobrevivência de plantas juvenis dessa espécie na população. O surgimento do indivíduo recruta pode evidenciar a velocidade da regeneração da floresta, sendo importante para compensar a mortalidade de árvores e para determinar a composição florística da comunidade (Laurance *et al.*, 1998).

O sucesso da sucessão dependerá de como as condições de sítio (fatores climáticos, topográficos, edáficos e competição) e as características particulares de cada espécie interagem, essa interação determinará quais plantas serão capazes de germinar, se estabelecer e crescer (Chazdon *et al.*, 2007; Massoca *et al.*, 2012). Em destaque, estudos indicam que a topografia pode exercer forte efeito sobre a distribuição das plantas e a estrutura da vegetação, pois influencia as propriedades físicas e químicas do solo na Amazônia Central (Costa *et al.*, 2005).

Dessa forma, o estudo do recrutamento de árvores na regeneração secundária é de suma importância na obtenção de dados para geração de conhecimentos. Assim, este estudo objetiva avaliar como o recrutamento varia ao longo do gradiente topográfico.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido em um fragmento florestal localizado na Fazenda Escola de Igarapé-Açu (FEIGA), pertencente a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) no município de Igarapé-Açu, no Nordeste Paraense (1°7'42.08"S, 47°36'30.06"O). De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo Am- clima tropical de monção, com precipitação pluviométrica média anual em torno de 1750mm a 3000mm (Alvares *et al.*, 2013).

#### Coleta de dados

Os dados foram obtidos a partir do inventário florestal contínuo realizado nos anos de 2018, 2019 e 2022, considerando apenas espécies arbóreas e arbustivas de indivíduos com

## VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

circunferência a 1,30m do solo ( $C \geq 31,4$  cm, inventariadas em 30 parcelas permanentes de 50 m x 20 m (1000 m<sup>2</sup>) com subparcelas de 10 m x 10 m. Para as espécies com bifurcações abaixo de 1,30 m, foram medidos todos os fustes (Machado & Figueiredo Filho, 2014). Foram considerados como recrutamento todos os indivíduos que alcançaram o  $C \geq 31,4$  cm.

Para obter as informações de elevação topográficas das parcelas, foi utilizado o banco de dados geomorfométricos “TOPODATA” (INPE, 2023), que foram divididas em três classes topográficas: classe 1 (37 a 50 metros de altitude), classe 2 (50,45 a 55 metros de altitude) e classe 3 (57 a 68 metros de altitude).

### Análise de dados

Para o processamento dos dados e criação de tabelas, foi utilizado o *software Microsoft Excel 2021*, onde contabilizou as árvores recrutadas nos inventários dos anos de 2019 e 2022. As taxas de recrutamento (Equação 1) e mortalidade (Equação 2) anual foram calculadas utilizando as equações propostas por Sheil & May (1996), adaptado por Oliveira-Filho *et al.* (2007):

$$R = [I - (I - r/Nt)^{(1/t)}] \times 100 \quad (1)$$

$$M = [I - ((N0 - m)/N0)^{(1/t)}] \times 100 \quad (2)$$

Em que: r = número de árvores recrutadas; m = número de árvores mortas; t = o tempo decorrido entre os inventários; Nt = número de árvores que sobreviveram até a segunda amostragem; N0 = número de indivíduos inicial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram inventariados em 2022 um total de 1307 indivíduos, distribuídos em 48 famílias e 96 gêneros. As famílias que apresentaram maior quantitativo foram a Fabaceae (203 indivíduos), Anacardiaceae (130 indivíduos) e Lauraceae (56 indivíduos). Com os dados do inventário foi calculada a taxa de mortalidade para a área de estudo sendo de 0,599 % ao ano. O recrutamento foi superior à mortalidade com valor de 1,051 % ano e também para todas as classes topográficas (Tabela 1). As taxas registradas foram menores em relação a outras encontradas em florestas tropicais úmidas (Phillips *et al.*, 1994; Lewis *et al.*, 2004).

**Tabela 1.** Taxa de recrutamento e mortalidade por classe topográfica

Variável sob Avaliação	Classes Topográficas (Altitude)			Total
	1 (37 a 50m)	2 (50,45 a 55m)	3 (57 a 68m)	
1º Medição (2019)	469	442	431	1341
2º Medição (2022)	482	425	424	1307
Sobreviventes	482	425	424	1216
Mortas	101	96	92	283
Recrutadas	70	68	79	213
Taxa de mortalidade (%)	0,599	0,601	0,598	0,595
Taxa de recrutamento (%)	1,046	1,050	1,058	1,051

Foram registradas diferenças para a taxa de recrutamento, superior nas parcelas com altitude mais alta ( $t = 1,058$  %), e para a taxa de mortalidade foi superior na Classe 2 ( $t = 0,601$  %), onde se encontram as parcelas em altitude intermediária. A concentração da taxa de mortalidade pode ser explicada, primeiro, por que nessas parcelas há um maior número de espécies pioneiras e, segundo, em período chuvoso, a floresta fica mais suscetível a quedas de árvores mais frágeis e

## VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

consequentemente ocasionam a queda de outras árvores do entorno (Rocha, 2001). Segundo Poorter *et al.* (2006), as espécies pioneiras apresentam um ciclo de vida mais curto e uma taxa de mortalidade mais alta. Em virtude da abertura de clareiras, há também o aparecimento de indivíduos recrutados, considerando o espaçamento de 3 anos entre as medições.

Pode-se observar que a menor taxa de recrutamento ocorreu nas parcelas que se encontram em altitudes menores e mais próximas ao curso d'água. Estudos evidenciam que a topografia exerce influência nas propriedades físicas e químicas do solo, criando comunidades arbóreas distintas em uma unidade florestal (Costa *et al.*, 2005; Higuchi *et al.*, 2008; Griffiths *et al.*, 2009). De uma forma geral, a floresta apresenta um ganho líquido em densidade e área basal dos indivíduos em todas três classes topográficas, resultado das altas taxas de recrutamento entre os períodos (Tabela 2). Chazdon *et al.* (2007), sugere a floresta em estado de construção, apresentando uma estrutura ainda instável e que eventualmente sofreu perturbações passadas.

**Tabela 2.** Área basal por classe topográfica da área de estudo localizado em Igarapé-Açu.

Variável	Classes Topográficas (Altitude)			Total
	1 (37 a 50m)	2 (50,45 a 55m)	3 (57 a 68m)	
Área basal (2019)	13,73	15,27	13,83	14,28
Área basal (2022)	14,64	16,47	14,50	15,20

## CONCLUSÃO

As taxas encontradas apresentam um balanço positivo, principalmente na área basal, concluindo que a floresta está em fase intermediária de sucessão, apesar de apresentar um desempenho menor a outros estudos. Por fim, a variação das taxas em relação a topografia, pode estar ligada muito mais a composição do solo, já que a variação de altitude é pequena e teria que ser feita outra análise mais rebuscada que mostre isso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- Brienza Jr., S. **Biomass dynamics of fallow vegetation enriched with leguminous trees in the eastern Amazon of Brazil**. 1999. 133f. Oissertation (Doctor Agricultural Science) - Georg-August-University of Göttingen, Göttingen, 1999. (Göttinger Beitrage zur Land - und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen, 134). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/402884>. Acesso em: 12 Jun. 2023.
- Costa, F.R.C., Magnusson, W.E., Luizão, R.C. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understory herbs in relation to topography, soil and watersheds. *Journal of Ecology*, v. 93, n. 5, p.863-878, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2005.01020.x>.
- Chazdon, R. L.; Letcher, S. G.; van Breugel, M.; Martínez-Ramos, M.; Bongers, F.; Finegan, B. Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forests following major disturbances. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, v. 362, n. 1478, p.273-289, 2007. <https://doi.org/10.1098/rstb.2006.1990>.
- Chazdon, R. L. Regeneração de florestas tropicais. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. *Ciências Naturais*, v. 7, n. 3, p.195-218, 2012. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v7i3.587>.
- Griffiths, R. P.; Madritch, M. D.; Swanson, A. K. The effects of topography on forest soil characteristics in the Oregon Cascade Mountains (USA): implications for the effects of climate change on soil properties. *Forest Ecology and Management*, v. 257, n. 1, p.1-7, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.08.010>.

## VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

- Higuchi, P.; Oliveira-Filho, A.T.; Silva, A. C.; Machado, E. L. M.; Santos, R. M.; Pifano, D. S. Dinâmica da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, Minas Gerais, em diferentes classes de solos. **Revista Árvore**, v. 32, n. 3, p.417-423, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000300004>.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **TOPODATA**: Banco de dados geomorfométricos. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata>. Acesso em: 20 Mar. 2023.
- Laurance, W. F.; Ferreira, L. V.; Rankin-de-Merona, J. M.; Laurance, S. G. Rain Forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. **Ecology**, v. 79, n. 6, p.2032-2040, 1998. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1998\)079\[2032:RFFATD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1998)079[2032:RFFATD]2.0.CO;2).
- Massoca, P. E. S.; Jakovac, A. C. C.; Bentos, T. V.; Williamson, G. B.; Mesquita, R. C. G. Dinâmica e trajetórias da sucessão secundária na Amazônia central. **Ciências Naturais**, v. 7, n. 3, p. 235-250, 2012. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v7i3.589>.
- Mesquita, R. C. G.; Ickes, K.; Ganade, G.; Williamson, G. B. Alternative successional pathways in the Amazon Basin. **Journal of Ecology**, v. 89, n. 4, p.528-537, 2001. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2001.00583.x>.
- Machado, S. D. A.; Figueiredo Filho, A. **Dentrometria**. 2.ed. Guarapuava: Unicentro, 2014. 316p.
- Nobre, C. A.; Nobre, A. D. O balanço de carbono da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 45, p.81-90, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142002000200006>.
- Oliveira-Filho, A. T.; Carvalho, W. A. C.; Machado, E. L. M.; Higuchi, P.; Apolinário, V.; Castro, G. C.; Silva, A. C.; Santos, R. M.; Borges, L. F.; Corrêa, B. S.; Alves, J. M. Dinâmica da comunidade e populações arbóreas da borda e interior de um remanescente florestal na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, em um intervalo de cinco anos (1999-2004). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 1, p.149-161, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042007000100015>.
- Lewis, S. L.; Phillips, O. L.; Baker, T. R.; Lloyd, J.; Malhi, Y.; Almeida, S.; Higuchi, N.; Laurance, W. F.; Neill, D. A.; Silva, J. N. M.; Terborgh, J.; Lezama, A. T.; Vásquez Martínez, R.; Brown, S.; Chave, J.; Kuebler, C.; Núñez Vargas, P.; Vinceti, B. Concerted changes in tropical forest structure and dynamics: evidence from 50 South American longterm plots. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 359, n. 1443. p.421-436, 2004. <https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1431>.
- Lopes, S. R. M. **Procedimentos legais para exploração das florestas naturais da Bacia Amazônica**. Belém: USAID; FFT; GTZ, 2000. 123 p.
- Péllico Netto, S.; Brena, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba: Os Autores, 1997. 316p.
- Pizzato, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo-PR: 1995 a 1998**. 1999. 170f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/26660>. Acesso em: 22 Jun. 2023.
- Phillips, O. L.; Hall, P.; Gentry, A. H.; Sawyer, S. A.; Vásquez, M. Dynamics and species richness of tropical rainforests. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 91, n. 7, p.2805-2809, 1994. <https://doi.org/10.1073/pnas.91.7.2805>.
- Poorter, L.; Bongers, L.; Bongers, F. Architecture of 54 moist-forest tree species: traits, trade-offs, and functional groups. **Ecology**, v. 87, n. 5, p.1289-1301, 2006. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2006\)87\[1289:AOMTST\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2006)87[1289:AOMTST]2.0.CO;2).
- Rocha, R. M. **Taxas de recrutamento e mortalidade da Floresta de Terra Firme da Bacia do Rio Cuieiras na Região de Manaus - AM**. 2001. 49f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2001. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/5184>. Acesso em: 22 Jun. 2023.
- Rossi, L. M. B.; Koehler, H. S.; Arce, J. E.; Sanquetta, C. R. Modelagem de recrutamento em florestas. **Floresta**, v. 37, n. 3, p.453-467, 2007. <https://doi.org/10.5380/rf.v37i3.9942>.
- Sheil, D.; May, R. M. Mortality and recruitment rate evaluations in heterogeneous tropical forests. **Journal of Ecology**, v. 84, n. 1, p.91-100, 1996. <https://doi.org/10.2307/2261703>.
- Swaine, M. D.; Hall, J. B.; Alexander, I. J. Tree population dynamics at Kade, Ghana (1968- 1982). **Journal of Tropical Ecology**, v. 3, n. 4, p.331-345, 1987. <https://doi.org/10.1017/S0266467400002315>.