



PADRÕES DE MORTALIDADE ARBÓREA DE UMA FLORESTA DE CAMPINARANA NA AMAZÔNIA CENTRAL

Camila Pacheco da Silva Monteiro¹; Adriano José Nogueira Lima¹; Valdiek da Silva
Menezes¹, Niro Higuchi¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM, Brasil. E-mail: camilapachecoengflorestal@gmail.com; adriano@inpa.gov.br; valdiek.menezes@gmail.com; niro@inpa.gov.br

Autor correspondente: Camila Pacheco da Silva Monteiro. E-mail: camilapachecoengflorestal@gmail.com

RESUMO

A mortalidade de espécies arbóreas em 3,6 hectares de floresta de Campinarana na Estação Experimental de Manejo Florestal - ZF-2, foi registrada em um período de oito anos com o objetivo de entender como é a distribuição da mortalidade arbórea ao longo dos anos e quais são os principais danos e causas de morte arbórea nessa floresta. Além de se observar os três modos de morte (em pé, quebrada ou desenraizada), avaliou-se os danos causados às árvores juntamente com a identificação dos fatores associados à morte das árvores utilizando um protocolo de fitossanidade e vigor das árvores. As parcelas permanentes foram instaladas em forma de três linhas e são medidas anualmente. Cada linha tem dimensões de 20 x 600 m, distantes 200 metros entre si e subdivididas em 24 subparcelas. A taxa média de mortalidade arbórea da área ao longo de 8 anos foi de 1,31%, sendo a Linha 1 com a maior taxa. Os principais modos de morte em função dos anos foram não identificadas, seguido de mortas caídas e mortas em pé. Os danos mais frequentes nas 3 subparcelas de floresta de Campinarana foram causados por fungos, seguido de lianas e cupins.

Palavras-chave: Causas; danos arbóreos; dinâmica florestal

TREE MORTALITY PATTERNS IN A CAMPINARANA FOREST IN THE CENTRAL AMAZON

ABSTRACT

The mortality of tree species in 3.6 hectares of Campinarana forest at the Estação Experimental de Manejo Florestal - ZF-2, was recorded over a period of eight years in order to understand the distribution of tree mortality over the years and what are the main damages and causes of tree death in this forest. In addition to observing the three modes of death (standing, broken or uprooted), the damage caused to trees was evaluated along with the identification of factors associated with tree death using a protocol of phytosanitary and tree vigor. The permanent plots were installed in the form of three lines and are measured annually. Each line has dimensions of 20 x 600 m, 200 meters apart and subdivided into 24 subplots. The average tree mortality rate in the area over 8 years was 1.31%, with Line 1 having the highest rate. The main modes of death according to years were unidentified, followed by dead fallen and dead standing. The most frequent damages in the 3 Campinarana forest subplots were caused by fungi, followed by lianas and termites.

Key words: Causes, tree damage; forest dynamics

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MENSURAÇÃO FLORESTAL



INTRODUÇÃO

Na bacia Amazônica, as principais fontes de variabilidade espacial da mortalidade são a fertilidade e estrutura dos solos e a intensidade do período seco (Phillips *et al.*, 2004; Quesada *et al.*, 2009). A mortalidade arbórea refere-se às árvores que saem do saem do sistema de monitoramento. Além de conhecer a taxa de mortalidade, também é importante determinar as causas, sendo o modo de morte do indivíduo um dos principais indicadores das causas (Franklin *et al.*, 1987; Fontes *et al.*, 2018a).

A campinarana é um tipo vegetacional da floresta amazônica que faz a transição da floresta densa com as campinas, ou ocorre isolada dentro a floresta densa. A campinarana apresenta características distintas das florestas de terra firme, tais quais: a dominância de uma ou poucas espécies perenes, distribuição mais espaçada, árvores tortuosas e de menor porte, escleromorfismo, um denso sub-bosque com epífitas em abundância, solos arenosos predominantemente Argissolo Vermelho-Amarelo e uma densa camada superficial de raízes finas (Ranzani, 1980; Nardoto, 2005).

Arellano *et al.* (2021), propõem um protocolo para avaliar o vigor das árvores, a perda de biomassa e fatores suscetíveis que podem estar associados à morte futura das árvores de forma rápida, repetível e de baixo custo. Essas informações podem ajudar no entendimento das causas de mortalidade e seus impactos nas estimativas dos estoques de biomassa, carbono e água nas florestas tropicais

Frente ao exposto, estão sendo estudados 3,6 hectares de floresta de campinarana na Amazônia Central com o objetivo de responder às seguintes perguntas: (1) Como é a distribuição da mortalidade arbórea ao longo de 08 anos? (2) Quais são os principais danos e causas de morte arbórea nessa floresta?

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto é realizado na Estação Experimental de Manejo Florestal - ZF-2, localizada a 90 km a noroeste de Manaus. As coordenadas geográficas da estação são 2°35'55,5'' de latitude sul e 60°02'14,8'' de longitude oeste GRW. Segundo a classificação de Köppen, o clima é classificado como Af – sem estação seca definida, caracterizado como quente e úmido durante o ano inteiro e temperatura média em torno de 26 °C ± 3,2 °C (Alvares *et al.*, 2013).

Em 2014 foram instaladas parcelas permanentes para o inventário florestal contínuo da área em forma de três linhas. Cada linha tem dimensões de 20 x 600 m, distantes 200 metros entre si e subdivididas em 24 subparcelas. Nos inventários anuais, realizados nos meses de novembro, foram monitoradas aproximadamente 2600 árvores entre os anos de 2014-2022.

A taxa de mortalidade foi determinada pela contagem do número absoluto de árvores mortas dentro do período de monitoramento e do número correspondente de árvores medidas (Amaral,

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

2019). Cada indivíduo morto durante o período de estudo foi classificado em uma das três categorias de modo de morte:



Figura 1. Esquema das categorias de modo morte adotados no Inventário Florestal Contínuo da Campinarana. Em que: D = diâmetro a 1,30m do solo. Adaptado de Fontes (2012); Arellano *et al.* (2021).

Para avaliação da fitossanidade foi utilizado o protocolo proposto por Arellano *et al.* (2021). Em novembro de 2022 foram instaladas 3 subparcelas de 20x25m para monitoramento anual de danos e tipos de mortes na floresta de Campinarana. Os danos incluem qualquer dano físico que deixe o interior da madeira exposto no momento da avaliação (mesmo com a presença de seiva ou látex).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao total, foram observados 197 indivíduos mortos. Na figura suplementar 2, observamos a taxa de mortalidade ao longo de 8 anos e a frequência relativa dos modos de morte. A taxa de mortalidade média foi de 1,63% variando de 0,00% a 4,07% para Linha 1; 1,39% variando de 0,00% a 2,73% para Linha 2 e 0,99% variando de 0,25% a 1,85% para Linha 3, porém, nas duas primeiras não foram observados registros de árvores mortas nos anos de 2015 e 2017, enquanto na terceira, apesar de baixa, foi possível observar. Os picos das taxas de morte ocorreram nos anos, respectivamente, 2016 (4,07%) para Linha 1; 2016 (2,73%) para Linha 2 e 2018 (1,85%), para a Linha 3. Foi possível observar a maior frequência de árvores mortas não identificadas (N.I.) para Linha 1; maior frequência de árvores mortas caídas (MC) para Linha 2, essa categoria tem como causa da morte: vento, chuva, topografia e queda de outras árvores e; maior frequência de árvores mortas em pé (MP) para a Linha 3, essa categoria tem como causa da morte o estresse.

Apenas com os dados micrometeorológicos que ainda serão adquiridos poderemos correlacionar as taxas de mortalidade a eventos extremos, como por exemplo, o fenômeno El Niño, que ocorreu em 2015 de forma extrema ficando conhecido como “El Niño Godzilla” (Aleixo *et al.*, 2019). Os El Niño geram uma diminuição da precipitação na Amazônia durante a estação chuvosa causando ondas de calor e seca extrema (Jiménez-Muñoz *et al.*, 2013).

Em seus estudos na Amazônia Central durante o El Niño 2015-2016, Fontes *et al.* (2018b) verificaram que as taxas de transpiração de algumas espécies diminuiram ao longo do período

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

seco. Gimenez (2019) verificou na mesma região que a dinâmica da transpiração das espécies de terra firme selecionadas para o estudo é regida pelo fenômeno de histerese. O autor sugere que o fenômeno de histerese é uma marca intrínseca da dinâmica de transpiração da floresta e afirma que a presença de um evento climático atípico como o El Niño não modificou este padrão. Portanto, mais estudos são necessários para verificar o comportamento das espécies, especialmente na Amazônia Central, visto que estas se mostram mais suscetíveis a eventos de seca quando comparado a outras regiões da Amazônia (Fontes *et al.*, 2018b).

Danos e Morte

Foram observados 67 indivíduos nas 3 subparcelas na floresta de campinarana. A descrição dos danos e morte foram feitas baseadas em Arellano *et al.* (2021). Na Figura 2, observam-se que os danos mais frequentes foram causados por Fungos (41,79%), seguidos de Lianas (34,33%) e Cupins (13,43%).

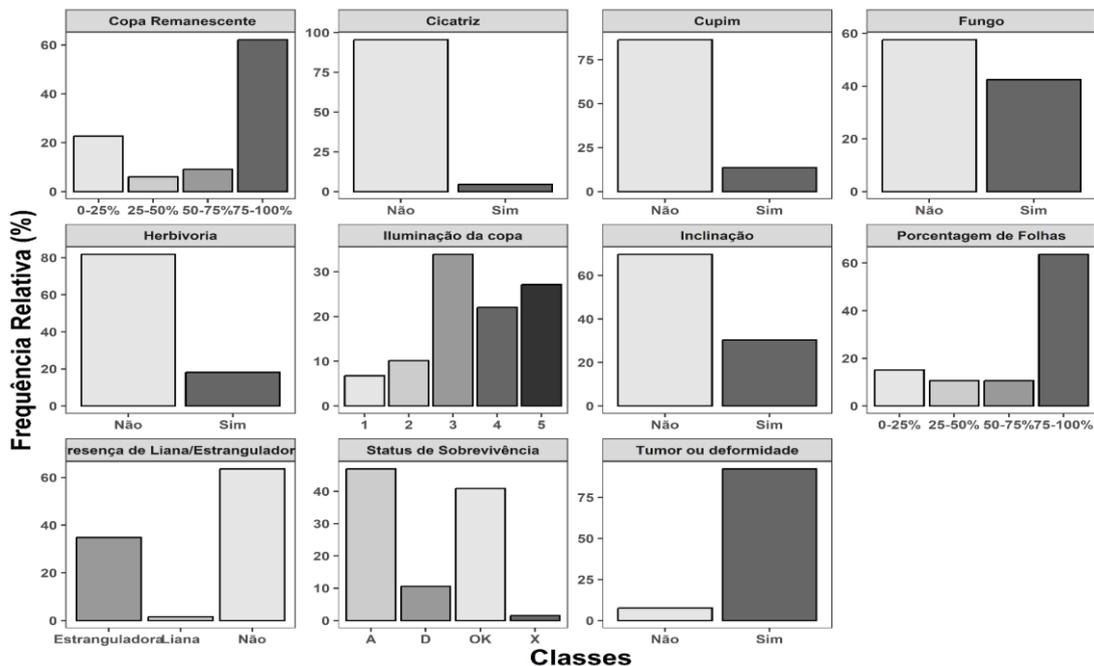


Figura 3. Gráfico referente à frequência relativa das categorias observadas no protocolo de danos e morte em uma subparcela da área de campinarana.

A presença de fungos é entendida como um sintoma de desprendimento de madeira e, portanto, um aumento do risco de falha mecânica, podendo afetar a sobrevivência do indivíduo. Não foram registrados a presença de fungos que vivem superficialmente na casca ou de líquenes na casca ou nas folhas.

As lianas podem matar árvores competindo por água e luz ou estrangulando a árvore e causando danos ao xilema (Arellano *et al.*, 2021). Nesta categoria “liana” é aplicado em sentido amplo, registrando dados sobre qualquer liana, figo estrangulador ou planta (hemi)epífita que cresce na árvore e que pode afetar a sua vitalidade. Se > 50% da copa for coberta por uma liana, a árvore é classificada em "L". Se a liana ou estrangulador parece limitar o crescimento do diâmetro do eixo principal, a árvore é codificada "S".

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

Quando há danos imediatamente visíveis causados pelos animais ou suas construções (por exemplo, grandes ninhos de formigas ou cupins) que possam danificar o eixo principal ou um sintoma de saúde precária, então isso é registrado, por exemplo, "ninho de formigas", "cupins".

CONCLUSÃO

A metodologia adotada permitiu determinar as taxas de mortalidade da área estudada ao longo de 8 anos, estando dentro limites comuns para outros tipos de vegetação na Amazônia; os principais modos de morte e, os danos arbóreos mais frequentes juntamente com a identificação dos fatores associados à morte das árvores.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, ao colaborador, ao INCT Madeiras da Amazônia, ao Laboratório de Manejo Florestal - LMF/INPA, ao CNPq, FAPEAM, CAPES e ao projeto nº 310353/2021-1 Chamada CNPq nº 4/2021, pelo incentivo e oportunidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aleixo, I.; Norris, D.; Hemerik, L.; Barbosa, A.; Prata, E.; Costa, F.; Poorter, L. Amazonian rainforest tree mortality driven by climate and functional traits. **Nature Climate Change**, v. 9, p. p.384–388, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0458-0>.
- 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>.
- Amaral, M. R. M. **Dinâmica do crescimento de espécies comerciais remanescentes, em áreas exploradas experimentalmente, em diferentes Intensidades de corte na Amazônia Central**. 2013. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2013. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/5180>. Acesso em: 15 Jul. 2023.
- Arellano, G.; Zuleta, D.; Davies, S.J. Tree death and damage: A standardized protocol for frequent surveys in tropical forests. **Journal of Vegetation Science**, v. 32, n. 1, e12981, 2021. <https://doi.org/10.1111/jvs.12981>.
- Fontes, C.G. **Revelando as causas e a distribuição temporal da mortalidade arbórea em uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. 2012. 63p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2012. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/5150>. Acesso em: 15 Jul. 2023.
- Fontes, C. G.; Chambers, J. Q.; Higuchi, N. Revealing the causes and temporal distribution of tree mortality in Central Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 424, p.177–183, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.05.002>.
- Fontes, C. G.; Dawson, T. E.; Jardine, K.; McDowell, N.; Gimenez, B. O. *et al.* Dry and hot: the hydraulic consequences of a climate change–type drought for Amazonian trees. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 373, n. 1760, e20180209, 2018. <https://doi.org/10.1098/rstb.2018.0209>
- Franklin, J. F.; Shugart, H.; Harmon, M.E. Tree death as an ecological process. **BioScience**, v. 37, n. 8, p.550–556, 1987. <https://doi.org/10.2307/1310665>.
- Gimenez, B. O. (2019). **Ecohidrologia de espécies arbóreas de Terra Firme na Amazônia**. 2019. 124f. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2019. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/5005>. Acesso em: 22 Jun. 2023.
- Jiménez-Muñoz, J. C.; Sobrino, J. A.; Mattar, C.; Malhi, Y. Spatial and temporal patterns of the recent warming of the Amazon forest. **JGR Atmospheres**, v. 118, n. 11, p.5204–5215, 2013. <https://doi.org/10.1002/jgrd.50456>.
- Nardoto, G. B. **Abundância natural de 15N na Amazônia e Cerrado-implicações para a ciclagem de nitrogênio**. 2005. 101f. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005. <https://doi.org/10.11606/T.91.2005.tde-30012006-155758>.
- Phillips, O. L.; Baker, T. R.; Arroyo, L.; Higuchi, N.; Killeen, T. J. *et al.* Pattern and process in Amazon tree turnover, 1976–2001. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 359, n. 1443, p.381–407, 2004. <https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1438>.

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

Quesada, C. A.; Lloyd, J.; Schwarz, M.; Baker, T. R.; Phillips, O. L.; Patiño, S. *et al.* Regional and large-scale patterns in Amazon forest structure and function are mediated by variations in soil physical and chemical properties. **Biogeosciences Discussions**, v. 6, p.3993-4057, 2009. <https://doi.org/10.5194/bgd-6-3993-2009>.

Ranzani, G. Identificação e caracterização de alguns solos da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. **Acta Amazonica**, v. 10, n. 1, p. 7-41, 1980. <https://doi.org/10.1590/1809-43921980101007>.