



FENOLOGIA DE ESPÉCIES LENHOSAS EM UM FRAGMENTO FLORESTAL URBANO, NORDESTE DO BRASIL

Luciana Maranhão Pessoa¹, André Maurício Melo Santos², Catherine Rios Santos³, Carmen Silvia Zickel⁴

Resumo – A urbanização tem gerado pressões sobre os fragmentos de floresta Atlântica e a fenologia vegetal em fragmentos florestais urbanos é essencial para compreender como variações ambientais locais influenciam processos vegetativos e reprodutivos. Portanto, este estudo analisou, entre 2008 e 2010, se os padrões fenológicos da comunidade lenhosa diferem entre borda e interior de um fragmento de Mata Atlântica urbana. O estudo foi realizado na Estação Ecológica de Caetés / ESEC, no município de Paulista, Pernambuco. Para análise fenológica foram colocadas 20 parcelas de 10x10m no interior e 20 na borda do fragmento e todos os indivíduos lenhosos com DAP $\geq$ 5cm foram observados no período de 24 meses. Assim, foram registrados os dados de presença e ausência das fenofases queda foliar, brotação, floração e frutificação e o percentual de intensidade de Fournier. Foram registradas 126 espécies arbóreas, sendo 82 na borda e 95 no interior, totalizando 580 indivíduos. A queda foliar foi mais intensa no interior, com pico em junho/2008 (79% das espécies e 89,7% dos indivíduos), coincidindo com a estação seca. O brotamento apresentou maiores valores em 2010, com pico no interior em maio (64% dos indivíduos) e na borda em fevereiro (62%). A floração foi mais expressiva na borda, com pico em fevereiro/2010 (23% dos indivíduos), enquanto a frutificação predominou no interior, com picos em dezembro/2009 e fevereiro/2010. Esses padrões indicam variação fenológica entre borda e interior ao longo dos anos estudados e reforçam que a fragmentação e mudanças microclimáticas influenciam a fenologia.

Palavras-chave: floração, queda foliar, Pernambuco.

PHENOLOGY OF WOODY SPECIES IN AN URBAN FOREST FRAGMENT, NORTHEASTERN BRAZIL

1. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Depto. de Biologia – Botânica, Av. Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos – CEP 52171-900, Brasil

2. Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão, Vitória de Santo Antão, PE, Brasil

3. Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal. Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, Belo Horizonte - MG, 31270-901, Brasil

4. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade. Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil, 52171-900. Autor para Correspondência: zickelbr@yahoo.com

Abstract – Urbanization has put pressure on fragments of Atlantic Forest, and plant phenology in urban forest fragments is essential to understanding how local environmental variations influence vegetative and reproductive processes. Therefore, this study analyzed, between 2008 and 2010, whether the phenological patterns of the woody community differ between the edge and interior of an urban Atlantic Forest fragment. The study was conducted at the Caetés Ecological Station / ESEC, in the municipality of Paulista, Pernambuco. For phenological analysis, 20 plots of 10x10m were placed in the interior and 20 at the edge of the fragment, and all woody individuals with DBH ≥ 5 cm were observed over a period of 24 months. Thus, data on the presence and absence of the phenophases of leaf fall, sprouting, flowering, and fruiting, as well as the Fournier intensity percentage, were recorded. A total of 126 tree species were recorded, 82 at the edge and 95 inside, totaling 580 individuals. Leaf fall was more intense inside, peaking in June 2008 (79% of species and 89.7% of individuals), coinciding with the dry season. Sprouting showed higher values in 2010, peaking in the interior in May (64% of individuals) and on the edge in February (62%). Flowering was more pronounced at the edge, peaking in February 2010 (23% of individuals), while fruiting predominated in the interior, peaking in December 2009 and February 2010. These patterns indicate phenological variation between the edge and interior over the years studied and reinforce that fragmentation and microclimatic changes influence phenology.

Keywords: Flowering, leaf fall, Pernambuco state.

INTRODUÇÃO

Os fragmentos florestais urbanos estão se tornando cada vez mais comuns, pois o crescimento demográfico e das cidades proporcionou a ocupação de áreas cobertas por floresta, ocasionando a degradação florestal urbana (Santos et al., 2023). Este processo de urbanização tem gerado pressões sobre os fragmentos de floresta Atlântica, não só devido à influência dos conjuntos habitacionais, mas também pela procura de recursos naturais para a população, como a extração de plantas medicinais, lenha, material de construção, inseticidas, pesca e caça, diminuindo a diversidade de espécies (Branco et al., 2021).

Sendo a fenologia o estudo da periodicidade de ocorrência dos eventos de vida repetitivos, relacionadas com fatores bióticos e abióticos e as inter-relações entre as fases caracterizadas por estes eventos de uma mesma ou de diferentes espécies (Morelatto et al., 2025) seu entendimento é importante para a compreensão da regeneração e reprodução vegetal, organização temporal de recursos dentro das comunidades, das interações planta-animal e evolução da história de vida dos animais que utilizam as plantas como recurso alimentar (Magalhães et al., 2022).

A paisagem urbana pode acarretar mudanças na floração afetando a dinâmica de populações e, dependendo da espécie, esta mudança pode criar uma assincronia entre a floração e o polinizador (Wray e Elle, 2015). Além disso, a entrada de frutos e sementes pode ser afetada devido à ausência de grandes frugívoros importantes dispersores de sementes e assim alterar a diversificação da flora (Monteiro-Freire et al., 2022).

A compreensão dos padrões fenológicos vegetativos e reprodutivos de comunidades vegetais em fragmentos florestais urbanos faz-se necessário para que sejam propostos planos de manejo e restauração de áreas degradadas e que sejam mantidas as interações entre as plantas, seus animais polinizadores e dispersores (Cara 2006). Além disso, a fenologia em escala espacial fina revela como pequenas variações no ambiente local podem influenciar as plantas, e compreender essa diversidade fenológica é fundamental para prever respostas ecológicas a mudanças climáticas e ambientais (Cardoso et al., 2019). Estudos mostram que há diversidade fenológica em microhabitats (Staggemeier & Morellato, 2011) e compreender essa diversidade ajuda a identificar padrões específicos entre espécies e ambientes, mesmo em regiões tropicais com menor sazonalidade (Rother et al., 2021).

Diante de todos os fatos mencionados, este estudo teve como objetivo caracterizar a fenologia da comunidade lenhosa, no período de 2008 a 2010, em um fragmento de floresta atlântica urbana e responder a seguinte questão: em uma escala fina, existe diferença sobre os padrões fenológicos (vegetativos e reprodutivos) da borda e interior de uma comunidade florestal lenhosa?

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo – Criada através da Lei Estadual nº 11.622/98 (CPRH, 2007) a Estação Ecológica de Caetés / ESEC localiza-se no município de Paulista, Pernambuco, ocupando uma área de 157 hectares, a cerca de 20 km do Recife, entre as coordenadas geográficas 7°55'15'' e 7°56'30'' S / 34°55'15'' e 34°56'30'' W (Figura 1). A área é classificada como floresta ombrófila de terras baixas (IBGE 1992). O clima é do tipo As' de KÖPPEN (Alvares, 2013), com precipitação média anual aproximadamente de 2000 ml, temperatura de 25° C (IMMET, 2025).

A Estação Ecológica de Caetés poderia ter sido transformada em um aterro sanitário, porém, com a intervenção de ambientalistas e da própria comunidade, o governo do estado de Pernambuco, em 1987 adquiriu uma área de 157 hectares transformando-a em uma Reserva Ecológica (Lei nº 9.989/87) que posteriormente em 1998, através da Lei Estadual nº 11.622/98 a Reserva Ecológica passa para a categoria de manejo denominada Estação Ecológica permitindo, assim, a visitação pública (CPRH, 2007). O remanescente faz parte da floresta atlântica, pode-se encontrar

significativos exemplares da flora e da fauna típicos da nossa região (CPRH, 2007) sendo a matriz que margeia as bordas do fragmento composta por áreas urbanas, na cidade de Caetés, Paulista.

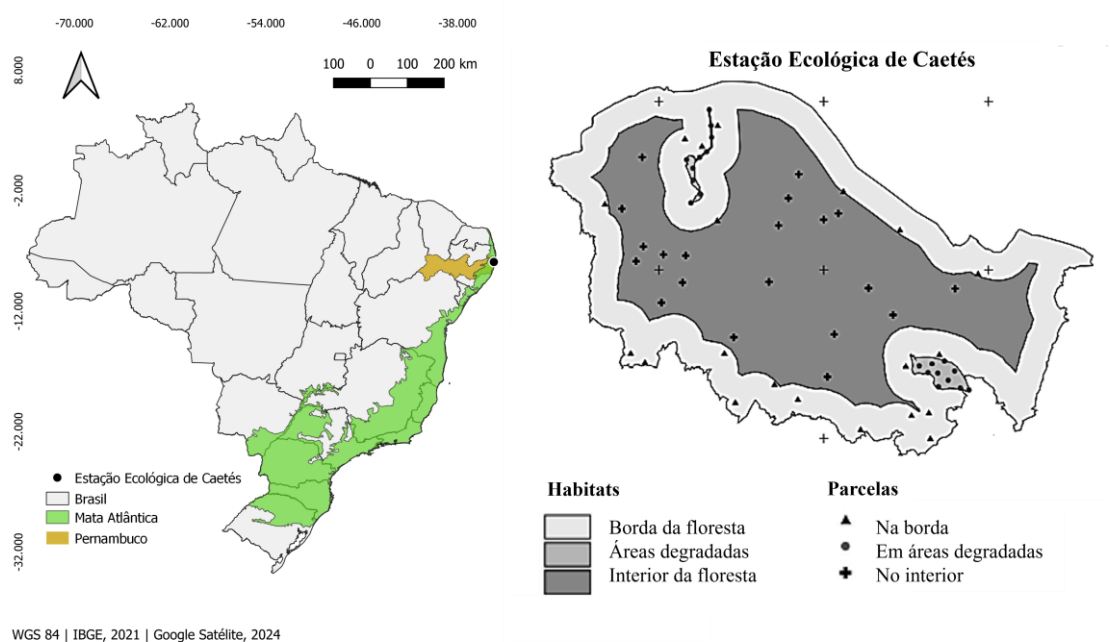


Figura 1. Mapa com a localização e demarcação da Estação Ecológica de Caetés, Paulista, Pernambuco, Brasil. À direita está a distribuição das 40 parcelas de 10 m² no interior e na borda do fragmento.

Na fisionomia arbórea, a ESEC apresenta espécies dominantes pertencentes às famílias Fabaceae (*sensu lato*), Melastomataceae, Sapotaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Annonaceae, Lauraceae e Myrtaceae (Pessoa et al. 2009). Dentre as espécies encontradas no interior do fragmento destaque para *Manilkara salzmannii*, *Thyrsodium spruceanum* e *Eschweilera ovata*. Na borda do fragmento há uma predominância de espécies de Melastomataceae, com destaque para *Miconia holosericea*, *Miconia prasina*, *Miconia pyrifolia*, além de outras espécies pertencentes a outras famílias como *Pogonophora schomburgkiana* (Euphorbiaceae) e *Schefflera morototoni* (Araliaceae) (Pessoa et al. 2009).

Pode-se observar que, de acordo com a normal climatológica de 30 anos (1961 a 1990), a precipitação pluviométrica mensal não seguiu um padrão durante os 24 meses de estudo (Figura 2). No ano de 2008 os meses de outubro, novembro e dezembro, receberam uma quantidade de chuva baixa, bem menor do que o normal frente à média. Já os meses junho (373,6mm), julho (273,96mm) e agosto (254,03mm), apresentaram altas precipitações. Em 2009 a chuva foi mais intensa em abril (406,43mm), diminuindo em maio (379,68mm) e junho (285,79mm), tendo um aumento em julho (345,54mm). Em 2010, janeiro registrou 107,23mm, baixando em fevereiro (22,9mm) e tornando a

aumentar em abril (200,18mm). Sendo considerado a estação chuvosa no período de abril a agosto e seca de setembro a fevereiro (INMET, 2025; PERNAMBUCO, 2006).

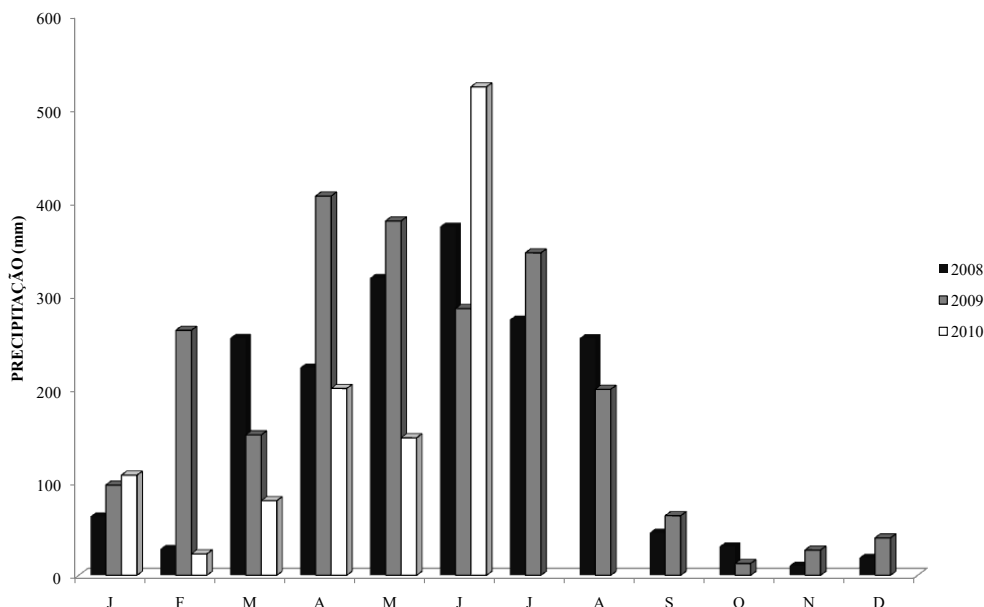


Figura 2. Distribuição da precipitação pluviométrica (mm) de junho de 2008 a maio de 2010, com normal climatológica de 1961 a 1990, do município de Paulista-PE. Fonte: INMET, Recife (Curado).

Coleta e seleção dos indivíduos – Foram lançadas aleatoriamente, com o auxílio do programa Arcview, parcelas de 10x10m no interior e borda do fragmento totalizando 40 parcelas correspondendo a 0,4ha. Foram amostrados os indivíduos lenhosos (plantas com diâmetro do caule ao nível do peito (DAP) maior ou igual a 5 cm) que receberam plaquetas em PVC numerada em ordem crescente. Todo o material marcado foi coletado, em estágio vegetativo e reprodutivo e incorporado ao acervo dos Herbários do IPA e do PEUFR, seguindo metodologia usual em taxonomia.

Seleção dos indivíduos– Os indivíduos marcados com as plaquetas na borda e no interior foram observados a cada vinte dias durante um período de 24 meses (junho de 2008 a maio de 2010) e os seguintes dados fenológicos foram registrados:

1- Presença/ausência das fenofases - como queda foliar, floração (soma da ocorrência de botões florais e flores) e frutificação (soma de frutos imaturos e maduros). Com estes registros obtiveram-se dados qualitativos e quantitativos da atividade dos indivíduos na comunidade

avaliada, sendo possível estimar o percentual de indivíduos e espécies apresentando o evento fenológico ao longo dos dois anos de estudo;

2) Percentual de intensidade de Fournier (Fournier 1974) – A partir dos valores obtidos em campo, a ocorrência do evento fenológico foi registrada através de uma escala de intervalos semiquantitativa de cinco categorias (0 a 4), com valor de 25% entre elas permitindo estimar a percentagem de intensidade de cada evento fenológico dos indivíduos selecionados. Para calcular esta porcentagem foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\% \text{ de Fournier} = \frac{\sum \text{Fournier}}{4 \cdot N} \cdot 100$$

Onde, $\sum$ Fournier é o somatório das categorias de Fournier dos indivíduos, multiplicado por 100 e dividido pelo máximo de Fournier que pode ser alcançado por todos os indivíduos (N) na amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram acompanhadas 126 espécies de árvores, (sendo 82 espécies na borda e 95 no interior) pertencentes a 90 gêneros e 36 famílias. Foram amostrados 580 indivíduos, sendo 259 na borda e 321 no interior do fragmento. Dentre as espécies que apresentaram maior número de indivíduos destaque para *Pogonophora schomburgkiana* com 34 indivíduos no interior do fragmento e *Chamaecrista ensiformis* com 31 indivíduos na borda.

Padrões fenológicos vegetativos

Queda Foliar – O maior percentual de espécies e indivíduos que perderam suas folhas durante os dois anos de estudo foi registrado no interior do fragmento (Fig. 3A e B). De maneira semelhante, a intensidade de Fournier foi maior neste mesmo ambiente (Fig. 3C).

Durante os dois anos de estudo, a queda de folhas foi maior nos meses de junho a agosto quando começa a declinar, tanto no interior quanto na borda. A porcentagem de espécies que perderam folhas no interior teve máximas de junho a agosto de 2008. O pico de queda foliar no interior foi registrado em junho/2008 com 79% de queda de folhas (Fig. 3A). Na borda o pico também foi em junho (55%).

Foi registrado um pico para o número de indivíduos com queda foliar no interior do fragmento também em junho/2008 (89,7%). Na borda o pico também foi elevado no mesmo mês (79%). Quanto aos valores de intensidade de Fournier, o interior apresentou este índice mais elevado em junho/2008, com 23% da comunidade perdendo suas folhas neste ambiente (Fig. 3C). Na borda este valor foi um pouco menor, 20% de intensidade também em junho que corresponde ao

mês com maior pluviosidade (374mm) neste mesmo ano mencionado (Fig. 2). Este padrão de queda foliar não foi observado no mesmo mês do ano seguinte, onde a intensidade de queda foliar foi de 0,4% (Fig. 3C) com pluviosidade de 286mm.

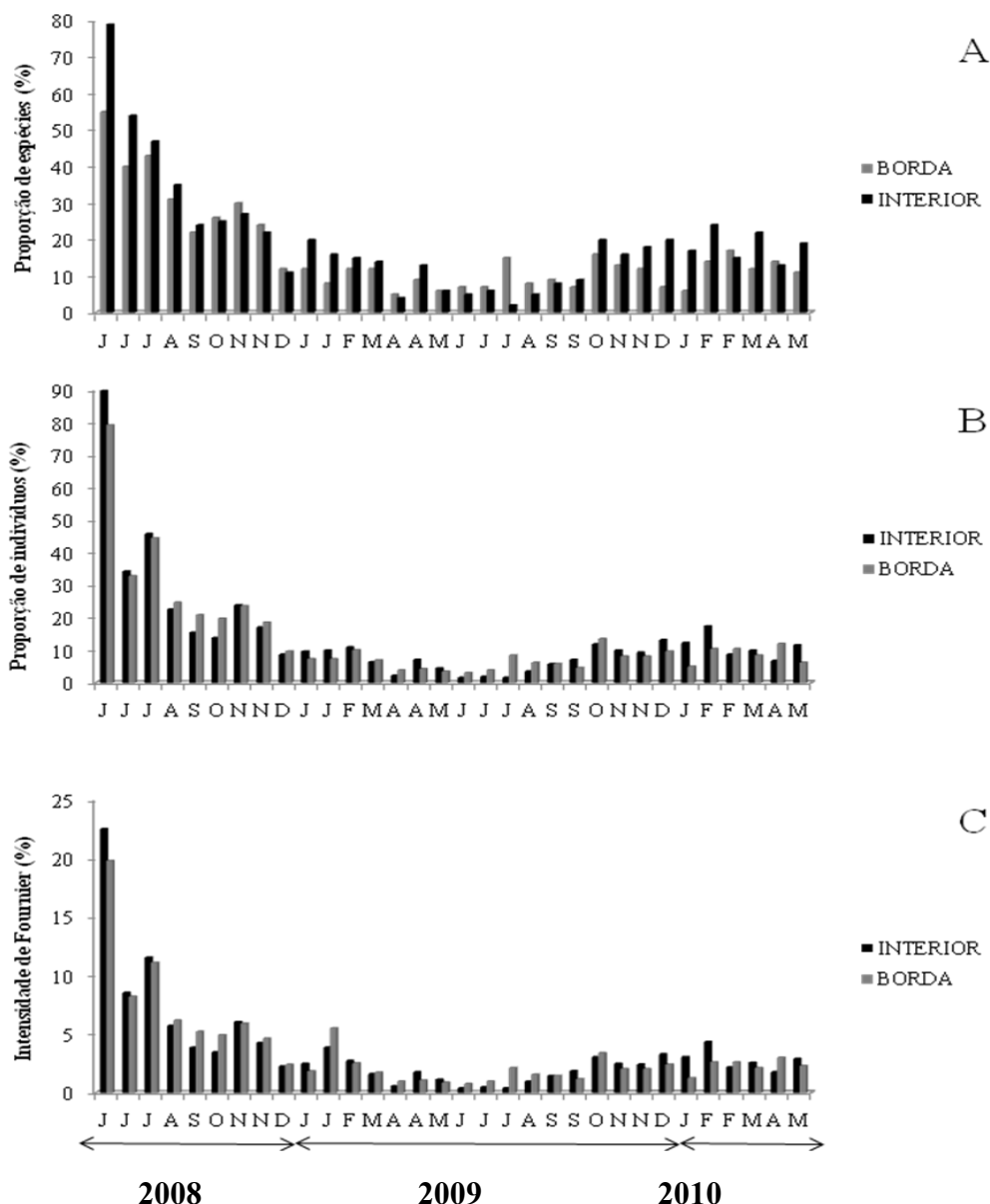


Figura 3. Percentual de espécies (%) (A), indivíduos (%) (B) e índice de intensidade de Fournier (%) (C) para a comunidade arbórea apresentando a fenofase de queda foliar na borda e interior do fragmento florestal urbano de Caetés, Paulista, PE, NE do Brasil, durante o período de junho/2008 a maio/2010.

Brotamento – O surgimento de novas folhas na comunidade arbórea da ESEC teve seus maiores valores no ano de 2010. O brotamento de folhas das espécies iniciou em fevereiro (54%) com pico em maio (75%) no interior do fragmento. Na borda, o pico desta fenofase foi registrado em fevereiro com 61% (Fig. 4A).

A percentagem de indivíduos que brotaram suas folhas apresentou o mesmo padrão ao das espécies. Foi registrado um pico de folhas novas no interior do fragmento com 64% desta fenofase em maio/2010 (Fig. 4B). A borda apresentou pico de brotamento em fevereiro com 62%, proporcionando semelhança com as espécies.

Os valores de intensidade de Fournier para brotamento foram iguais tanto no interior do fragmento quanto na borda, com picos de 16% cada. Entretanto o pico do interior ocorreu em maio enquanto na borda foi em fevereiro do mesmo ano das proporções de espécies e indivíduos (Fig. 4C). Esta fenofase foi observada no final do período seco e início do período chuvoso, onde em maio foi registrado 200mm de pluviosidade.

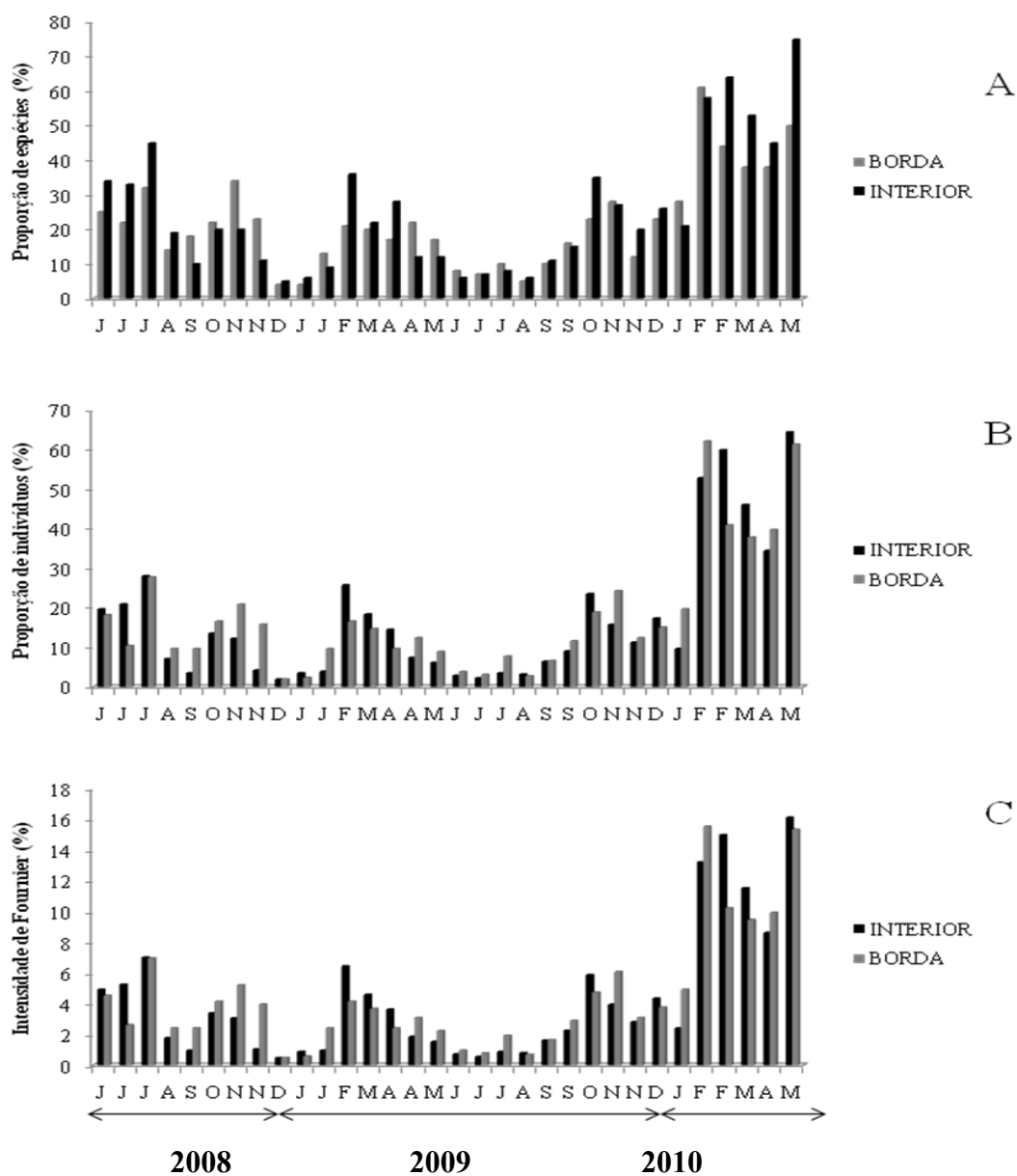


Figura 4. Percentual de espécies (%) (A), indivíduos (%) (B) e índice de intensidade de Fournier (%) (C) para a comunidade arbórea apresentando a fenofase de brotamento na borda e interior do fragmento florestal urbano de Caetés, Paulista, PE, NE do Brasil, durante o período de junho/2008 a maio/2010.

Padrões fenológicos reprodutivos

Floração – O maior percentual de espécies e indivíduos que floresceram no fragmento florestal da ESEC durante os dois anos de estudo foi registrado na borda (Fig. 5A e B). Assim como as proporções, a intensidade de Fournier também apresentou maiores valores neste mesmo ambiente (Fig. 5C).

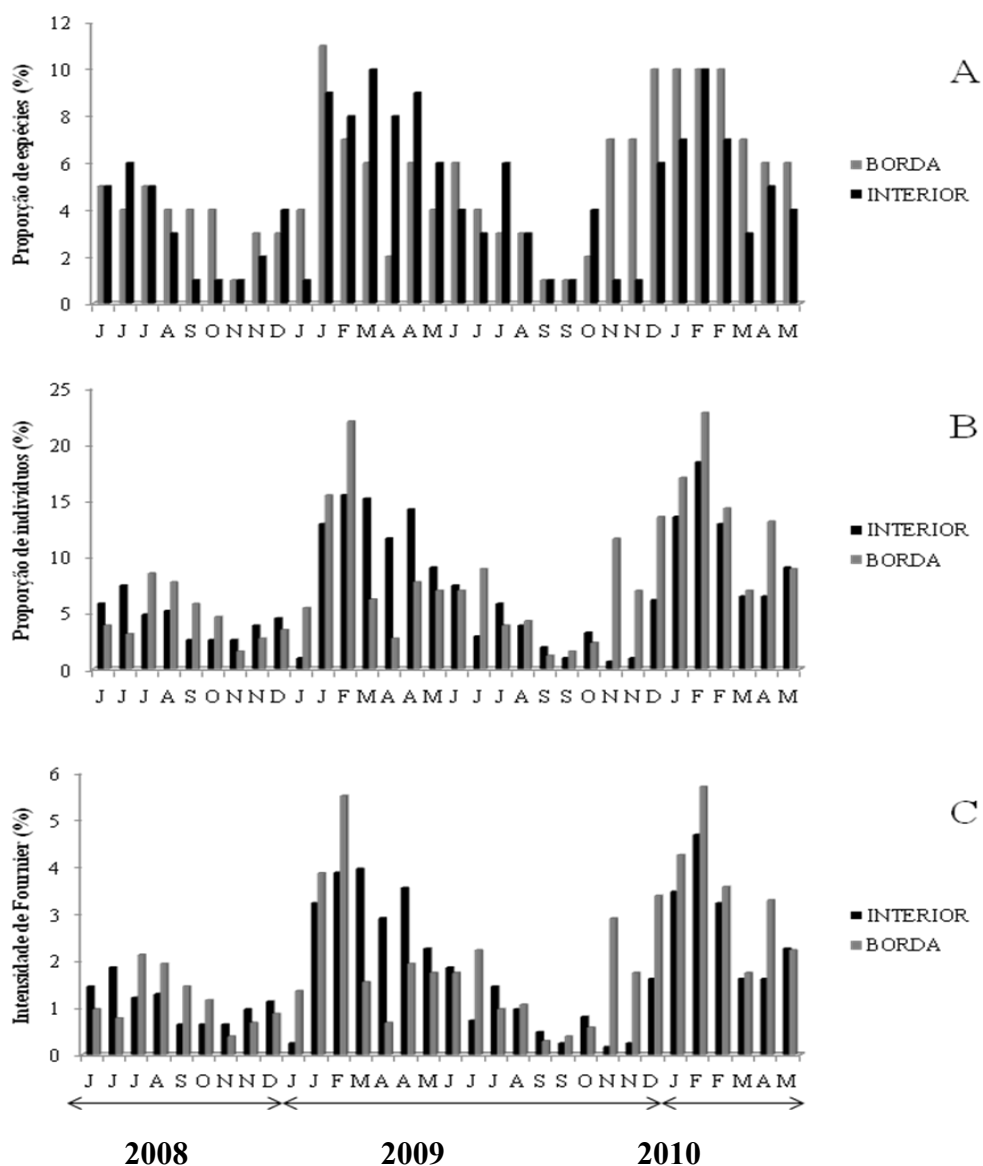


Figura 5. Percentual de espécies (%) (A), indivíduos (%) (B) e índice de intensidade de Fournier (%) (C) para a comunidade arbórea apresentando a fenofase de floração na borda e interior do fragmento florestal urbano de Caetés, Paulista, PE, NE do Brasil, durante o período de junho/2008 a maio/2010.

O maior número de espécies floresceu na borda, teve início nos primeiros meses do ano tanto em 2009 quanto em 2010. O pico de floração da borda foi registrado em janeiro/2009 com 11% de espécies florescendo, este padrão foi também semelhante no final de 2009 e início de 2010, onde a percentagem de espécies com flores permaneceu três meses com o mesmo valor (10%) (Fig. 5A). No interior o pico de floração das espécies foi igual em fevereiro/2009 e março/2010 com 10% cada (Fig. 5A).

O pico de atividade dos indivíduos se destacou também na borda com 23% dos indivíduos florescendo em fevereiro/2010. No mesmo mês em 2009, houve um maior número de indivíduos florescendo no mesmo período (22%). Para o interior, o pico de floração, assim como na borda, foi registrado em fevereiro/2010 com 18% de indivíduos com flores. Em fevereiro/2009 também houve maior percentagem de indivíduos em floração (15,5%) (Fig. 5B).

Os maiores índices de intensidade de Fournier foram registrados na borda com pico de 6% de floração em fevereiro/2009 e 2010. Já no interior, o pico de floração foi registrado em fevereiro/2010 (5%) (Fig. 5C). Estas fenofases foram registradas no final da estação seca onde em janeiro/2009 e 2010 choveu em torno de 100mm em cada mês (Fig 2).

Frutificação – Nos dois microhabitats estudados, borda e interior, os maiores percentuais de espécies e indivíduos frutificando durante o estudo foram registrados no interior do fragmento, já a intensidade de Fournier teve valores iguais na borda e interior do fragmento estudado (Fig. 6A, B e C).

As espécies frutificaram em maior proporção no interior do fragmento com picos em dezembro/2009 e fevereiro/2010, ambos os meses com 10% de espécies com fruto. Na borda, foi registrado um pico de frutificação em março/2010 (6%) (Fig 6A).

O maior percentual de indivíduos da comunidade frutificando no interior do fragmento foi observado em maio/2009 com pico de 13% (Fig. 6B). Na borda o pico de frutificação dos indivíduos ocorreu em abril/2009 com 11,2%.

Quanto à intensidade de Fournier, os picos registrados foram de 3% tanto para borda em abril/2009, quanto para o interior em maio/2009 (Fig. 6C). Os períodos de frutificação em 2009 ocorreram no período de maior precipitação registrado no ano, onde em abril foram registrados 406mm de precipitação mensal.

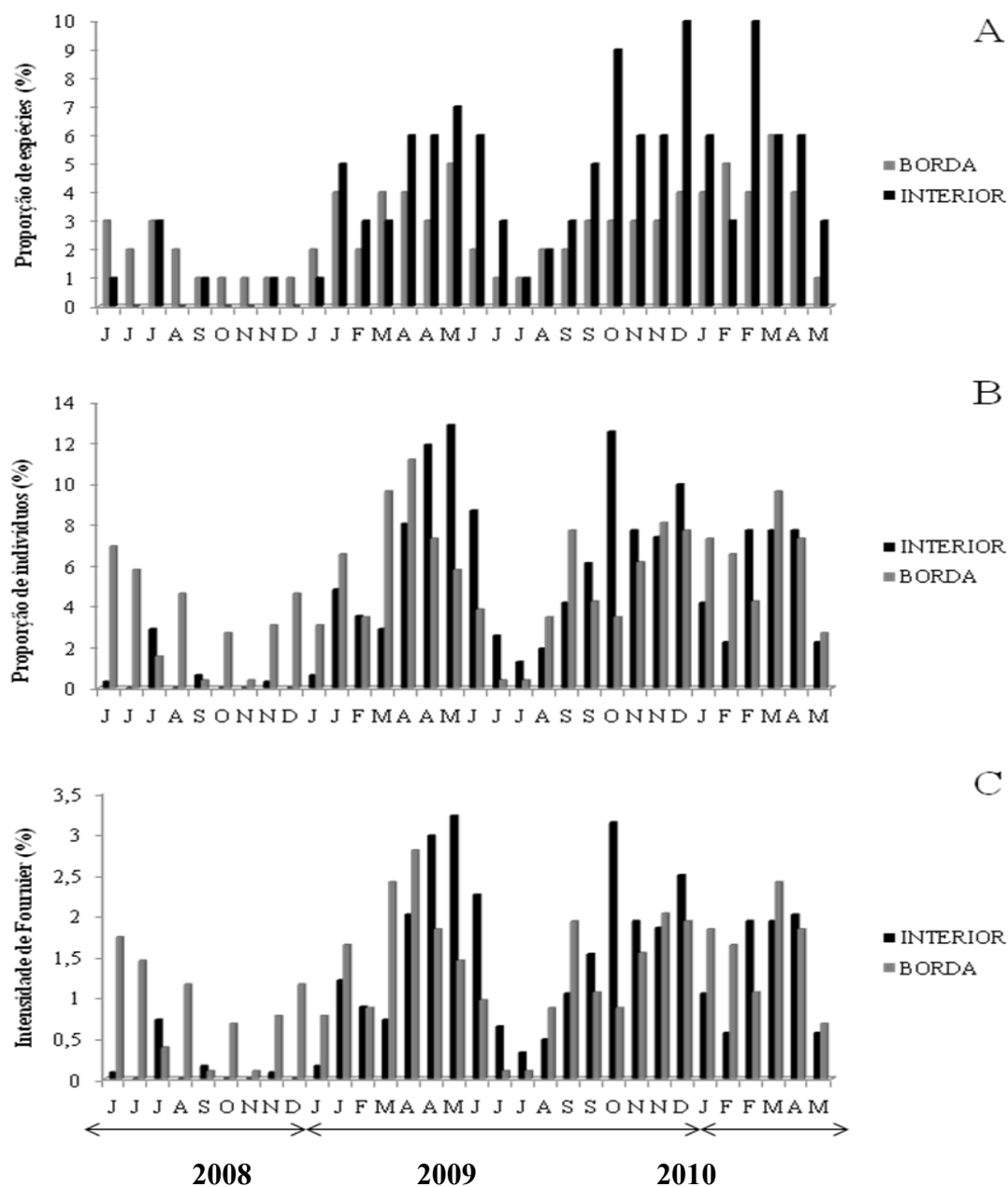


Figura 6. Percentual de espécies (%) (A), indivíduos (%) (B) e índice de intensidade de Fournier (%) (C) para a comunidade arbórea apresentando a fenofase de frutificação na borda e interior do fragmento florestal urbano de Caetés, Paulista, PE, NE do Brasil, durante o período de junho/2008 a maio/2010.

O fragmento florestal urbano estudado apresentou variações fenológicas e os habitats de borda e interior, como era esperado pela literatura (Elias et al., 2021), já que o efeito de borda causa um impacto crucial na assembleia de árvores, e como consequência para a fenologia, proporciona uma maior ocorrência das fenofases principalmente de espécies pioneiras na borda (Laurence et al., 2003; Harper et al., 2005; Cardoso et al., 2019).

A floração foi mais expressiva na borda, enquanto a frutificação e a queda foliar predominaram no interior. Historicamente, as fenofases das florestas tropicais estão associadas a sazonalidade e ao clima, tendo em vista que variáveis como pluviosidade e temperatura influenciam na reprodução e frutificação. No entanto, com as mudanças antrópicas nos fragmentos florestais, esse padrão fenológico tem mudado, principalmente quando há alteração antrópica no estágio de sucessão do fragmento (Cardoso et al., 2019).

O padrão fenológico encontrado no interior e na borda da Estação Ecológica de Caetés (ESEC) pode estar associado à homogeneização da vegetação e a seu processo de regeneração, pois em 2010 completava 26 anos que a ESEC havia passado por uma perturbação. Então apesar de considerarmos uma distância adequada para evitar o efeito de borda no interior (Rigueira et al., 2012), todo o fragmento ainda estava em processo de regeneração, apresentando no seu interior clareiras, onde as espécies pioneiras eram dominantes, implicando numa maior similaridade florística entre os habitats. Processos de fragmentação são amplamente conhecidos por alterar condições microclimáticas, afetando tanto quais espécies serão estabelecidas na área quanto seu padrão fenológico, como por exemplo um aumento da queda foliar nos fragmentos (Cara, 2006; Elias et al., 2021).

Além disso, alguns estudos ressaltam que as assembleias de árvores nos pequenos fragmentos e borda de fragmentos maiores são floristicamente mais semelhantes às florestas de sucessão secundária que as florestas maduras (Santos et al., 2008; Laurence et al., 2002; Santos et al., 2008; Tabarelli et al., 2008). Em um estudo realizado na Amazônia, Laurence et al. (2003) mencionam que mesmo se os eventos fenológicos das espécies arbóreas não sejam marcadamente afetados, a fragmentação da floresta ainda teria sérios efeitos na reprodução, uma vez que quanto mais próximo da borda, maior a mortalidade de árvores, e isso acarreta sérios efeitos a longo-prazo na ecologia das árvores reprodutivamente dominantes.

O padrão florístico na ESEC corrobora com o encontrado na literatura para Floresta Atlântica, onde o pico de frutificação e floração ocorre durante os meses de transição do período seco para o chuvoso (Mori et al., 1982; Ferraz et al., 1999; Cara, 2006) ou nos períodos chuvosos (Morellato et al., 2000; Talora e Morellato, 2000), ressaltando a importância do clima na floração de espécies em florestas tropicais (Ferraz et al., 1999; Morellato et al., 2000).

O pico de frutificação é uma estratégia da planta para a dispersão de suas sementes e não apenas uma relação com o clima, no qual em florestas tropicais há uma predominância de espécies de frutos carnosos e dispersão zoocórica que ocorrem na estação chuvosa e de frutos secos de dispersão anemocórica ou autocórica na estação seca (Griz e Machado, 1998; Funch et al., 2002; Marques e Oliveira, 2004; Cara, 2006). Na floresta Atlântica, preponderam frutos zoocóricos que

possibilitam o suprimento de alimentos para dispersores e justifica o pico de frutificação na estação chuvosa encontrado na ESEC (Morellato, 1991; Morellato e Leitão-Filho, 1992).

CONCLUSÕES

O padrão das fenofases vegetativas e reprodutivas observados neste estudo proporcionou o conhecimento das fenofases com alguns atributos climáticos e a fragmentação de habitat em um fragmento urbano. Observamos que a similaridade entre as parcelas de interior e a borda pode estar relacionado a homogeneidade do fragmento, sendo necessário novos estudos fenológicos, 15 anos depois, para realmente compreender a fenologia e o estágio sucessional do fragmento. Observamos também que as variáveis analisadas apresentaram semelhanças com outros estudos em fragmentos florestais em relação a sazonalidade (Antunes e Ribeiro, 1999; Talora e Morellato, 2001). Além do efeito da fragmentação outros fatores ecológicos (e.g. dispersão de sementes e polinização) devem ser futuramente analisados, pois são essenciais para o surgimento das fenofases e desta forma pode-se contribuir com um manejo adequado para os fragmentos inseridos em diferentes tipos de matrizes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Estação Ecológica de Caetés/CPRH pela permissão para a realização deste estudo; aos policiais militares do meio ambiente (CIPOMA) pelo companheirismo e proteção na execução deste trabalho; a estagiária T. S. Pinheiro pela imensa ajuda em campo e amizade; aos especialistas pelas identificações do material botânico coletado; a CAPES/CNPq pela bolsa de doutorado de L. M. Pessoa.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Koppens climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Alemanha. **Meteorol.**, v. 22, p. 711–728, 2013.
- ANTUNES, N.B.; RIBEIRO, J.F. Aspectos fenológicos de seis espécies vegetais em matas de galeria do Distrito Federal. **Pes. Agrop. Brasil**, v. 34, p. 1517-1527, 1999.
- BRANCO, A. F. V. C. et al. Avaliação da perda da biodiversidade na Mata Atlântica. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 4, p. 1885–1909, 2021.

CARA, P. R. A. **Efeito de borda sobre a fenologia, as síndromes de polinização e a dispersão de sementes de uma comunidade arbórea na Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco.** Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 249 f. 2006.

CARDOSO, F.C.G.; ZWIENER, V.P.; MARQUES, M.C.M. Tree phenology along a successional gradient of tropical Atlantic Forest. **Journal of Plant Ecology**, v. 12, n. 2, p. 272-280, 2019.

CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos. Unidade de conservação de uso sustentável. 2007. Disponível em <http://www.cprh.pe.gov.br/ctudosecoes-sub.asp?idsecao=312>. Acesso em: 05 jul. 2021.

ELIAS, J.P.C.; VERGNE, D.C.; ZANATTA, M.P.; CAMPOS, C.C.F.; RAMOS, F.N. Edge creation changes the timing and intensity of phenological reproductive patterns and species activities in forest tree communities. **Rodriguésia**, v. 72, p. e01882019, 2021.

FERRAZ, D.K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W.; MAGALHÃES, L.M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Rev. Bras. Biol.**, v. 59, p. 305-317, 1999.

FOURNIER, L.A. Un metodo cuantitativo para la medición de característica fenológicas em arboles. **Turrialba**, v. 24, p. 422-423, 1974.

FUNCH, L.S.; FUNCH, R.; BARROSO, G.M. Phenology of Gallery and Montane Forest in the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **Biotropica**, v. 34, p. 40-50, 2002.

GRIZ, L.M.S.; MACHADO, I.C.S. Aspectos morfológicos e síndromes de dispersão de frutos e sementes na Reserva Ecológica de Dois Irmãos. pp. 197-224. In: Machado, I.C., Lopes, A.V., Porto, K.C. (Eds.). **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área Urbana (Recife-Pernambuco-Brasil)**. Editora Universitária da UFPE, Recife, 1998.

HARPER, K.A.; MACDONALD, S.E.; BURTON, P.J.; CHEN, J.; BROSOFSKE, K.D.; SAUNDERS, S.C.; EUSKIRCHEN, E.S.; ROBERTS, D.; JAITEH, M.S.; ESSEEN, P. Edge Influence on Forest Structure and Composition in Fragmented Landscapes. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 768-785. 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnica da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE. 1992.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. 2025. Acessado em: 08/01/2025. www.inmet.gov.br.

LAURANCE, W.F.; LOVEJOY, T.E.; VASCONCELOS, H.L.; BRUNA, E.M.; DIDHAM, R.K.; STOUFFER, P.C.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R.O.; LAURANCE, S.G.; SAMPAIO, E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. **Conserv. Biol.**, v. 16, p. 605–618, 2002.

LAURANCE, W.F.; MERONA, J.M.R.; ANDRADE, A.; LAURANCE, S.G.; D'ANGELO, S.; LOVEJOY, T.E.; VASCONCELOS, H.L. Rain-forest fragmentation and the phenology of Amazonian tree communities. **J. Trop. Ecol.**, v. 19, p. 343–347, 2003.

MAGALHÃES, V.; FERREIRA DE LIMA, R. A.; GILI MASSI, K. Is there variation in ten woody species reproductive phenology within the Atlantic Forest biodiversity hotspot? **Botany Letters**, v. 171, n. 4, p. 493–499, 2024.

MARQUES, M.C.M.; OLIVEIRA, P.E.A.M. Fenologia de espécies do dossel e do subbosque de duas florestas de restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. **Rev. Brasil. Bot.**, v. 27, p. 713-723, 2004.

MONTEIRO-FREIRE, S. et al. Changes in phenological patterns of a tropical Atlantic Forest tree: implications for conservation. **Bosque** (Valdivia), v. 43, n. 3, p. 267–275, 2022.

MORELLATO, L.P.C. **Fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil**. Tese (Doutorado em Biologia), Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 176 f. 1991.

MORELLATO, L.P.C.; LEITÃO FILHO, H.F. Padrões de frutificação e dispersa na Serra do Japi. pp.112-139. In: Morellato, L.P.C. (Ed.), **História natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma floresta no Sudeste do Brasil**. Campinas, FAPESP/UNICAMP. 1992.

MORELLATO, L.P.C.; TALORA, D.C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C.C.; ROMERA, E.C.; ZIPARRO, V.B. Phenology of Atlantic Rain Forests trees: A comparative study. **Biotropica**, v. 32, p. 811-823, 2000.

MORELLATO, P. L.; ALTOMARE, M.; GRESSLER, E. A Review of Reproductive Plant Phenology in South and Central America. **New Perspectives**, p. 107–138, 2025.

MORI, S.A.; LISBOA, G.; KALLUNKI, J.A. Fenologia de uma mata higrófila sulbaiana. **Rev. Theobroma**, v. 12, p. 217-230, 1982.

PERNAMBUCO - Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH). **Plano de Manejo da Unidade de Conservação [ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE CAETÉS]**. Recife: CPRH, [2006]. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/plano05.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2025.

PESSOA, L.M.; PINHEIRO, T.S.; ALVES, M.C.J.; PIMENTEL, R.M.M.; ZICKEL, C.S. Flora lenhosa em um fragmento urbano de floresta atlântica em Pernambuco. **Rev. Geog.**, v. 26, p. 247-262, 2009.

RIGUEIRA, D.M.G. et al. Influência da distância da borda e do adensamento foliar sobre a abundância de plantas pioneiras em um fragmento de floresta tropical submontana na Estação Ecológica de Wenceslau Guimarães (Bahia, Brasil). **Acta Bot Bras**, v. 26, p. 197–202, 2012.

ROTHER, D.C. et al. Comparing the potential reproductive phenology between restored areas and native tropical forest fragments in Southeastern Brazil. **Restoration Ecology**, v. 30, p. e1352930, 2021.

SANTOS, B.S.; PERES, C.A.; OLIVEIRA, M.A.; GRILLO, A.; ALVES-COSTA, C.P.; TABARELLI, M. Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic forest fragments of northeastern Brazil. **Biol. Conserv.**, v. 141, p. 249–260, 2008.

SANTOS, C.R.; ODA-SOUZA, M.; ALMEIDA JR., E.B.; ZICKEL, C.S. Effects of urban ecosystem under the diversity and structure of two forest ecotones in Maranhão state. **Urban Ecosystems**, v. 26, n. 5, p. 1-18, 2023.

STAGGEMEIER, V.G.; MORELLATO, L.P.C. Reproductive phenology of coastal plain Atlantic forest vegetation: comparisons from seashore to foothills. **International Journal of Biometeorology**, v. 55, n. 6, p. 843–854, 2011.

TABARELLI, M.; LOPES, A.V.; PEREZ, C.A. Edge-effects Drive Tropical Forest Fragments Towards an Early-Successional System. **Biotropica**, v. 40, p. 657-661, 2008.

TALORA, D.C.; MORELLATO, L.P.C.; Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Rev. Brasil. Bot.**, v. 23, p. 13-26, 2000.

WRAY, J.C.; ELLE, E. Flowering phenology and nesting resources influence pollinator community composition in a fragmented ecosystem. **Landscape Ecology**, v. 30, n. 2, p. 261–272, 2015.