

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA / ÁREA BOTÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

FENOLOGIA E CHUVA DE SEMENTES EM
UM FRAGMENTO URBANO DE FLORESTA
ATLÂNTICA EM PERNAMBUCO

Luciana Maranhão Pessoa

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco – PPGB/UFRPE, como requisito para obtenção do Título de Doutor em Botânica.

Orientadora: Dr^a Carmen Silvia Zickel
Conselheiro: André Maurício Melo Santos

RECIFE, PE

2011

Ficha catalográfica

P475f Pessoa, Luciana Maranhão
Fenologia e chuva de sementes em um fragmento urbano da floresta Atlântica em Pernambuco / Luciana Maranhão Pessoa – 2011.
104 f. : il.

Orientadora: Carmen Sílvia Zickel
Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento Biologia, Recife, 2011.
Inclui referências e anexo.

1. Fenologia 2. Chuva de sementes 3. Síndrome de dispersão 4. Floresta atlântica 5. Fragmento florestal urbano 6. Pernambuco I. Zickel, Carmen Sílvia, orientadora
II. Título

CDD 581

**FENOLOGIA E CHUVA DE SEMENTES EM UM FRAGMENTO
URBANO DE FLORESTA ATLÂNTICA EM PERNAMBUCO**

LUCIANA MARANHÃO PESSOA

Tese defendida em: 18 de fevereiro de 2011

Presidente da banca/ orientadora:

Prof^a. Dr^a. Carmen Silvia Zickel

(Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, PE)

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Marcelo Tabarelli (UFPE)

Prof^a. Dr^a Isabel Cristina S. Machado (UFPE)

Prof^a. Dr^a Ana Carolina Borges Lins e Silva (UFRPE)

Prof^a. Dr^a Elba Maria Nogueira Ferraz (UFRPE)

SUPLENTE:

Prof. Dr. Daniel Portela Wanderley de Medeiros (UAST)

Prof^a. Dr^a Ana Virgínia de Lima Leite (UFRPE)

RECIFE - PE

Fevereiro, 2011

DEDICO

*Ao Senhor dos senhores,
Jesus Cristo; ao meu
amado esposo; à minha
família querida, pois
sem eles não seria o que
sou.*

OFEREÇO

*A todos que
contribuíram para a
realização desta tese. A
Carmen Zickel, André
Santos, Tássia Pinheiro,
ao pessoal da ESEC e
CIPOMA e a todos os
meus companheiros do
LAFLEC e PPGB.*

*O que deixo, o que marco em sua vida quando passo por você?
O que os meus olhos confessam quando encontram com os seus?
Se eu deixo uma saudade boa pra lembrar o que fica de mim?
Eu pergunto se valeu a pena ter deixado eu ir além,
Ter entrado aí na sua casa, dividindo o que é seu,
Essa vida vai muito depressa e é bom saber o que deixei de mim?
Pode ser que nesta vida eu não possa mais voltar,
Para amar quem não amei, concertar o que estraguei,
O perdão que eu não pedi, a solidão que eu não desfiz,
O sorriso que neguei e aquele esforço que não fiz.
Eu sei que o tempo vai passar, as pessoas vão e vem,
Mas sei que algumas vão ficar pelo mal ou pelo bem,
Não morrerá quem soube amar e que seja sempre assim,
Que eu deixe só o bem que existe em mim,
Se com você não consegui, eu voltei, quem sabe assim,
A gente possa se olhar como quem nunca se viu,
E, no perdão, recomeçar, pra depois reconhecer,
MINHA VIDA É BEM MELHOR POR TER VOCÊ.*

Voltei pra perguntar (Pe. Fábio de Melo)

Agradecimento

Por que agradecer a DEUS em primeiro lugar? Porque não existe na terra, mar, ar ou em qualquer lugar que seja alguém que me ame o bastante, que me ampare, que me guie e que me livre de todos os perigos, principalmente durante a execução desta tese. MUITO OBRIGADA SENHOR!

À minha querida e amada família e parentes, meu paizão, que mesmo sem saber de nada do que faço, quando me via dia e noite na frente de um computador me dizia “minha filha quer ajuda, papai sabe de tudo isso” e eu ficava olhando para ele e sorria, imaginando o que um pai não faz por um filho. Minha mãezinha, que para mim é um reflexo de luz, de amor, de ternura, de SUPER MÃE... não tenho como descrever o imenso amor que sinto por estes dois.

Ao meu marido, amigo, amado e companheiro Pedro. Nesta etapa difícil que passei me ajudou, sempre me apoiando, orientando. No “vai e vem” de Caetés nunca me deixou desamparada. Você é como uma estrela guia que brilha no céu e me guia pelo caminho mais bonito. Valeu amor.

À Carmen Zickel, por ter me acolhido e me orientado durante todo este tempo, pela amizade, carinho e respeito que sempre teve comigo, pela imensa ajuda nos primeiros anos mais difíceis deste doutorado. Eterna gratidão. Também gostaria de demonstrar minha gratidão ao meu co-orientador André M. M. Santos pela grande contribuição, principalmente nas análises estatísticas.

Aos queridos LAFLEC’ANOS Carmen Zickel (mãe científica de todos), Tássia, Claudjane, Simone, Edson, Patrícia, Liliane e Neto, além dos que já passaram pelo Laflec, Eduardo (careca), Daniel, Ricardo, Francisco Soares, Tamara, Muriele. Grandes companheiros que me fizeram sentir em uma verdadeira família. Valeu pessoal!

Aos avaliadores desta tese, Marcelo Tabarelli, Isabel Machado, Ana Carolina Lins e Silva (PROFESSORA), Elba Ferraz, Daniel Medeiros e Ana Virgínia Leite, muito obrigada pela enorme contribuição que cada um proporcionou para o enriquecimento deste trabalho.

À minha querida orientanda Tássia Pinheiro, que sempre esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis, com sua grande paciência me consolava e me acalmava e nunca se chateava quando me aborrecia, ao contrário com sua meiguice me mostrava os problemas por outro ângulo. Este trabalho também é seu amigo, obrigada.

A Sandra Cavalcanti (gestora ambiental da ESEC), Narciso Lins, Jó, Ferreira, Sr. Almir, André (motorista) todos que fazem parte da ESEC, sempre com amizade, respeito e muitas descontrações, nós interagíamos como velhos amigos.

Aos policiais da CIPOMA (Companhia Independente de Policiamento ao Meio Ambiente), quantas aventuras, desbravando esta mata. São tantos que nos ajudaram que seriam necessárias muitas páginas para descrever todos. Os SENHORES Ivanildo, Edenburgo (Ede), Correia, Venâncio, Flávio, Fábio, Neto, Melo, Mascarenhas, Paulino, Leite, Martins (noite), Martins (dia), Cesar (tricolor sofredor), Elizeu, Batista, Isaias, Farias, Sgt Diogo, Mozart... Também tem as cipomeiras Carol, Fabiana e Danúbia, todos estes sofreram conosco, como dizia Sr. Venâncio, “a minha alegria é saber que todos estamos sofrendo”. Não poderia deixar de agradecer a um cipomeiro especial, o pai da mata, que nunca hesitou em nos ajudar, seja na chuva ou no sol, dias bons ou ruins, foi um grande companheiro dentro e fora da mata, sempre ajudando a todos os pesquisadores que passaram pela ESEC, o inesquecível Sr. Benjamim, este é um grande defensor da natureza. Eu dedico ao senhor por ter me ensinado a amar a floresta assim como você ama. **MUITO OBRIGADA!**

Aos mateiros Marquinhos e Leonardo, que me ajudaram na coleta do material botânico.

À CAPES/CNPq pela bolsa de doutorado.

À secretaria da Pós-graduação em botânica, em especial às secretárias D. Margarida, Kênia (Ariane estagiária), pelo profissionalismo e dedicação em sempre me atender. Ao Sr. Manasses (Seu Mano), Erika e Leide pela ajuda, obrigada a todos.

A todos os alunos e professores da Pós-graduação em Botânica que muito contribuíram para a realização desta tese.

Aos professores Ulysses Albuquerque, Ana Carolina Lins e Silva, Maria Jesus Rodal e a Dra. Ladvania Nascimento, pela imensa ajuda no início da pesquisa me emprestando equipamentos necessários para a realização deste trabalho.

Toda esta demonstração de carinho por estas pessoas citadas é para mostrar que não fazemos nada sozinho, todos de certa forma contribuem para que nós pesquisadores possamos realizar nossos deveres. Para mim, cada um destes são anjos que o Senhor Jesus colocou em meu caminho, cada um com sua personalidade e diferenças e com uma única tarefa, me fazer amar as diferenças assim como o Senhor ama a cada um de nós. **ETERNO AGRADECIMENTO!**

LISTA DE TABELAS

MANUSCRITO I - FENOLOGIA DE ESPÉCIES LENHOSAS EM UM FRAGMENTO FLORESTAL URBANO NO NORDESTE DO BRASIL

	Pág.
Tabela 1. Resultado da estatística circular na ocorrência da sazonalidade com as variáveis fenológicas nos dois microhabitats (borda e interior) em um fragmento florestal urbano.	62
Tabela 2. Resultado da GLM aplicado entre as variáveis fenológicas, os habitats (borda e interior) e as variáveis climáticas (temperatura e precipitação) em um fragmento florestal urbano, Caetés, Paulista, PE.....	66
Tabela 3. Resultado da estatística circular na ocorrência da sazonalidade com as variáveis fenológicas nos dois habitats (borda e interior) em um fragmento florestal urbano, Caetés, Paulista, PE.....	67

MANUSCRITO II - CHUVA DE SEMENTES EM UM FRAGMENTO FLORESTAL URBANO - BRASIL

	Pág.
Tabela 1 – Espécies/morfoespécies da chuva de sementes em um fragmento florestal urbano – Paulista, PE. N. sementes = número de sementes; Densidade = sementes/m ² ; Tam = tamanho em mm; B = borda; I – interior; D = degradada.....	91

LISTA DE FIGURAS

MANUSCRITO I - FENOLOGIA DE ESPÉCIES LENHOSAS EM UM FRAGMENTO FLORESTAL URBANO NORDESTE DO BRASIL

	Pág.
Figura 1. Localização da Estação Ecológica de Caetés, Paulista / PE, Brasil.....	68
Figura 2. Distribuição da precipitação pluviométrica (mm) e da temperatura (°C) do período de junho de 2008 a maio de 2010, do município de Paulista-PE. Fonte: INMET, Recife (Várzea).....	68
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.....	69
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.....	70
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.....	71
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.....	72

MANUSCRITO II - FENOLOGIA DE ESPÉCIES LENHOSAS EM UM FRAGMENTO FLORESTAL URBANO NO NORDESTE DO BRASIL

	Pág.
Figura 1 - Localização da Estação Ecológica de Caetés, Paulista / PE, Brasil.....	89
Figura 2 – Proporção de classe de tamanho das sementes encontradas na chuva de sementes em um fragmento florestal urbano, Paulista – PE. (MP – muito pequena; P – pequena; M – média; G – grande; MG – muito grande).....	90
Figura 3 – Proporção da síndrome de dispersão das sementes de um fragmento florestal urbano, Paulista – PE.....	90

RESUMO: (Fenologia e chuva de sementes em um fragmento urbano de Floresta Atlântica em Pernambuco). Considerando um fragmento florestal inseridos em uma matriz urbana, espera-se encontrar diferenças nos padrões fenológicos, chuva de sementes entre a borda e o interior em um fragmento florestal urbano. O estudo foi realizado em um fragmento florestal na Estação Ecológica de Caetés com 157 ha, Paulista, Pernambuco, Brasil. Foram marcados 551 indivíduos arbóreos (DAP>5cm), pertencentes a 123 espécies/morfoespécies, em 40 parcelas aleatórias de 10m², distribuídas na borda (20 parcelas) e interior (20 parcelas) do fragmento. As observações fenológicas foram realizadas de junho/2008 a maio/2010. Para verificar os padrões fenológicos da comunidade utilizou-se metodologia de Fournier. A estatística circular foi utilizada para analisar a sazonalidade entre as fenofases. Os resultados mostraram que as espécies da borda apresentaram pico de queda foliar em junho/2008 (69%), de brotamento em fevereiro/2010 (74%), de floração em janeiro/2009 e fevereiro/2010 (ambos com 16,9%) e de frutificação em janeiro/2009 (22%). No interior as espécies apresentaram pico de queda foliar em junho/2008 (79%), de brotamento em fevereiro/2010 (83%), de floração em abril/2009 e fevereiro/2006 (13%) e frutificação em janeiro/2009 (16,5%). As análises da estatística circular mostram que todas as fenofases da borda foram significativas, ressaltando presença de sazonalidade neste habitat. No interior apenas os picos de brotamento e queda foliar foram significativo. A chuva de sementes foi analisada em três habitats, borda, interior e área degradada. Os 60 coletores para analisar a chuva de sementes (0,25cm² cada coletor) foram instalados aleatoriamente na borda (20), interior (20) e área degradada (20). As coletas foram realizadas no mesmo intervalo de tempo da fenologia. Todo o material retido nos coletores foi levado ao laboratório para posterior processamento. Foi calculada a densidade de sementes por habitat (sementes/m²); As sementes foram classificadas em cinco classes de tamanho; a síndrome de dispersão foi considerada como anemocórica, zoocórica e autocórica. De julho/2008 a junho/2010 foram coletadas 6.371 sementes pertencentes a 59 espécies/morfoespécies. Na borda foram amostradas 3.342 sementes distribuídas em 49 espécies/morfoespécies, sendo que 45% das sementes foram consideradas de tamanho médio e 45% foram zoocóricas. No interior, foram coletadas 2.271 sementes em 34 espécies/morfoespécies. As sementes médias apresentaram maior proporção (44,11%) e a zoocoria se destacou com 55,88%. Na área degradada, foram coletadas 758 sementes de 19 espécie/morfoespécie. As sementes muito pequenas representaram 42% neste habitat, a zoocoria se destacou com 42%. Não houve diferença significativa entre a síndrome de dispersão e os três habitats estudados (p = 0,63). O mesmo ocorreu com o tamanho de sementes e os habitats (p = 0,43).

Palavras-chave: Floresta Atlântica, fragmento florestal urbano, fenologia, sazonalidade, chuva de sementes, dispersão de sementes.

ABSTRACT: (Phenology and seed rain in an urban Atlantic Forest fragment of Pernambuco). Considering forest fragments inserted in an urban matrix, differences are expected to be found between edge and interior of an urban forest fragment in terms of phenological patterns and seed rain. The study was performed in a forest fragment of The Caetés Ecological Station with 177 ha, Paulista, Pernambuco, Brazil. 551 arboreal individuals were marked (DBH>5cm), belonging to 123 species/morfospecies, in 40 10m² random parcels, distributed in the fragment's edge (20 parcels) and interior (20 parcels). Phenological observations were performed from July/2008 to May/2010. In order to verify the community phenological patterns, the Fournier methodology was used. Circular statistics was used to analyze seasonality among phenophases. Results showed that species in the edge have exhibited a leaf fall peak in July/2008 (69%), sprouting peak in February/2010 (74%), flowering peak in April/2009 and February/2006 (13%) and fruiting peak in January/2009 (16.5%). Circular statistics analysis showed that all edge phenophases were significant, with a high seasonality in this habitat. In the interior only the sprouting and leaf fall peaks were significant. Seed rain was analyzed in three habitats, edge, interior and degraded area. 60 collectors were installed to analyze seed rain (0.25cm² each collector) and they were randomly set in the edge (20), interior (20) and degraded area (20). Collections were performed in the same time interval of the phenology. All material retained in the collectors was taken to the laboratory for further processing. Seed density per habitata was calculated (seeds/m²); seeds were classified in five size classes; dispersion syndrome was considered as anemochoric, zoochoric and autochoric. From July/2008 to June/2010 6371 seeds were collected, belonging to 59 species/morfospecies. In the edge 3342 seeds were sampled, belonging to 48 species/morfospecies so that 45% of seeds were considered middle-sized and 45% were zoochoric. In the interior 2271 seeds were collected, belonging to 34 species/morfospecies. Medium-sized seeds were more frequent (44.1%) and zoochory highlighted with 55.88%. In the degraded area 758 seeds were collected, belonging to 19 species/morfospecies. Small seeds represented 42% in this habitat and zoochory highlighted with 42%. There was no significant difference between dispersion syndrome and the three studied habitats ($p = 0.63$). The same occurred with seed sizes and habitats ($p=0.43$)

Keywords: Atlantic Forests, urban forest fragmentation, phenology, seasonality, seed rain, seed dispersal.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico e das cidades proporcionou a ocupação de áreas cobertas por floresta, ocasionando a degradação florestal urbana (MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1995; FISZON *et al*, 2003). Este processo de urbanização tem gerado pressões sobre os fragmentos de floresta Atlântica (FISZON *et al*, 2003), 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 (TONHASCA JUNIOR, 2005). Essas pressões ocasionadas pela fragmentação contribuem para a redução da diversidade de espécies (LAURANCE *et al*, 2002; LOVEJOY *et al*, 1986).

Os fragmentos florestais urbanos são cada vez mais comuns, e é necessário um melhor entendimento de suas diretrizes para conservação e manutenção como reserva natural (MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1995). Estas reservas geralmente são pequenas e sofrem com medidas de manejo inadequado, como a introdução de espécies exóticas (CEILO FILHO; SANTIN, 2002). Portanto, faz-se necessária a realização de levantamentos estruturais e florísticos bem como estudo dos processos ecológicos que mantêm esses sistemas (GANDOLFI; RODRIGUES, 2007).

Na maioria dos casos, os parâmetros utilizados para avaliação de um fragmento florestal são apenas estruturais (composição florística, classes de altura, diâmetro e área basal), não considerando os parâmetros funcionais (como chuva de sementes, dispersão de sementes, polinização e fenologia) que são essenciais para o restabelecimento das funções ecológicas do ecossistema após uma degradação (ARAÚJO, 2002).

Dentre os parâmetros funcionais, a fenologia, associada a fatores abióticos, 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 (MORELLATO, 1991; MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1992, 1996; VAN SCHAIK; TERBORGH; WRIGHT, 1993). Em um levantamento realizado com árvores na borda de fragmentos da Amazônia, Laurence *et al*. (2003) observaram que, de uma forma geral, os fatores abióticos como intensidade de luz, temperatura e precipitação têm uma forte influência na fenologia das espécies lenhosas, mostrando que as espécies que estivessem mais próximas da borda, por influência destes fatores abióticos, teriam maior produção de flores, frutos, maiores brotamento de folhas e queda foliar.

Este fato da sazonalidade climática influenciar nas fenofases também foi observado em muitos estudos realizados em Floresta Atlântica, onde se constatou, de uma forma geral, que o aumento da temperatura e comprimento do dia e uma menor precipitação influenciam nas fenofases vegetativas e reprodutivas (FERRAZ *et al*, 1999; ALMEIDA; ALVES, 2000; MORELLATO *et al*, 2000; PEDRONI; SANCHEZ; SANTOS, 2002; MANTOVANI *et al*, 2003; SOUZA; ZICKEL; PIMENTEL, 2006).

Além dos processos fenológicos como indicadores na restauração florestal, o conhecimento da chuva de sementes (i.e. sementes dispersas) tem sido fundamental para se entender o recrutamento de novos indivíduos no estágio inicial da sucessão secundária (GARWOOD, 1989; BUTLER; CHAZDON, 1998). A dispersão via chuva de sementes é considerada a fase inicial da organização da estrutura e da dinâmica de florestas tropicais e, por favorecer a manutenção do potencial demográfico das populações futuras, sua importância tem sido cada vez mais reconhecida (FENNER, 1985; CLARK *et al*, 1999; HERDESTY; PARKER, 2002). Em paisagens fragmentadas, remanescentes florestais maduros agem como fontes de diásporos, e o arranjo espacial entre os fragmentos é determinante na quantidade e qualidade dos propágulos alóctones da chuva de sementes. A taxa de recuperação de áreas degradadas é afetada pela distância de fontes de sementes (OOSTERHOORN; KAPPELLE, 2000).

De uma forma geral, a chuva de sementes em Floresta Atlântica mostra que na borda dos fragmentos há uma maior densidade de sementes; as sementes maiores são mais abundantes no interior e geralmente são dispersas por animais como mamíferos e aves, ressaltando a zoocoria como a síndrome mais relevante (HOWE; SMALLWOOD, 1982; MORELLATO; LEITÃO-FILHO, 1992; TABARELLI; PERES, 2002; CARA, 2006).

Estudos que ressaltem os processos ecológicos e estruturais em fragmentos florestais urbanos são escassos (MORELLATO; LEITÃO-FILHO, 1995; MACHADO; LOPES; PORTO, 1998). Faz-se importante enfatizar as pesquisas voltadas para os fragmentos florestais que estão inseridos em diferentes tipos de matrizes, como a monoculturas, indústrias e urbanas, pois estas matrizes têm uma forte influência em muitos processos ecológicos das florestas (RIBEIRO *et al*, 2009).

Considerando um fragmento florestal inseridos em uma matriz urbana, espera-se encontrar diferenças nos padrões fenológicos, chuva de sementes e síndrome de dispersão entre a borda e o interior do fragmento. Sendo assim, algumas perguntas podem ser elucidadas como:

- 1) Existe diferença nas fenofases vegetativas e reprodutivas na borda e interior do fragmento?
- 2) Períodos de floração, frutificação, queda e brotamento de folhas estão concentrados em períodos de menor pluviosidade e maior temperatura?
- 3) Baseado nos distúrbios causados por uma fragmentação urbano será que existe maior densidade de sementes de espécies lenhosas contidas na chuva de sementes no interior do fragmento estudado?
- 4) Existe maior quantidade de sementes de espécies dispersas por animais (zoocoria) no interior do fragmento, indicando assim, maior amadurecimento da comunidade e melhores condições para a fauna dispersora?

Os dados apresentados nesta tese estão divididos em duas partes, sendo elas:

(i) Manuscrito I – neste artigo foi avaliado o efeito de borda e da sazonalidade climática sobre as fenofases vegetativas e reprodutivas de uma comunidade arbórea em um fragmento florestal urbano.

(ii) Manuscrito II – este capítulo apresenta análises de chuva de sementes e síndrome de dispersão da comunidade arbórea em três habitats, borda, interior e área degradada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos gerais da floresta Atlântica

Quando os europeus chegaram à costa brasileira, há 500 anos, depararam com uma floresta de vegetação exuberante, um painel de máxima opulência com plantas e animais até então desconhecidos, que mais tarde seria chamada de floresta Atlântica. Toda esta fascinação também impressionou Charles Darwin que durante a sua viagem ao redor do mundo registrou no seu diário o seu deslumbramento pela descoberta devido à beleza e riqueza da vegetação (TONHASCA JUNIOR, 2005).

Este encantamento dos tempos remotos hoje é inserido em um conjunto de ecossistemas que ocorrem nas planícies costeiras, capeadas por tabuleiros terciários que se estendem desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul ao longo da costa Atlântica (PEIXOTO; ROSA; SILVA, 2002), entretanto, alguns autores consideram que o seu limite chega a estender-se até o estado do Amapá (FERNANDES; BEZERRA, 1990), enquanto Câmara (1991) menciona que até o arquipélago de Fernando de Noronha apresenta ainda manchas de vegetação primitiva, apesar da alteração antrópica.

Em uma recente avaliação da floresta Atlântica, Ribeiro *et al.* (2009) analisaram a distribuição espacial de todos os remanescente de floresta Atlântica no Brasil com o intuito de obter informações precisas sobre como a floresta se encontra atualmente e como ela esta distribuída espacialmente, calculando parâmetros como tamanho do fragmento, área da borda, conectividade estrutural e distância das áreas de reserva de conservação de todos os fragmentos existentes. Os autores relataram que hoje restam 11,26% de floresta (15.719,377 ha) onde a porção mais preservada é a sub-região Serra do Mar (sudeste do país) com 36,5% de floresta, seguido pela sub-região Bahia (17,7% de floresta). Ressaltam ainda que, do contínuo original da floresta Atlântica (com 139.584,893 ha), hoje se encontram 245.173 fragmentos, que a maioria deles apresentam menos de 50 ha, e estes pequenos fragmentos são importantes elos de conectividade entre os fragmentos de floresta Atlântica. Os autores ainda argumentam que cerca de 45% da área dos remanescentes florestais estão sob efeito de borda (< 100 m) e que a matriz pode ter um forte efeito em muitos processos ecológicos da floresta.

A floresta Atlântica é considerada um dos mais ricos conjuntos de ecossistemas em termos de diversidade biológica do planeta (TERBORGH, 1992; VIANA; TABANEZ; BATISTA, 1997), apresenta elevadas taxas de endemismo que representa cerca de 40% do total de espécies (MORI; BOOM; PRANCE, 1981; MYERS *et al.*, 2000), distribuída num relevo variável que se estende do nível do mar até altitudes superiores a 2.700 m, nas serras da Mantiqueira e do Caparaó no Sudeste e no Nordeste nos estados de Alagoas, Pernambuco e Rio Grande do Norte, em cotas de 500 a 800m de altitude (FERRI, 1980).

Apresenta clima variável, de quente a úmido, destacando o sub-úmido, com curtas estações secas no Nordeste, a extremamente úmida na Serra do Mar com precipitação que chega a 4.000 mm anuais. A temperatura tem a média mensal de 18°C (CÂMARA, 1991; WHITMORE, 1999). A vegetação é composta por árvores de grande porte (20 a 35m de altura), perenifólias, presença de lianas e epífitas, havendo diferenças na fisionomia da floresta, isto devido às variações no regime de chuva e temperaturas que são resultado do gradiente latitudinal (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000; TURNER, 2001).

No domínio da floresta Atlântica, incluem-se ainda ecossistemas associados que aparecem ao longo da costa, como os manguezais e restingas, ambientes adaptados à alta salinidade (PAVAN-FRUEHAUF, 2000; TONHASCA JUNIOR, 2005;

SCARANO, 2009), além dos campos de altitudes, brejos interioranos e encraves florestais do Nordeste (RODAL; SALES; MAYO, 1998; PAVAN-FRUEHAUF, 2000).

Apesar de sua riqueza e diversidade de espécies, a floresta continua sendo explorada por razões econômicas e pela ocupação destas terras. Isto perdurou ao longo de cinco séculos, com uma forte degradação desde a colonização dos europeus, resultando no quadro atual de destruição quase total desta floresta.

2.2. Fragmentação florestal e a influência da borda em uma matriz urbana.

No início, a floresta Atlântica apresentava cerca de 1.300.000 km² de extensão. Hoje, cerca de 100 milhões de brasileiros vivem em mais de 3000 cidades construídas em terras desmatadas deste ecossistema. Esta substituição de áreas contínuas e não perturbadas por pequenas partes ou ilhas mergulhadas em uma matriz não florestada, que passam a ter condições ambientais diferentes em seu entorno é denominado de fragmentação (LAURENCE, 1991; BROKAW, 1998; CERQUEIRA *et al.*, 2003; FAHRIG, 2003; RODRIGUES; MARTINS; BARROS, 2004).

Laurence e Vasconcelos (2009) argumentam que esta configuração da paisagem ocasionada pela fragmentação resulta em conseqüências como efeitos de área (FAHRIG, 2003) e de borda (MURCIA, 1995). Além desses efeitos mencionados, o tipo de matriz pode também afetar as populações. Os efeitos de área são mudanças ecológicas consequentes ao tamanho do fragmento, onde estes efeitos são mais intensos em pequenos fragmentos, pois geralmente estes fragmentos apresentam uma menor riqueza e densidade de espécies (LAURENCE; VASCONCELOS, 2009).

A interação entre dois ambientes, separados por uma transição abrupta de uma matriz não florestada resulta no efeito de borda (MURCIA, 1995; LAURENCE e VASCONCESLOS, 2009). Na Amazônia, por exemplo, as principais alterações podem se percebidos até 500m, dependendo do formato do fragmento e das variáveis que vão influenciá-los (RIBEIRO *et al.*, 2009), mas as mudanças mais sensíveis, são percebidas pelo menos até 50 m (MURCIA 1995, HARPER *et al.*, 2005).

Os efeitos de borda sobre o fragmento florestal são bastante diversos e incluem alterações abióticas, na abundância das espécies e em processos ecológicos (LAURENCE; VASCONCELOS, 2009). Murcia (1995), em sua revisão sobre o efeito de borda, argumenta que os três principais efeitos da borda são os abióticos (mudanças ambientais devido a proximidade com a matriz), bióticos diretos (alterações na

abundância e distribuição de espécies, devido as condições físicas próximas à borda) e biológicos indiretos (envolve mudanças nas interações ecológicas).

A composição florística em ambientes de borda se altera com o aumento da luminosidade e outras variáveis climáticas, proporcionando a germinação de sementes presentes no banco de sementes do solo (WILLIAMS-LINERA, 1990), que seriam preferencialmente de espécies intolerantes à sombra, visto sua maior abundância em bancos de sementes em florestas tropicais (GARWOOD, 1996; OLIVEIRA; GRILLO; TABARELLI, 2004).

A matriz é definida como um mosaico de habitats modificados pelo homem e podem ser de vários tipos, plantações, monocultivos, pastagem, indústrias, fazendas e áreas urbanas (MORELLATO; HADDAD, 2000; LINS e SILVA; RODAL, 2008; LAURENCE; VASCONCELOS, 2009). Ela tem grande influência sobre a conectividade dos fragmentos, ou seja, sobre o grau em que a população de um fragmento está ligada genética e demograficamente a outras populações (LAURENCE; VASCONCELOS, 2009). Os autores ainda argumentam que esta conectividade entre os fragmentos é importante para a sobrevivência das espécies, uma vez que o maior grau de ligação existente entre os remanescentes de floresta permite que certa população em declínio receba imigrantes de outras populações e assim não seja extinta.

De uma forma geral, quanto maior a similaridade estrutural e microclimática entre a matriz e o fragmento florestal, maior a probabilidade das espécies sensíveis a fragmentação serem capazes de usar a matriz, como mencionado por Stouffer *et al.* (2006), que mostraram que o tipo de matriz de entorno é em geral tão importante quanto o tamanho e o isolamento do fragmento para explicar a abundância local de pássaros.

Os fragmentos florestais urbanos são circundados por uma matriz habitacional e abrigam, em sua maioria, testemunhos da flora arbórea da região, evidenciando assim a importância da sua conservação (CIELO-FILHO; SANTIN, 2002). Estes fragmentos são preciosos, pois diminuem os problemas causados pela super-urbanização como a poluição do ar, a impermeabilidade do solo, o aquecimento do clima e outros fatores, além de atrair a fauna dispersora para a vegetação, especialmente aves (DISLICH; PIVELLO, 2002).

Apesar de cada vez mais comuns, são poucos os estudos que enfocam a matriz urbana e sua relação com os processos ecológicos. Dentre os estudos existentes, a maioria realizou levantamentos florísticos e estruturais em pequenas áreas. Dentre os trabalhos realizados no sudeste, destaque para Cielo-Filho e Santin (2002) que

estudaram um pequeno Bosque (Alemão) em Campinas, São Paulo; Dislich e Pivello (2002) que estudaram a estrutura e composição florística em um fragmento florestal na Universidade de São Paulo e Salles e Schiavini (2007) que analisaram um fragmento em Uberlândia, Minas Gerais, Mato *et al.* (2002) que estudou o efeito do fogo em um fragmento urbano no Rio de Janeiro. No Nordeste do país temos, o levantamento florístico e fitossociológico na Mata de Dois irmãos realizado por Guedes (1998), o estudo sobre o efeito de borda na Mata do Curado realizado por Alves *et al.* (2006), o levantamento florístico e estrutural realizado por Lins e Silva e Rodal (2008), na mesma mata, assim como o levantamento fitossociológico realizado por Rocha *et al.* (2008) e o levantamento florístico realizado por Pessoa *et al.* (2009) na Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco.

Dos estudos realizados em fragmentos florestais urbanos, poucos enfatizaram as funções ecológicas como Morellato e Leitão Filho (1995) que publicaram um livro abordando vários temas como dispersão de sementes, polinização e levantamento dos animais presentes em um fragmento florestal urbano na mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo. Em Recife/Pernambuco, Machado, Lopes e Porto (1998) também publicaram um livro sobre o fragmento florestal urbano de Dois Irmãos, enfatizando vários temas como florística, fitossociologia, polinização, dispersão de sementes e educação ambiental com a comunidade do entorno da Mata. Um dos exemplos destes trabalhos é o de Weber e Rezende (1998) que relatam que a principal ameaça à Floresta Atlântica é a pressão causada pela sua proximidade com centros urbanos, rodovias e neste caso, com uma Universidade pública. Os autores ainda argumentam que toda esta pressão pode comprometer o abastecimento de água, o equilíbrio climático, a fertilidade do solo e a proteção contra deslizamentos, além do risco de extinção de espécies da fauna e da flora.

Os impactos causados no entorno e dentro da floresta devido à presença da população que vive ao redor dos fragmentos urbanos é descrito por Meunier (1998), que relata que o limite da floresta apresentou grandes alterações, proporcionado pela instalação de campo de futebol, construção domiciliar e comercial de pequeno porte, a retirada de areia nos limites da mata e a deposição de lixo não só na borda, mas também no interior da floresta através de trilhas. Apesar do baixo impacto causado por estes fatores, o tipo de agressão reflete o perfil sócio-econômico das comunidades adjacentes, onde se encontram pessoas desempregadas, deficiência em saneamento básico e condições precárias de educação, saúde e moradia.

Porto *et al.* (2005) realizaram um estudo de caso no município de Alvorada, Rio Grande do Sul, no qual caracterizaram os processos sócio-ambientais e a influência da urbanização sobre o fragmento florestal e constataram a perda de área florestada devido à urbanização, verificaram trilhas e deposição de lixo que afetou a regeneração natural. Além deste problema da deposição de lixo, outros autores ressaltam a presença de espécies exóticas trazidas para o interior de um fragmento floresta semidecidual, por aves e principalmente por morcegos, isto devido ao cultivo destas plantas nos quintais das residências urbanas (MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1995). Os mesmos autores ainda mencionam que estes fragmentos urbanos não podem ser tratados da mesma forma que uma área contínua, onde as medidas de preservação devem ser diferentes dos demais fragmentos com diferentes matrizes.

Esta questão da introdução de plantas exóticas em fragmentos florestais também é uma preocupação em outros países como no Canadá, onde Duguay, Eigenbrod e Fahrig (2007) analisaram o efeito da introdução de plantas exóticas em três diferentes paisagens (áreas florestadas, agricultura e áreas urbanas) e observaram grande quantidade de espécies introduzidas em fragmentos urbanos. Sendo assim, fazem-se necessários mais estudos que verifiquem os problemas ambientais causados pela urbanização, buscando soluções e estabelecendo planos de manejo.

A conservação de áreas de vegetação nativa depende, em grande parte, da sensibilidade humana, e se faz necessário mostrar às populações humanas o papel de um fragmento florestal para a manutenção da biodiversidade do planeta, através das pesquisas realizadas nestas florestas (MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1995).

2.3. Fenologia

O termo fenologia é derivado do grego “*phaino*” que significa mostrar ou aparecer, assim a fenologia estuda a ocorrência de eventos biológicos periódicos e as causas da sua ocorrência, em relação a fatores bióticos e abióticos e as inter-relações entre as fases caracterizadas por estes eventos de uma mesma ou de diferentes espécies (LIETH, 1974; RANTHCKE; LACEY, 1985). Cada estágio fenológico é denominado de fenofase, que se caracteriza por mudanças externamente visíveis nos indivíduos vegetais. São quatro as principais fenofases consideradas em estudos com plantas: queda de folhas, folhas novas, floração e frutificação (ANTUNES; RIBEIRO, 1999).

Dentre os fatores que influenciam os eventos fenológicos, podem-se destacar as disponibilidades de luz e de nutrientes, temperatura e precipitação sendo estes fatores

abióticos chaves, que podem limitar direta e indiretamente a fase reprodutiva e vegetativa da planta, além dos fatores bióticos como polinização, modo de dispersão de sementes, patógenos e herbivoria, que também são importantes na floração de espécie vegetais (RANTHCKE; LACEY, 1985).

O estudo das fenofases em diferentes ecossistemas brasileiros em função das variáveis climáticas mostra que os picos das fenofases (queda de folhas, brotamento, floração e frutificação) ocorrem nas diferentes estações do ano (TALORA; MORELLATO, 2000; CARA, 2006). Alguns autores sugerem que vegetações com climas mais sazonais apresentam maior periodicidade na produção de flores, folhas e frutos, sendo a alternância de estações seca e úmida apontada como o principal fator envolvido no desencadeamento das fenofases (MORELLATO *et al*, 1990; VAN SCHAİK; TERBORGH; WHIGHT, 1993; MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1996).

Em comunidades arbóreas, alguns autores detectaram que a época de maior floração acontece no período seco, para diferentes tipos florestais (ANDRADE LIMA, 1957; MORI; LISBOA; KALLUNKI, 1982). Já os picos de frutificação estão relacionados, além dos fatores climáticos, às características dos frutos e à síndrome de dispersão das espécies (MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1990, 1991; MEDEIROS; ZICKEL; LOPES, 2007). Além dos fatores climáticos, estudos que reportem os aspectos fenológicos e sua relação com a fragmentação do habitat ainda são escassos (LAURENCE *et al*, 2003), principalmente na floresta Atlântica.

Destes poucos estudos que relacionam a fragmentação florestal e os seus efeitos sobre a vegetação remanescente está o levantamento realizado por Cunningham (2000) na Austrália, que observou o efeito da fragmentação nos padrões reprodutivos das plantas e na produção de flores, frutos e sementes. Aizen e Feinsinger (1994) também estudaram um fragmento de floresta seca da Argentina e registraram um decréscimo médio de 20% nos níveis de polinização e produção de sementes nestes habitats fragmentados. Assim como Restrepo, Gomez e Heredia (1999), numa floresta tropical Montana da Colômbia, evidenciaram que a abundância de frutos diminui da borda para o interior.

No Brasil podemos destacar o trabalho de Laurence *et al*. (2003) que estudaram espécies lenhosa de uma floresta tropical úmida na Amazônia e fizeram uma relação entre as fenofases de espécies com a temperatura e precipitação, mostrando que na borda do fragmento as atividades das fenofases são mais acentuadas, com maior brotamento, queda foliar, floração e frutificação. Fato este confirmado por Cara (2006)

que estudando o efeito de borda em um fragmento florestal em Alagoas observou que as espécies da borda apresentaram maior queda foliar, floração e frutificação, em função das variáveis climáticas.

Apesar da escassez de trabalhos que abordem a fenologia de espécies em fragmentos florestais urbanos, podemos destacar o de Ferraz *et al.* (1999) que estudaram um fragmento na Reserva Armando de Salles Oliveira, próximo a região metropolitana de São Paulo, e salientaram que as fenofases reprodutivas apresentaram relação com a precipitação e temperatura.

No Nordeste, o fragmento florestal no Parque estadual de Dois Irmãos, em Pernambuco foi analisado por Souza, Zickel e Pimentel (2006), que estudaram as fenofases das espécies do sub-bosque relacionando com a precipitação e mostraram uma correlação significativa entre a floração e a precipitação, mostrando um pico de atividade no período mais seco. Fato este também observado por Andrade-Lima (1957), que ressaltou que a maioria das espécies em floração nas florestas litorâneas de Pernambuco floresce no período seco.

Estudar as interações ecológicas e funcionais em fragmentos florestais urbanos se faz importante, pois alguns trabalhos demonstram que a paisagem urbana pode acarretar mudanças no tempo e/ou duração da floração, afetando a dinâmica de populações (NEIL; WU, 2006). Além disso, a entrada de frutos e sementes na comunidade pode ser afetada devido à ausência de grandes frugívoros dispersores de sementes e assim alterar a diversificação da flora (MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1996).

2.4. Chuva de sementes

Interferências em áreas degradadas com a aplicação de técnicas de manejo podem aumentar o processo de regeneração, auxiliando na sucessão e evitando a perda da biodiversidade (VIEIRA; GANDOLFI, 2006). Vale ressaltar ainda que o monitoramento das comunidades em áreas que estão em processo de regeneração é bastante importante, permitindo a criação de um banco de dados e, assim, avaliar e aprimorar as estratégias prescritas para a restauração de áreas degradadas.

Estudos realizados em áreas de regeneração têm demonstrado que a limitação de propágulos tem restringido o estabelecimento de plantas lenhosas (DOSCH; PETERSON; HAINES, 2007), o que evidencia a dependência da entrada de sementes (a

curto, médio e longo prazo) e ressalta a importância de avaliar a chuva de sementes nos diferentes ecossistemas (MARTINI; SANTOS, 2007).

A chuva de sementes é definida como uma fonte de propágulos que chega ao chão através da dispersão, podendo ser local ou de áreas afastadas, dependendo da espécie e do tipo de dispersão (ARAÚJO, 2002; WANG; SMITH, 2002). Processo chave na dinâmica das populações florestais, a chuva de sementes desempenha um importante papel em formar bancos de sementes e de plântulas, que representam a fase inicial da organização espacial de novas plantas, influenciando na estrutura das comunidades vegetais, inclusive em áreas degradadas, e promovendo a entrada de novos indivíduos na comunidade (FENNER, 1985; CLACK *et al.*, 1999; TILMAN, 1999; CLARK; POULSEN; PARKER, 2001; HARDESTY; PARKER, 2002; CAMPOS *et al.*, 2009).

A chegada destas sementes é influenciada pela distância alcançada pelo diásporo, pois quanto mais distante da planta mãe, maior a probabilidade de estabelecimento, diminuindo a ação de patógenos e herbívoros (JANZEN, 1970). Além disso, as sementes provenientes de outras áreas podem aumentar a riqueza de espécies e a variabilidade genética das populações (CAMPOS *et al.*, 2009).

Em florestas tropicais, o estudo de chuva de sementes está relacionado basicamente a fatores como histórico de perturbação da área, com delimitação dos distúrbios naturais e ou antropogênicos (abertura de clareiras em função da queda de árvores, pastos e áreas queimadas), idade da floresta em regeneração, distância e composição florística da fonte de propágulos mais próximos e disponibilidade da fauna dispersora capazes de trazer sementes de outras áreas (YOUNG; EWEL; BROWN, 1987; WILSON; CROME, 1989; CLARK *et al.*, 2001; GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002; WANG; SMITH, 2002; MARTINI; SANTOS, 2007). Estes autores argumentam que este conhecimento permite determinar se alguns grupos de sementes estão sendo excluídos de áreas perturbadas devido a fatores como modo de dispersão, tamanho de sementes ou composição de espécies, e o estabelecimento bem sucedido de alguns grupos como resultado do efeito de perturbação.

Dentre os estudos realizados em floresta Atlântica, pode-se destacar o de Pivello *et al.* (2006) que analisaram três fragmentos florestais, em função de seu tamanho, grau de conectividade, situação de borda e interior, grau de perturbação e características estruturais da vegetação sobre a chuva de sementes e constataram que o menor fragmento e mais isolado apresentou uma melhor qualidade ecológica em função dos

parâmetros estudados. Campos *et al.* (2009) estudaram um fragmento de floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG e fizeram inferência a diferença na heterogeneidade espacial e temporal mostrando uma maior densidade de sementes no segundo ano de estudo e uma maior percentagem de espécies arbóreas e anemocóricas.

Identificar os padrões da chuva de sementes e determinar os processos que geram estes padrões são etapas essenciais para a compreensão da organização e diversidade de comunidades vegetais (NATHAN; MULLER-LANDAU, 2000). Um destes processos é a dispersão que favorece tanto a chegada de sementes a locais favoráveis para o estabelecimento de plântulas (NATHAN; MULLER-LANDAU, 2000), quanto o transporte de sementes para longe da planta mãe (JANZEN, 1970). Dispersão de sementes é o processo ecológico onde os indivíduos liberam seus diásporos da planta-mãe, como sementes ou frutos, e esta disseminação pode ser dividida em três principais tipos: pelo vento (anemocoria), por animais (zoocoria) e a autodispersão (autocoria) (van der PIJL, 1982).

O fluxo de indivíduos numa área resulta tanto do processo de dispersão local (autóctone) como o de sementes provenientes de outras localidades (alóctone). Neste último caso, agentes dispersores exercem papel fundamental no transporte das sementes, além das estruturas especializadas de alguns frutos que aumentam sua segurança e eficiência na dispersão, como exemplo plumas e alas em caso de anemocoria; frutos carnosos, arilo, ganchos, pelos e espinhos para frutos dispersos por animais, dentre outras formas (HOWE; SMALLWOOD, 1982; van der PIJL, 1982). Estas estruturas nos frutos propiciam a predominância principalmente da zoocoria em florestas tropicais (HOWE; SMALLWOOD, 1982; MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1992; GRIZ; MACHADO; LOPES; PORTO, 1998).

Apesar da existência de trabalhos referentes à dispersão em fragmentos florestais, poucos ou quase nada se sabe sobre este processo de dispersão em fragmentos florestais urbanos. Podemos destacar trabalhos como o de Morellato (1995) que estudou a síndrome de dispersão de sementes e frutos em um fragmento urbano no Sudeste do Brasil e constatou que assim como em outras florestas tropicais a zoocoria predominou na forma de dispersar os frutos e sementes. Isto porque os frutos dispersos por animais apresentam características como cor, presença de odor, forma e tamanho dos diásporos, que chamam a atenção dos diferentes dispersores.

No Nordeste, destaque para o trabalho de Griz e Machado (1998) que estudaram os aspectos morfológicos e a síndrome de dispersão de sementes e frutos em um

fragmento florestal urbano, Mata de Dois Irmãos, PE. Os autores observaram que a maioria das espécies apresentava síndrome de dispersão por animais e ressaltaram ainda a importância das interações bióticas nas florestas tropicais úmidas onde a maioria das espécies vegetais são zoocóricas, destacando que a diminuição ou extinção desta relação mutualística pode acarretar um desequilíbrio ecológico ou mesmo a extinção de uma ou mais espécies.

Morellato e Leitão Filho (1995) fizeram uma ressalva em relação a alguns processos ecológicos como a dispersão, em fragmentos urbanos, questionando que estando a entrada de frutos e sementes limitada a apenas alguns grupos de dispersores (aves e morcegos), a possibilidade de diversificação da flora vai ficando cada vez mais limitada e isso se agrava devido à ausência de grandes frugívoros em alguns fragmentos florestais.

Aspectos de ecologia de paisagem, como o tamanho e formato da área em questão, seu grau de isolamento e conectância, proximidade com corredores ecológicos e de fluxo genético e o tipo de matriz em que se insere, são determinantes no fluxo de propágulos e animais dispersores na área (PARKER, 1997; PIVELLO *et al*, 2006; SIQUEIRA, 2002).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIZEN, M. A. e FEINSINGER, P. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco Dry Forest, Argentina. **Ecology**, v. 75, p. 330-351, 1994.

ALMEIDA, E. M. e ALVES, M. A. S. Fenologia de *Psychotria nuda* e *P. brasiliensis* (Rubiaceae) em uma área de Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 14, n. 3, p. 335-346, 2000.

ALVES JR., F. T.; BRANDÃO, C. F. L. S.; ROCHA, K. D.; MARAGON, L. C. e FERREIRA, R. L. C. Efeito de borda na estrutura de espécies arbóreas em um fragmento de floresta ombrófila densa, Recife, PE. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 1, p. 49-56, 2006.

ANDRADE-LIMA, D. Notas para a fenologia da zona da mata de Pernambuco. **Revista de Biologia**, v. 1, n. 2, p. 125-135, 1957.

ANTUNES, N. B. e RIBEIRO, J. F. Aspectos fenológicos de seis espécies vegetais em matas de galeria do Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 9, p. 1517-1527, 1999.

ARAÚJO, R. S. **Chuva de sementes e deposição de serrapilheira em três sistemas de revegetação de áreas degradadas na reserva biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ**. 2002. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BROKAW, N. Fragments past, present and future. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 13, n. 10, p. 382-383, 1998.

BUTLER, B. J. e CHAZDON, R. L. Species richness, spatial variation, and abundance of the soil seed bank of a secondary tropical rain forest. **Biotropica**, v. 30, n. 2, p. 214-222, 1998.

CÂMARA, I. G. 1991. **Plano de Ação para a Mata Atlântica**. São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica.

CAMPOS, E. P.; VIEIRA, M. F.; SILVA, A. F.; MARTINS, S. V.; CARMO, F. M. S.; MOURA, V. M. e RIBEIRO, A. S. S. Chuva de sementes em Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 23, n. 2, p. 451-458, 2009.

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**. 2006. 249 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

CERQUEIRA, R.; BRANT, A.; NASCIMENTO, M. T.; PARDINI, R. Fragmentação: alguns conceitos. In: RAMBALDI, D. M., OLIVEIRA, D. A. S. (Eds.). **Fragmentação de ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendação de políticas públicas**. Brasília, MMA/SBF, 2003. p. 24-39.

CEILO FILHO, R. e SANTIN, D. A. Estudo florístico e fitossociológico de um fragmento florestal urbano – Bosque dos alemães, Campinas, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 25 n. 3, p. 291-301, 2002.

CLACK, J. S.; SILMA, M.; KERN, R.; MACKLIN, E. e HILLERRISLAMBERS, J. Seed dispersal near and far: patterns across temperate and tropical forest. **Ecology**, v. 80, p. 1475–1494, 1999.

CLARK, J. S.; POULSEN, J. R. e PARKER, V. T. The role of arboreal seed dispersal groups on the seed rain of a lowland tropical forest. **Biotropica**, v. 33, n. 4, p. 606-620, 2001.

CUNNINGHAM, S. A. Effects of fragmentation on the reproductive ecology of four plant species in mallee woodland. **Conservation Biology**, v. 14, p.758-768, 2000.

DISLICH, R. e PIVELLO, V. R. Trees structure and species composition changes in an urban tropical forest fragment (São Paulo, Brazil) during a five-year interval. **Biology Botanic University**, v. 20, p. 1-11, 2002.

DOSCH, J. J.; PETERSON, C. J. e HAINES, B. L. Seed rain during initial colonization of abandoned pastures in the premontane wet forest zone of southern Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, v. 23, p. 151-159. 2007.

DUGUAY, S. EIGENBROD, F. e FAHRIG, L. Effects of surrounding urbanization on non-native flora in small forest patches. **Landscape Ecology**, v. 22, p. 589-599, 2007.

FAHRIG, L. Effectes of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 34, p. 487-515, 2003.

FENNER, M. **Seed Ecology**. New York, Chapman & Hall, 1985. 151p.

FERNANDES, A. e BEZERRA, P. **Estudo fitogeográfico do Brasil**. Fortaleza, Stylus Comunicações, 1990.

FERRAZ, D. K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W. e MAGALHÃES, L. M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 305-317, 1999.

FERRI, M.G. **Vegetação Brasileira**. São Paulo, Ed. Itatiaia Ltda., EDUSP. 1980.

FISZON, J. T.; MARCHIORO, N. P. X.; BRITZ, R. M.; CABRAL, D. C.; CAMELY, N. C.; CANAVESI, V.; CASTELLA, P. R.; CASTRO, E. B. V., JUNIOR, L. C.; CUNHA, M. B. S.; FIGUEIREDO, E. O., FRANKE, I. L.; GOMES, H.; GOMES, L. J.; HREISEMNOU, V. H. V.; LANDAU, E. C.; LIMA, S. M. F.; LOPES, A. T. L.; NETO, E. M.; MELLO, A. L.; OLIVEIRA, L. C.; ONO, K. Y.; PEREIRA, N. W. V.; ROFRIGUES, A. S.; RODRIGUES, A. A. F.; RUIZ, C. R.; SANTOS, L. F. G. L.; SMITH, W. S.; SOUZA, C. R. Causas antrópicas. In: RAMBALDI, D. M. e OLIVEIRA, D. A. S. (Eds.) **Fragmentação de ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendação de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 66-99.

GANDOLFI, S. e RODRIGUES, R. R. Metodologia de restauração florestal. In: CARGILL. **Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas**. Fundação Cargill. 2007. p. 109-143.

GARWOOD, N. C. Tropical soil seed bank: a review. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. (Eds.). **Ecology of soil seed bank**, London: Academic Press, 1989, cap. 9, p. 149-202.

GARWOOD N. C. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: Swaine M. D. (Ed.). **Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings**, Paris: UNESCO and Parthenon Publishing, 1996, p.59-117.

GRIZ, L. M. S. e MACHADO, I. C. Aspectos morfológicos e síndrome de dispersão de frutos e sementes na Reserva Ecológica de Dois Irmãos. Pp.197-224. In: MACHADO, I. C., LOPES, A. V. e PORTO, K. C. (Eds.). **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife –**

Pernambuco – Brasil). Recife: Secretaria de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente, Editora Universitária da UFPE, 1998, p. 197 – 224.

GROMBONE-GUARATINI, M. T. e RODRIGUES, R. R. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, p. 759-774. 2002.

GUEDES M. L. S. Vegetação fanerogâmica na Reserva Ecológica de Dois Irmãos. In: MACHADO, I. C., LOPES, A. V. e PORTO, K. C. (Eds.). **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife – Pernambuco – Brasil)**. Recife: Secretaria de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente, Editora Universitária da UFPE, 1998, p. 157 – 172.B.

HARDESTY, B. D. e PARKER, V. T. Community seed rain patterns and a comparison to adult community structure in a West African tropical forest. **Plant Ecology**, v. 164, p. 49-64, 2002.

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. e

ESSEEN, P. Edge Influence on Forest Structure and Composition in Fragmented Landscapes. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 768-785. 2005.

HOWE, H. F. e SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 13, p. 201-228. 1982.

JANZEN, D. H. Herbivores and the number of species in tropical forest. **American Naturalist**, v. 104, p. 501-528, 1970.

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. e SAMPAIO, E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, v. 16, p. 605-618, 2002.

LAURENCE, W. L., VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 3, p. 434-451, 2009.

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

LAURENCE, W. F. Edge effects in tropical forest fragments: application of a model for the design of nature reserves. **Biological Conservation**, v. 59, p. 205-219, 1991.

LIETH, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. Phenology and seasonality modeling. In: LIETH, H. (Ed.) **Ecology Studies 8**. Berlin, Springer-Verlag, 1974. p. 03-19.

LINS e SILVA, A. C. B. e RODAL, M. J. N. Tree community structure in an Urban Remnant of Atlantic Forest coastal Forest in Pernambuco, Brazil. In: THOMAS, W. (Ed.). **The Atlantic Coastal Forest of Northeastern Brazil**. New York. The New York Botanical Garden Press. 2008, p. 517-540.

LOVEJOY, T. E.; BIERREGAARD JR., R. O.; RYLANDS, A. B.; MALCOLM, J.R.; QUINTELA, C. E.; HARPER, L. H.; BROWN JR., K. S.; POWELL, A.H.; POWELL, G. V. N.; SCHUBART, H. O. R. e HAYS, M. B. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: SOULÉ M. E. (Ed.). **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. Sunderland: Sinauer Associated, 1986, p. 257-285.

MACHADO, I. C., LOPES, A. V. e PORTO, K. C. **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife – Pernambuco – Brasil)**. Recife: Secretaria de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente, Editora Universitária da UFPE. 1998, 326p.

MANTOVANI, M.; RUSCHEL, A. R.; REIS, M. S.; PUCHALSKI, A. e NODARI, R. O. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da Floresta Atlântica. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, p. 451-458, 2003.

MARTINI, A. M. Z. e SANTOS, F. A. M. Effects of distinct types of disturbance on seed rain in the Atlantic forest of NE Brazil. **Plant Ecology**, v. 190, p. 81-95, 2007.

MARTINS, F. R. Atributos de comunidades vegetais. **Quid**, v. 9, p. 12-17, 1990.

MATOS, D. M. S.; SANTOS, C. J. F.; CHEVALIER, D. R. Fire and restoration of the largest urban forest of the world in Rio de Janeiro City, Brazil. **Urban Ecosystems**, v. 6, p. 151-161. 2002.

MEDEIROS, D. P. W.; ZICKEL, C. S. e LOPES, C. S. Phenology of woody species in a tropical coastal vegetation, northeastern Brazil. **Flora**, v. 202, p. 235-247, 2007.

MEUNIER I. Conservação da reserva ecológica de Dois Irmãos. Potencial e carência para a condução de plano de manejo de área silvestre. In: MACHADO, I. C., LOPES, A. V. e PORTO, K. C. (Eds.). **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife – Pernambuco – Brasil)**. Recife: Secretaria de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente, Editora Universitária da UFPE. 1998, p. 291-310.

MORELLATO, L. P. C. Frutos, Frugívoros e a dispersão de sementes. In: MORELLATO, L. P. C. e LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana, Reserva de Santa Genebra**. Editora da Unicamp, São Paulo. 1995, p. 64-76.

MORELLATO, L. P. C. e HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 786-792, 2000.

MORELLATO, L. P. C. e LEITÃO FILHO, H. F. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 12, p. 85-98, 1990.

MORELLATO, L. P. C. e LEITÃO FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. 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. p. 112-139.

MORELLATO, L. P. C. e LEITÃO FILHO, H. F. **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana**. Campinas: Editora UNICAMP, 1995. 136 p.

MORELLATO, L. P. C. e LEITÃO FILHO, H. F. Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian forest. **Biotropica**, v. 28, n. 2, p. 180-191, 1996.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO FILHO, H. F.; RODRIGUES, R. R. e JOLY, C. A. Estratégia fenológica de espécies arbóreas em florestas de altitudes na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 12, p. 85-98, 1990.

MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C. C.; ROMERA, E. C. e ZIPARRO, V. B. Phenology of Atlantic rain forest trees: A comparative study. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 811-823, 2000.

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

MORI, S. A., BOOM, B. M. e PRANCE, G. T. Distribution patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest tree species. **Brittonia**, v. 33, p. 375-370, 1981.

MORI, S. A.; LISBOA, G e KALLUNKI, J. A. Fenologia de uma mata higrófila sul-baiana. **Revista Theobroma**, v. 12, n. 4, p. 217-230, 1982.

MURCIA C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 10, p. 58-62, 1995.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. e KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

NATHAN, R. e MULLER-LANDAU, H. C. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. **Trends Ecology Evolution**, v. 15, p. 278-285, 2000.

NEIL, K. e WU, J. Effects of urbanization on plant flowering phenology: A review. **Urban Ecosystems**, v. 9, p. 243-257, 2006.

OLIVEIRA, M.A., GRILLO, A. S. e TABARELLI, M. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages. **Oryx**, v. 38, p. 389-394, 2004.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. e FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 793-810, 2000.

OOSTERHOORN, M. e KAPPELLE, M. Vegetation structure and composition along an interior-edge-exterior gradient in Costa Rica montane cloud forest. **Forest Ecology and Management**, v. 126, p. 291-307, 2000.

PARKER, V. T. The scale of successional model and restoration objectives. **Restoration Ecology**, v. 5, n. 4, p. 301-307, 1997.

PAVAN-FRUEHAUF, S. **Plantas Medicinais da Mata Atlântica: Manejo Sustentado e Amostragem**. São Paulo: Ed. Annablume / FAPESP, 1ª ed., 2000.

PEDRONI, F.; SANCHEZ, M. e SANTOS, F. A. M. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. – Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 2, p. 183-194, 2002.

PEIXOTO, A. L.; ROSA, M. M. T. da e SILVA, I. M. Características da Mata Atlântica. In: SYLVESTRE, L. da S. e ROSA, M. M. T. Da. **Manual metodológico para estudos botânicos na mata Atlântica**. Seropédica, Rio de Janeiro: EDUR, 2002. p. 123.

PESSOA, L. M., PINHEIRO, T. S., ALVES, M. C. J. L., PIMENTEL, R. M. M. e ZICKEL, C. S. Flora lenhosa em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco. **Revista de Geografia**, v. 26, n. 3, p. 247-262, 2009.

PIVELLO, V. R.; PETENON, D.; JESUS, F. M.; MEIRELLES, S. T.; VIDAL, M. M.; ALONSO, R. A. S.; FRANCO, G. A. D. C. e METZGER, J. P. Chuva de sementes em fragmentos de floresta atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. **Acta Botânica Brasílica**, v. 20, n. 4, p. 845-859, 2006.

PORTO, M. L.; HARTZ, S. M.; GUERA, T.; OLIVEIRA, P.; MELLO, R.; BALDISSERA, R.; BEATRICI, A.; BORTOLOTTI, J.; CALEFFI, G.; CERVEIRA, J.; FAUSTO, I.; FAVRETO, R.; FERREIRA, T. F.; FREITAS, C.; GARBIN, M. L.; HERMANY, G.; HORN, G.; HON, R. C.; INÁCIO, J. C.; PEDÓ, E.; PEREIRA, T.; MARINS de SÁ, L. G.; SILVA da, P.; SOBRINHO, F. F. e VARGAS, D. Análise ambiental de um fragmento florestal urbano, no município de Alvorada, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 3, p. 09-46, 2005.

RANTHCKE, B. e LACEY, E. P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 16, p. 179-214, 1985.

RESTREPO, C.; GOMEZ, N. e HEREDIA, S. Anthropogenic edges, treefall gaps, and fruit-frugivore interactions in a neotropical montane Forest. **Ecology**, n. 80, p. 668-685, 1999.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J. e HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153, 2009.

ROCHA, K. D.; BRANDÃO, C. F. L. e S.; SILVA, J. T.; SILVA, M. A. V.; ALVES JUNIOR, F. T.; MARAGON, L. C. Classificação sucessional e estrutura fitossociológica do componente arbóreo de um fragmento de Mata Atlântica em Recife, Pernambuco, Brasil. **Magistra**, v. 20, n. 1, p. 46-55. 2008.

RODAL, M. J. N.; SALES, M. F. e MAYO, S. J. **Florestas Serranas de Pernambuco**. Recife: Ed. Imprensa da UFRPE. 1998.

RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V. e BARROS, L. C. Tropical rain forest regeneration en an area degraded by mining in Mato Grosso State, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 190, p. 323-333, 2004.

SALLES, J. C. e SCHIAVINI, I. Estrutura e composição do estrato de regeneração em um fragmento florestal urbano: implicações para a dinâmica e a conservação da comunidade arbórea. **Acta Botanica Brasílica**, v. 21, n. 1, p. 223-233, 2007.

SCARANO, F. R. Plant communities at the periphery of the Atlantic rain forest: Rare-species bias and its risks for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1201-1208. 2009.

SIQUEIRA, L. P. **Monitoramento de áreas restauradas no interior do estado de São Paulo, Brasil**. 2002. 116f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOUZA, A. C. R.; ZICKEL, C. S. e PIMENTEL, R. M. M. Fenologia da floração e frutificação de espécies do sun-bosque em um fragmento urbano de Floresta Atlântica do Nordeste - Brasil. **Revista de Geografia**, Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 23, n. 1, p. 82-92, 2006.

STOUFFER, P. C., BIERREGAARD JR., R. O., STRONG, C., e LOVEJOY, T. E.

Long-Term Landscape Change and Bird Abundance in Amazonian Rainforest Fragments. *Conservation Biology*, v. 20, n. 4, p. 1212–1223. 2006.

TABARELLI, M. e PERES, C. A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. ***Biological Conservation***, v. 106, p. 165-176. 2002.

TALORA, D. C. e MORELLATO, L. P. C. Fonologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. ***Revista Brasileira de Botânica***, v. 23, p. 13-26, 2000.

TERBORGH, J. Maintenance of biodiversity in tropical forest. ***Biotropica***, v. 24, p. 283-292, 1992.

TILMAN, D. Ecology – Diversity by default. ***Science***, v. 283, p. 495-496, 1999.

TONHASCA JUNIOR, A. ***Ecologia e história natural da Mata Atlântica***. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2005. 197p.

TURNER, I. M. ***The ecology of trees in Tropical Rain Forest***. Cambridge University Press, Cambridge. 2001.

VAN DER PIJL, L. ***Principles of dispersal in higher plants***. New York, Springer Verlag. 1982.

VAN SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W e WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forest: Adaptive significance and consequences for primary consumers. ***Annual Review of Ecology and Systematics***, v. 24, p. 353-377, 1993.

VIANA, V. TABANEZ, A. J. e BATISTA, J. Dynamic and restoration of fragments in the Brazilian Atlantic moist Forest. In: LAURENCE, W. F. e BIERREGAARD JR., R. O. (Eds.), **Tropical Forest Remnants: Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities**. Chicago: University of Chicago Press, 1997. p. 351-366.

VIEIRA, D. C. M. e GANDOLFI, S. Chuva de sementes e regeneração natural sob três espécies arbóreas em uma floresta em processo de restauração. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 541-554, 2006.

WANG, B. C. e SMITH, T. B. Closing the seed dispersal loop. Review. **Trends Ecology Evolution**, v. 17, p. 379-385, 2002.

WEBER, A. e REZENDE, S. M. Reserva Ecológica e Parque Dois Irmãos: Histórico e situação atual. In: MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. e PORTO, K. C. (Eds.). **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife – Pernambuco – Brasil)**. Recife: Secretaria de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente, Editora Universitária da UFPE. 1998, p. 09-20.

WHITMORE, T. C. **An Introduction to tropical rain forest**. New York, Oxford University Press. 2 ed., 1999.

WILLIAMS-LINERA G. Origin and early development of forest edge vegetation in Panama. **Biotropica**, v. 22, p. 235-241, 1990.

WILSON, M. F. e CROME, F. H. J. Patterns of seed rain at the edge of a tropical Queensland rain Forest. **Journal Tropical Ecology**, v. 5, p. 301-308, 1989.

YOUNG, K. R.; EWEL, J. J. e BROWN, B. J. Seed dynamics during forest succession in Costa Rica. **Vegetatio**, v. 71, p. 157-173, 1987.



Manuscrito I

FENOLOGIA DE ESPÉCIES LENHOSAS EM
UM FRAGMENTO FLORESTAL URBANO NO
NORDESTE DO BRASIL

Manuscrito a ser enviado ao periódico: FLORA

FENOLOGIA DE ESPÉCIES LENHOSAS EM UM FRAGMENTO FLORESTAL URBANO NO NORDESTE DO BRASIL

Luciana Maranhão Pessoa^{a,*}, André Maurício Melo Santos^b, Carmen Silvia Zickel^a

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

^b Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão, Vitória de Santo Antão, PE, Brasil

* Correspondência da autora: lmpbio@yahoo.com.br (L.M.Pessoa)

Resumo

O objetivo deste estudo foi caracterizar a relação entre a fenologia da comunidade lenhosa na borda e interior de um fragmento de floresta Atlântica urbana em relação da precipitação pluviométrica e temperatura. O estudo foi realizado em um fragmento florestal urbano no Nordeste do Brasil. Foram marcados 580 indivíduos arbóreos (DAP > 5 cm), em 40 parcelas aleatórias de 10 m², sendo 23 parcelas na borda e 17 no interior do fragmento. As observações fenológicas das fenofases vegetativas e reprodutivas foram realizadas a cada 20 dias, de junho/2008 a maio/2010. Para verificar os padrões fenológicos da comunidade utilizou-se a metodologia de Fournier. A estatística circular foi utilizada para analisar a relação entre os fatores abióticos e as fenofases. Foi feita análise de correlação de Spearman entre a precipitação e temperatura e o número de espécie em cada fenofase. Dentre as fenofases vegetativas, apenas a queda foliar apresentou relação significativa negativa com a temperatura. Das fenofases reprodutivas, a floração obteve relação significativa positiva com a temperatura e precipitação e a frutificação apresentou relação significativa positiva apenas com a temperatura. A fenologia das espécies não apresentou diferença significativa entre a borda e o interior. Isso poderia estar relacionado com a maior similaridade florística entre a borda e o interior, uma vez que, o fragmento estudado passou por um intenso desmatamento e algumas áreas no interior da floresta encontram-se ainda em processo de regeneração

Palavra-chave – Estatística circular, flora lenhosa, fragmentação florestal urbana, padrões fenológicos, variação espacial.

Introdução

A fragmentação de habitats se tornou uma das maiores ameaças na biodiversidade global, que juntamente com o efeito de borda (Murcia, 1995) direcionam as mudanças na estrutura e funcionamento da comunidade vegetal de muitas paisagens fragmentadas. Efeito de borda tem causado sérios impactos na composição e diversidade de espécies, na dinâmica da comunidade e no funcionamento do ecossistema (Laurence et al., 2007). Este impacto que afeta a composição de assembléia de árvores proporciona à substituição de espécies emergente, de sementes grandes e tolerantes a sombra, por um pequeno número de espécies pioneiras, fato bastante comum, principalmente em pequenos fragmentos (Tabarelli et al., 2008; Santos et al., 2008).

Estas mudanças sucessionais em florestas fragmentadas são fortemente influenciadas pela matriz circundante (Gascon et al., 1999; Laurence et al., 2002). Matriz é entendida como um conjunto de unidade não-habitat, ou seja, um mosaico de habitats modificado pelo homem, imprópria para determinadas comunidades ou espécies vegetais (Metzger 2001) e pode ser desde áreas de pastagem, culturas, indústrias, áreas urbanas até fazendas (Morellato e Haddad, 2000; Lins e Silva e Rodal, 2008; Laurence e Vasconcelos, 2009). Um tipo de matriz que está se tornando cada vez mais comum é a matriz urbana, devido ao crescimento demográfico das cidades, proporcionando a ocupação de áreas antes cobertas por floresta, ocasionando a degradação florestal urbana (Morellato e Leitão Filho, 1995; Fizon et al., 2003). Este processo de urbanização tem gerado pressões sobre os fragmentos de floresta Atlântica (Fizon et al., 2003) não só devido à influência dos conjuntos habitacionais, mas também pela procura de recursos naturais pela população como plantas medicinais, material de construção, inseticidas, pesca e caça, além da introdução de espécies exóticas nestes ambientes (Tonhasca Junior, 2005; Duguay et al., 2007), diminuindo a diversidade de espécies nativas da floresta e agravando o efeito de borda.

Além dos recursos naturais utilizados, a fragmentação urbana acaba afetando processos ecológicos como a fenologia (Cunningham, 2000). Entender a fenologia proporciona 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 fonte alimentar (Morellato, 1991; Morellato e Leitão Filho, 1992, 1996; van Schaik et al., 1993). Em um estudo realizado na Amazônia, onde foi analisada a fenologia de espécies lenhosas em função do efeito

de borda e fatores abióticos como temperatura e precipitação, foi observado que algumas espécies próximas a borda apresentaram produção de flores, frutos, brotamento e queda foliar, porém nem todas as espécies responderam satisfatoriamente à fragmentação florestal, mas em algumas espécies esta fragmentação pode afetar a reprodução das árvores (Laurence et al., 2003). Isso pode estar relacionado ao fato de que na borda as espécies pioneiras são polinizadas por espécies generalistas diferentemente das espécies vegetais tolerantes a sombra (Cunningham, 2000; Girão et al. 2007).

Padrões fenológicos sazonais são citados em diversos ecossistemas brasileiros, mas os picos de atividades fenológicas (floração, frutificação, queda e brotamento foliar) ocorrem em diferentes estações. Diversos fatores regulam os padrões sazonais para a fenologia de árvores, como comprimento do dia e temperatura em floresta Atlântica Ombrófila (Morellato et al., 2000), ou precipitação e temperatura em floresta Atlântica Semidecídua (Morellato et al., 1989).

Estudos demonstram que a fragmentação florestal, assim como a paisagem urbana, podem acarretar mudanças no tempo e/ou duração na floração afetando a dinâmica de populações e, dependendo da espécie, esta mudança pode criar uma assincronia entre a floração e o polinizador (Neil e Wu, 2006). Além disso, a entrada de sementes no fragmento pode ser afetada devido à ausência de grandes frugívoros dispersores ou até mesmo pela impossibilidade destes agentes bióticos ultrapassarem a matriz, o que pode alterar a diversificação da flora (Morellato e Leitão Filho, 1996).

Neste estudo analisamos o padrão fenológico de uma comunidade de espécies lenhosas na borda e interior de um fragmento florestal urbano, buscando caracterizar a época de ocorrência das fenofases reprodutivas e vegetativas e entender os padrões sazonais que ocorrem neste fragmento nos diferentes habitats.

Material e métodos

Área de estudo

Estação Ecológica de Caetés (ESEC) localiza-se no município de Paulista, Pernambuco foi criada através da Lei Estadual nº 11.622/98 (CPRH, 2007) (Fig. 1), ocupando uma área de 157 hectares (7° 55' 15'' e 7° 56' 30'' S / 34° 55' 15'' e 34° 56' 30'' W), a cerca de 20 km ao norte do Recife, Pernambuco. A área é classificada como Floresta Ombrófila de Terras Baixas (IBGE, 1992), o clima é do tipo As' de KÖPPEN

(Reis, 1970), com precipitação média anual aproximadamente de 2000 mm, temperatura de 25° C (INMET, 2010).

No ano de 2008, junho (373,6 mm) foi o mês com elevada precipitação. Já em 2009, a chuva foi mais intensa em abril (406,43 mm). Em 2010 o maior volume de água foi registrado em junho (523,47 mm) (Fig. 2) (INMET, 2010). Quanto à temperatura, houve variação entre os anos com máximas de 27,7° em fevereiro de 2008; 28,2° em abril de 2009 e 28,3° em fevereiro e março de 2010 (Fig. 2). (INPE, 2010).

A floresta de Caetés passou por um intenso desmatamento em 1984, antes de ser transformada em Estação Ecológica em 1998 (CPRH, 2007). No remanescente podem-se encontrar significativos exemplares da flora e da fauna típicos da nossa região (CPRH, 2007), sendo a matriz circundante do fragmento composta por áreas urbanas, no bairro de Caetés, Paulista. Devido a este desmatamento ocasionado há 26 anos atrás, o interior do fragmento apresenta áreas que foram totalmente descampadas e hoje esta em processo de regeneração, com a presença de espécies herbáceas e poucas espécies lenhosas pioneiras, representado pelas famílias Melastomataceae e Urticaceae.

Nesta floresta é comum a presença de 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 algumas que são mais frequentes como *Pogonophora schomburgkiana* (Euphorbiaceae), *Thyrsodium spruceanum* (Anacardiaceae) e *Eschweilera ovata* (Lecythidaceae), além de espécies ameaçadas de extinção, como *Manilkara salzmannii* e *M. dardanoi* (Sapotaceae) (Almeida Jr., comunicação pessoal). Na borda do fragmento, as espécies mais frequentes são *Chamaecrista ensiformis* (Fabaceae), *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae) e *Pogonophora schomburgkiana* (Euphorbiaceae). Há uma predominância ainda de espécies de Melastomataceae, como *Miconia holosericea*, *M. prasina* e *M. pyrifolia* (Pessoa et al., 2009).

Coleta e tratamento dos dados estruturais

A partir de um delineamento feito em torno do fragmento com o auxílio do GPS, foram lançadas aleatoriamente, com o auxílio do programa Arcview (versão 3.2) (Eris, 1998), 20 parcelas na borda (considerada até 100m da margem para o núcleo, com área total de 69,65 ha) e 20 parcelas no interior (núcleo da floresta, com área total de 82,37 ha) do fragmento, totalizando 40 parcelas, correspondendo a 0,4 ha. As parcelas de 10

m x 10 m foram delimitadas com estacas e cordas de nylon. Os indivíduos lenhosos amostrados com diâmetro do caule ao nível do peito (DAP) maior ou igual a 5 cm foram marcados com plaquetas de PVC e numerados em ordem crescente. Todo o material amostrado foi coletado, em estágio vegetativo e reprodutivo (quando possível), identificado de acordo com a proposta de classificação do APG III (2009) e incorporado ao acervo dos Herbários Dárdano de Andrade Lima (IPA) e Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR), seguindo metodologia usual em taxonomia.

Coleta de dados fenológicos

Nas 40 parcelas, foram registrados 551 indivíduos, sendo 191 na borda e 360 no interior do fragmento. Os indivíduos amostrados foram observados, com auxílio de binóculo, 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 - queda foliar (mudança na cor, enrolamento, queda com facilidade e quando foram notados espaços vazios na copa ou galhos), brotamento (aparecimento de pequenas folhas brilhantes de cor verde mais claro, amarelada até vermelha ou quando atingirem mais de $\frac{3}{4}$ do tamanho), floração (ocorrência de botões florais e flores) e frutificação (frutos imaturos e maduros). Com estes registros obtiveram-se dados 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 ocorrência do evento fenológico foi registrada através de uma escala de intervalos semi-quantitativa 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.

Análise estatística

Foram realizados dois procedimentos para verificar se as espécies de borda e interior formam grupos taxonômicos distintos. Primeiro, foi usado o programa NTSYSpc 2.01t software (Rohlf, 2000) para realizar uma análise de similaridade de Jaccard (Krebs, 1989) a partir de uma matriz (presença/ausência nas parcelas) contendo 123 espécies arbóreas dos dois habitats. Depois, foi usado o programa Statistica 7 (StatSoft, 2004) para realizar uma ANOVA seguido do teste a *posteriori* de Tukey (Sokal e Rohlf, 1995) comparando as similaridades médias entre (a) pares de parcelas

somente do interior, (b) pares de parcelas somente da borda e (c) pares de parcelas do conjunto borda e interior. Se as espécies estivessem, de fato, agrupadas em habitats distintos, então era de se esperar que a similaridade média entre os habitats fossem maiores do que a similaridade média dos pares de parcelas formados pelo conjunto.

Foi realizado ainda o teste de Mantel para verificar se a distribuição das parcelas no fragmento estudado apresentava autocorrelação espacial. Para isto, a matriz de similaridade (Jaccard) entre parcelas dentro de cada habitat foi comparada com a matriz de distância geográfica entre as parcelas do respectivo habitat.

No intuito de caracterizar e comparar a fenologia das espécies observadas, na borda e no interior, quatro variáveis reprodutivas e duas vegetativas foram calculadas, seguindo a metodologia proposta por Morellato et al. (2000) sendo elas: (a) período da primeira floração (surgimento das primeiras flores ou botão desde o início das observações), (b) período da primeira frutificação (surgimento dos primeiros frutos desde o início das observações), (c) pico de floração, (d) pico de frutificação, (e) pico de brotamento e (f) pico de queda foliar. As variáveis reprodutivas foram calculadas em função do percentual de indivíduos de cada espécie, que apresentaram fenofase, a cada vinte dias. Quando em um mês foi realizada duas observações, tirou-se uma média dos valores, transformando em uma observação por mês. A cada mês foi atribuído um número de 01 (janeiro) a 12 (dezembro). Quando o pico de uma fenofase ocorria em dois meses consecutivos foi utilizada a média dos dois meses. Quando os picos tiveram datas diferentes entre os anos, utilizamos também média, arredondando para o maior valor (e.g. janeiro e fevereiro, que significa 1+2, média igual a 1.5, consideramos 2).

A partir destes dados, utilizou-se a estatística circular para analisar a sazonalidade em cada variável fenológica na borda e interior do fragmento entre os anos de estudo, calculando-se o ângulo médio para os dados de cada variável fenológica. Os dias do ano (0-365) foram convertidos em graus (0-360) com intervalos de 30 dias. Esta análise estatística foi realizada através do programa ORIANA (Kovach, 2009). Utilizou-se o teste Rayleigh (z) para determinar a significância do ângulo médio. Quando ângulo médio foi significativo nos dois habitats, utilizamos o teste de Watson-Williams (F) para comparar a média dos dados das variáveis fenológicas entre a borda e o interior (Kovach, 2009).

O General Linear Models (GLM) foi utilizado para avaliar o efeito das variáveis independentes (temperatura e precipitação) sobre as variáveis dependentes (picos de

brotamento foliar, queda foliar, floração e frutificação) no intuito de avaliar se a precipitação e/ou a temperatura na borda e interior do fragmento são fatores preditores das fenofases estudadas. Para a realização desta análise utilizou-se o Statistica 7 (StatSoft, 2004) e os valores das variáveis fenológicas foram convertidas em log+1 para garantir um melhor ajuste ao modelo.

Discussão

O fragmento florestal urbano estudado não apresentou diferença significativa entre as variáveis fenológicas e os habitats de borda e interior, como era esperado. Vários fatores podem estar relacionados com esta ausência do efeito de borda como a hipótese de que a Estação Ecológica de Caetés esteja passando por um processo inicial de sucessão e que as espécies pioneiras estejam dominando todo o fragmento. Isso pode ser observado através da análise de similaridade florística realizada entre borda e interior do fragmento, que mostra uma significativa similaridade entre os habitats.

Sabemos que o efeito de borda causa um impacto crucial na assembléia de árvores, e como consequência para a fenologia, proporciona uma maior ocorrência das fenofases principalmente de espécies pioneiras na borda (Cunningham, 2000; Laurence et al., 2003; Harper et al., 2005). Como este fato não foi observado no nosso estudo, uma das sugestões argumentadas por Murcia (1995) é que as espécies deste fragmento estejam fisiologicamente de forma similar as condições climáticas. Como a ESEC passou por uma perturbação há 26 anos atrás, o interior do fragmento apresenta clareiras, onde as espécies pioneira dominaram o interior do fragmento implicando numa maior similaridade florística entre os habitats, fato este confirmado pela análise de similaridade. Alguns trabalhos ressaltam que as assembléias 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) e isso suporta a hipótese de que o aumento na riqueza de espécies pioneira podem se aproximar a uma condição de quase equilíbrio ao invés de ser uma fase de sucessão transitória. (Laurence et al., 2002; Santos et al., 2008; Tabarelli et al., 2008; Tabarelli et al., 2010).

Além da riqueza das espécies, os padrões fenológico também podem ser alterados com a fragmentação do habitat. Em um fragmento florestal no Nordeste estudado por Cara (2006) onde foi analisado o efeito de borda de espécies lenhosas, a autora observou que as espécies da borda apresentaram uma maior queda foliar e

justifica que este fato pode estar relacionado às mudanças microclimáticas, que permite que as espécies respondam diferentemente entre os habitats. Cunningham (2000) analisou o efeito de fragmentação em quatro diferentes espécies e observou que as espécies vão responder de forma diferenciada ao efeito da fragmentação. 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.

Apesar da ausência de relação significativa entre os habitats, os padrões fenológicos apresentaram diferença significativa com as variáveis climáticas. Isto pode ser observado no trabalho de Morellato et al. (2000), que estudando a fenologia de espécies lenhosas em quatro formação da floresta Atlântica no Sudeste brasileiro (pré-montana, costeira (incluindo restinga) e floresta Atlântica *sensu stricto*) mostraram uma relação significativa entre as fenofases vegetativas e o comprimento do dia e a temperatura.

A queda foliar neste estudo mostrou uma relação significativa negativa com a temperatura como mostrado no teste GLM. Talora e Morellato (2001) que estudaram espécies lenhosas em restinga mostraram que algumas espécies aumentaram a queda foliar em períodos de menor umidade, fotoperíodo e temperatura. O mesmo foi observado por Rubim et al. (2010) que analisaram espécies lenhosas em um fragmento em São Paulo e observaram que as variáveis vegetativas estavam relacionadas significativamente com as variáveis climáticas. Vale salientar que no Sudeste do país, a temperatura, o comprimento do dia e a precipitação são bem evidenciados, nas diferentes estações do ano, fato este que não ocorre no Nordeste brasileiro. No Nordeste Medeiros et al. (2007) pesquisaram a fenologia da vegetação de restinga em Pernambuco e não verificaram relação significativa entre as fenofases vegetativas e a precipitação. O mesmo ocorreu com Lima et al. (2008) que estudaram a fenologia de espécies lenhosas em um fragmento florestal em Pernambuco e os mesmos não encontraram relação significativa entre as fenofases vegetativas e reprodutivas em função das variáveis climáticas.

O desenvolvimento das flores no local de estudo obteve relação significativa positiva com a precipitação e a temperatura. Muitos estudos realizados em floresta Atlântica brasileira mencionam que o pico de floração ocorre durante os meses de

transição do período seco para o chuvoso (Mori et al., 1982; Ferraz et al., 1999), porém outros estudos referem-se ao pico de floração durante os períodos chuvosos (Morellato et al., 2000; Tarola e Morellato, 2001). O padrão sazonal de floração e pico de atividade durante os meses mais secos foram relatados em florestas úmidas do Pará, Alagoas e Pernambuco (Knowles e Parrota, 1997; Cara, 2006; Lima et al., 2008), com isso, pode-se ressaltar a importância do clima na floração de algumas espécies em florestas tropicais (Ferraz et al., 1999; Morellato et al., 2000).

Os padrões fenológicos não são apenas afetados pelo clima. Alencar (1994) ressalta que eles podem ser afetados pelas características intrínsecas às espécies (genética, fisiológica, reprodutiva) e pelos fatores ecológicos (polinização, predação, competição). A sincronia entre as diferentes espécies possui a vantagem de atrair um maior número de polinizadores e possui a desvantagem de ocorrer transferência de pólen entre espécies diferentes (Janzen, 1975).

A produção de frutos apresentou relação significativa positiva com a temperatura. Além disso, os picos de frutificação observados foram antecedentes a estação chuvosa, ou final da estação seca, fato este também observado por Cara (2006). Mesmo o nosso trabalho mostrando uma relação entre a frutificação e a temperatura, não podemos negar que o pico de frutificação pode ser uma estratégia da planta para a dispersão de suas sementes e não apenas uma relação com o clima. Em trabalhos realizados nas florestas há uma predominância de espécies de frutos carnosos e dispersão zoocórica ocorrerem 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 possibilita o suprimento de alimentos para dispersores (Morellato, 1991; Morellato e Leitão-Filho, 1992).

O padrão das fenofases vegetativas e reprodutivas observados neste estudo proporcionou o conhecimento das fenofases com atributos climáticos e a fragmentação de habitat em um fragmento urbano. Observamos que a ausência de efeito de borda pode estar relacionado a homogeneidade do fragmento, uma vez que a similaridade florística não diferiu entre os habitats. Observamos também que as variáveis analisadas apresentaram semelhanças com outros estudos em fragmentos florestais em relação aos efeitos climatológicos (Antunes e Ribeiro, 1999; Talora e Morellato, 2001). Além do efeito da fragmentação e as variáveis climáticas estudadas, fatores ecológicos (e.g. dispersão de sementes e polinização) são essenciais para o surgimento das fenofases e

desta forma pode contribuir com um manejo adequado para os fragmentos inserido 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

Alencar, J.C., 1994. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na reserva Ducke, Manaus, AM. *Acta Amaz.* 24, 161-182.

Antunes, N.B., Ribeiro, J.F., 1999. Aspectos fenológicos de seis espécies vegetais em matas de galeria do Distrito Federal. *Pes. Agrop. Brasil.* 34, 1517-1527.

APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linn. Soc.* 141, 399-436.

Cara, P.R.A., 2006. 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.

Ceilo Filho, R., Santin, D.A., 2002. Estudo florístico e fitossociológico de um fragmento florestal urbano – Bosque dos Alemães, Campinas, SP. *Rev. Biol.* 25, 291-301.

Cunningham, S. A. 2000. Effects of habitat fragmentation on the reproductive ecology of four plant species in Mallee Woodland. *Conserv. Biol.* 14, 758-768.

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

Duguay, S., Eigenbrod, F., Fahrig, L., 2007. Effects of surrounding urbanization on non-native flora in small forest patches. *Landscape Ecology* 22, 589-599.

ESRI. 1998. *Arcview GIS* 3.1. ESRI, United States of America.

Ferraz, D.K., Artes, R., Mantovani, W., Magalhães, L.M., 1999. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Rev. Bras. Biol.* 59, 305-317.

Fiszon, J.T., Marchioro, N.P.X., Britez, R.M., Cabral, D.C., Camely, N.C., Canavesi, V., Castella, P.R., Castro, E.B.V., Junior, L.C., Cunha, M.B.S., Figueiredo, E.O., Franke, I.L., Gomes, H., Gomes, L.J., Hreisemnou, V.H.V., Landau, E.C., Lima, S.M.F., Lopes, A.T.L., Neto, E.M., Mello, A.L., Oliveira, L.C., Ono, K.Y., Pereira, N.W.V., Rofrigues, A.S., Rodrigues, A.A.F., Ruiz, C.R., Santos, L.F.G.L., Smith, W.S., Souza, C.R., 2003. Causas antrópicas. In: Rambaldi, D.M., Oliveira, D.A.S. (Eds.), *Fragmentação de ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendação de políticas públicas*. Brasília, MMA/SBF, pp. 66-99.

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

Funch, L.S., Funch R., Barroso G.M., 2002. Phenology of Gallery and Montane Forest in the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Biotropica* 34, 40-50.

Gascon C., Lovejoy T.E., Bierregaard R.O., Malcolm J.R., Stoufer P.C., Vasoncelos H.L., Laurance W.F., Zimmerman B., Tocher M., Borges S., 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biol. Conserv.* 91, 223-229.

Girão, L.C., Lopes A.V., Tabarelli, M., Bruna, E. M. 2007. Changes in tree reproductive traits reduce functional diversity in a fragmented Atlantic Forest landscape. *PLoS ONE*. 9, 1-12.

Griz, L.M.S., Machado, I.C.S., 1998. Aspectos morfológicos e síndromes de dispersão de frutos e sementes na Reserva Ecológica de Dois Irmãos. 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, pp. 197-224.

Hill, J.L., Curran, P.J., 2001. Species composition in fragmented forest: conservation implications of changing forest area. *Applied Geogr.* 21, 157-174.

IBGE., 1992. Manual técnica da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE.

INMET. 2010. Instituto Nacional de Meteorologia. 3º DISME. Recife. http://www6.cptec.inpe.br/proclima2/balanco_hidrico/balancohidrico.shtml Acesso em 20 de maio.

INPE 2010. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. http://satelite.cptec.inpe.br/PCD/historico/consulta_pcdm.jsp. Acesso 28 de junho.

Janzen, D.H., 1975. Ecologia vegetal nos trópicos. EPU e Edusp, São Paulo.

Knowles, O.H., Parrota, J.A., 1997. Phenological observation and tree seed characteristics in an equatorial moist forest at Trombetas, Para State, Brazil. In: Lieth H., Schwartz M.D., (Eds.), Phenology in Seasonal Climates. Backhuys, Leiden, The Netherlands, pp. 67-84.

Kovach, W.L., 2009. *Oriana – Circular Statistics for Windows*, ver. 3. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K.

Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology. Harper Collins, New York.

Laurence, W.F., Vasconcelos, H.L., 2009. Consequência ecológica da fragmentação florestal na Amazônia. *Oecol. Brasil.* 13, 434-451.

Laurance W.F., Nascimento, H.E.M., Laurance, S.G., Andrade, A., Ewers, R.M., Harms, K.E., Luizão, R.C.C., Ribeiro, J.E., 2007. Habitat Fragmentation, Variable Edge Effects, and the Landscape-Divergence Hypothesis. *PLoS One* 2, 1-8.

Laurance, W.F., Merona, J.M.R., Andrade, A., Laurance, S.G., D'Angelo, S., Lovejoy, T.E., Vasconcelos, H.L., 2003 Rain-forest fragmentation and the phenology of Amazonian tree communities. *J. Trop. Ecol.* 19, 343–347.

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. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. *Conserv. Biol.* 16, 605–618.

Lieth, H., 1974. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. Phenology and seasonality modeling. In: Lieth, H. (Ed.). *Ecology Studies* 8. Berlin, Springer-Verlag, pp. 03-09.

Lima, A.L.A., Rodal, M.J.N., Lins e Silva, A.C.B. 2008. Phenology of tree species in a fragment Atlantic forest in Pernambuco – Brazil. *Bioem., Biodiv., Bioaval.* 2, 68-75.

Lins e Silva, A.C.B., Rodal, M.J.N., 2008. Tree community structure in an Urban Remnant of Atlantic Forest coastal Forest in Pernambuco, Brazil. In: Thomas, W. (Ed.). *The Atlantic Coastal Forest of Northeastern Brazil*. New York. The New York Botanical Garden Press. pp. 517-540.

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

Martins, F.R., 1990. Atributos de comunidades vegetais. *Quid* 9, 12-17.

Medeiros, D.P.W., Zickel, C.S., Lopes, C.S., 2007. Phenology of woody species in a tropical coastal vegetation, northeastern Brazil. *Flora* 202, 235-247.

- Metzger, J.P. 2001. O que é ecologia de paisagem? *Biota Neotropica* 1, 1-9.
- Morellato, L.P.C., Haddad, C.F.B., 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 32, 786-792.
- Morellato, L.P.C., Talora, D.C., Takahasi, A., Bencke, C.C., Romera, E.C., Ziparro, V.B., 2000. Phenology of Atlantic Rain Forests trees: A comparative study. *Biotropica* 32, 811-823.
- Morellato, L.P.C., Leitão Filho, H.F., 1992. Padrões de frutificação e dispersa na Serra do Japi. 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., pp. 112-139.
- Morellato, L.P.C., Leitão Filho, H.F., 1995. *Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana*. Campinas, Editora UNICAMP.
- Morellato, L.P.C., Leitão Filho, H.F., 1996. Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian forest. *Biotropica* 28, 180-191.
- Morellato, L.P.C. 1991. *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.
- Morellato, L.P.C., Rodríguez, R.R., Leitão Filho, H.F., Joly, Y.C.A., 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas da floresta de altitude e floresta semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. *Rev. Brasil. Bot.* 12, 86-98.
- Mori, S.A., Lisboa, G., Kallunki, J.A., 1982. Fenologia de uma mata higrófila sul-baiana. *Rev. Theobroma* 12, 217-230.
- Murcia C., 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10, 58-62.

Neil, K., Wu, J., 2006. Effects of urbanization on plant flowering phenology: A review. *Urban Ecosystems* 9, 243–257.

Pessoa, L.M., Pinheiro, T.S., Alves, M.C.J., Pimentel, R.M.M., Zickel, C.S., 2009. Flora lenhosa em um fragmento urbano de floresta atlântica em Pernambuco. *Rev. Geog., Recife* 26, 247-262.

Ranthcke, B., Lacey, E.P., 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 16, 179-214.

Reis, A.C., 1970. Contribuição ao estudo do clima de Pernambuco. Recife: CONDEPE (Série Agricultura, 1).

Rohlf, F.J. 2000. NTSYSpc: numerical taxonomy and multivariate data analysis system, ver. 2.01. Exeter Software, Setauket.

Rubim, P., Nascimento, H.E.M., Morellato, L.P.C. 2010. Variações interanuais na fenologia de uma comunidade arbórea de floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Acta bot. bras.* 24, 756-764.

Santos, B.S., Peres, C.A., Oliveira, M.A., Grillo, A., Alves-Costa, C. P., Tabarelli, M. 2008. Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic forest fragments of northeastern Brazil. *Biol. Conserv.* 141, 249–260.

Sokal ,R.R., Rohlf, F.J. 1995. *Biometry*. Freeman and Company, New York.

StatSoft, Inc. 2004. STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.

Tabarelli, M., Lopes, A.V., Perez, C.A. 2008. Edge-effects Drive Tropical Forest Fragments Towards an Early-Successional System. *Biotropica*. 40, 657-661.

Talora, D.C., Morellato, L.P.C., 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Rev. Brasil. Bot.* 23,13-26.

Tonhasca Junior, A., 2005. *Ecologia e história natural da Mata Atlântica*. Rio de Janeiro: Editora Interciência.

Van Schaik, C.P., Terborgh, J.W., Wright, S.J., 1993. The phenology of tropical forest: Adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 24, 353-377.

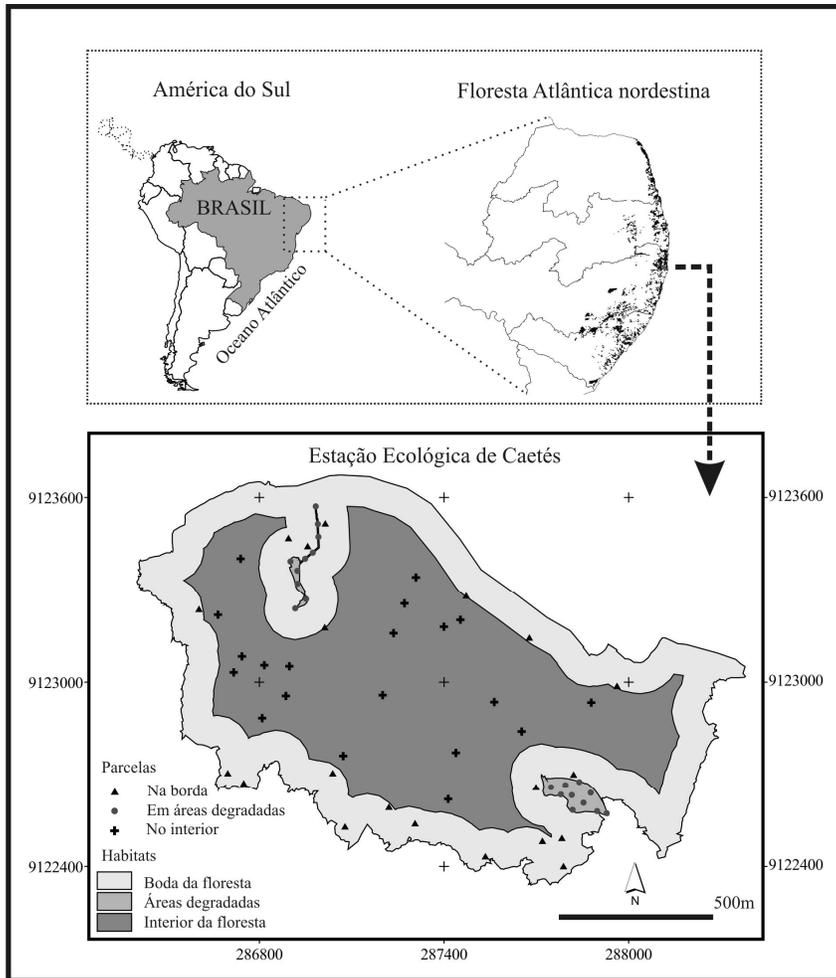


Figura 1. Localização da Estação Ecológica de Caetés, Paulista / PE, Brasil.

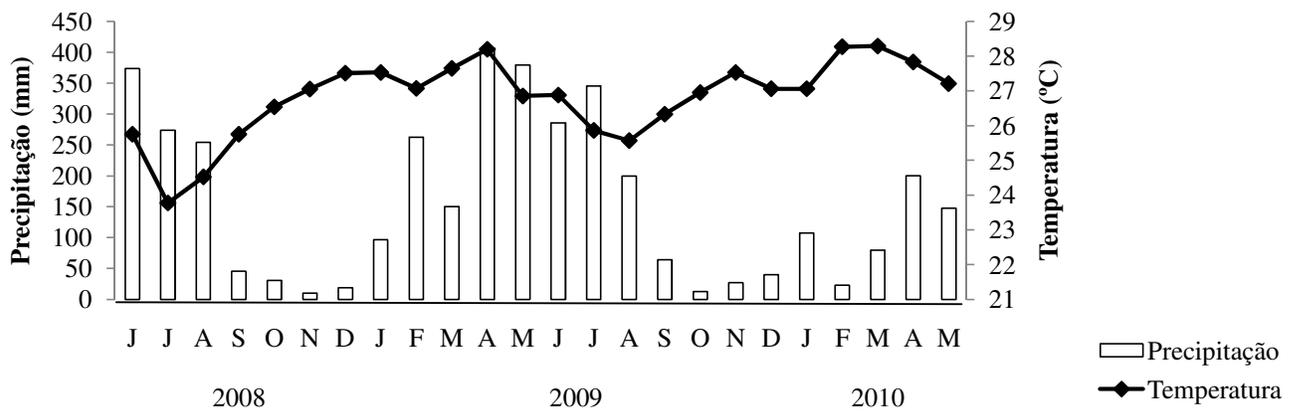


Figura 2. Distribuição da precipitação pluviométrica (mm) e da temperatura (°C) do período de junho de 2008 a maio de 2010, do município de Paulista-PE. Fonte: INMET, Recife (Várzea).

Manuscrito II

CHUVA DE SEMENTES EM UM FRAGMENTO
FLORESTAL URBANO-BRASIL

Manuscrito a ser enviado ao periódico: BIOTROPICA

CHUVA DE SEMENTES EM UM FRAGMENTO FLORESTAL URBANO - BRASIL

Luciana Maranhão Pessoa^{1,4}, Tássia de Sousa Pinheiro², André Maurício Melo Santos³ e Carmen Silvia Zickel¹.

¹ Programa de Pós-Graduação em Botânica, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 52171-900, Recife-PE, Brasil

² Laboratório de Florística e Ecossistemas Costeiros, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 52171-900, Recife-PE, Brasil

³ Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, PE, Brasil

⁴ Correspondência da autora: Impbio@yahoo.com.br (L.M.Pessoa)

Resumo

Devido às pressões causadas pelo homem, as áreas contínuas de florestas se transformaram em fragmentos com diferentes tipos de matrizes. Em um fragmento florestal circundado uma por matriz habitacional, espera-se encontrar diferenças na chuva de sementes nos diferentes habitats (borda, interior e área degradada) em termos de densidade de sementes, tamanho de sementes, síndrome de dispersão e riqueza de espécies. Este estudo foi desenvolvido em um fragmento florestal urbano no Nordeste do Brasil. Foram selecionados três habitats onde foram sorteados aleatoriamente 60 pontos (20 na borda, 20 no interior e 20 na área degradada). Em cada ponto foram instalados coletores de sementes de 0,25m² com o objetivo de avaliar os propágulos depositados durante o período de estudo. Todo material depositado foi removido com intervalos de 20 dias entre as coletas, durante 24 meses, e transportados para o laboratório para posterior processamento. Utilizou-se a estatística GLM para análise dos dados. De julho/2008 a junho/2010 foram coletadas 6.371 sementes pertencentes a 59 espécies/morfoespécies. Na borda, foram amostradas 3.342 sementes distribuídas em 49 espécies/morfoespécies, sendo que 45% das sementes foram consideradas de tamanho médio e 45% foram zoocóricas. No interior, foram coletadas 2.271 sementes em 34 espécies/morfoespécies. As sementes médias apresentaram maior proporção (44,11%) e a zoocoria se destacou com 55,88%. Na área degradada, foram coletadas 758 sementes de 19 espécie/morfoespécie. As sementes muito pequenas representaram 42% neste habitat, a zoocoria se destacou com 42%. Não houve diferença significativa entre a

síndrome de dispersão e os três habitats estudados ($p = 0,63$). O mesmo ocorreu com o tamanho de sementes e os habitats ($p = 0,43$).

Palavra-chave: Floresta Atlântica, fragmento urbano, síndrome de dispersão, tamanho de sementes.

A floresta tropical vem sofrendo uma forte pressão humana, resultando na formação de pequenos remanescentes isolados um dos outros, mergulhados em uma matriz não florestada, devido ao processo de fragmentação florestal (Myers *et al.* 2000). Esta configuração da paisagem ocasionada pela fragmentação resulta em consequências que acabam afetando as populações, como o efeito de borda e incluem alterações abióticas na abundância das espécies e em processos ecológicos (Laurence & Vasconcelos 2009).

Dos vários tipos de matrizes que compõem o entorno dos fragmentos, a matriz urbana vem sendo uma das mais frequentes, devido ao crescimento desordenado das populações humanas, proporcionando a ocupação de áreas antes cobertas por florestas, ocasionando a degradação florestal urbana (Morellato & Leitão Filho 1995, Fiszon *et al.* 2003).

O nível de perturbação a que um ambiente está sujeito pode afetar profundamente o processo de regeneração natural (Schupp *et al.* 1989). Segundo Vieira (1996), os principais mecanismos de regeneração natural das florestas são a chuva de sementes (dispersão), o banco de sementes do solo e o estabelecimento de plântulas. Dentre estes mecanismos de regeneração, a chuva de sementes é a fase inicial de organização da estrutura e da dinâmica de florestas tropicais, favorecendo a manutenção do potencial demográfico das populações futuras (Janzen 1971, Howe & Smallwood 1982, Fenner 1985, Hardesty & Parker 2002). Grombone-Guaratini e Rodrigues (2002) enfatizam a importância da chuva de sementes como recursos potenciais para o restabelecimento estrutural da vegetação após um distúrbio. A ausência de sementes dispersas em áreas degradadas é, portanto, um fator limitante para a regeneração florestal (Holl 1999).

Os remanescentes florestais maduros agem como fontes de diásporos, e a forma como estes fragmentos estão arranajados espacialmente determinam a quantidade e qualidade dos propágulos alóctones da chuva de sementes. A chegada de diásporos de diferentes espécies e seu posterior estabelecimento direcionam o desenvolvimento

sucessional e as mudanças na comunidade (Clark *et al.* 1999, Hardesty & Parker 2002, Pivello *et al.* 2006). Quanto maior for a distância da planta mãe, maior será a probabilidade de recrutamento de sementes e a probabilidade de alcançarem um local propício para seu desenvolvimento, uma vez que os predadores se concentram perto das fontes de propágulos (Janzen 1971).

Dos levantamentos sobre a chuva de sementes realizados em floresta Atlântica, a maioria faz inferência quanto à abundância, composição florística das sementes encontradas na chuva de sementes, outros mostram que na borda dos fragmentos há uma maior densidade de sementes, e que as sementes maiores são mais abundantes no interior e geralmente dispersas por pequenos mamíferos e aves, ressaltando a zoocoria como a síndrome mais relevante (Morellato & Leitão-Filho 1991, Griz & Machado 1998, Tabarelli & Peres 2002, Cara 2006). Esta questão da abundância de sementes nos diferentes habitats foi ressaltado por Melo *et al.* (2006) que analisaram a influência da borda em função do modo de dispersão, riqueza, tamanho e abundância de sementes em um fragmento de floresta Atlântica e evidenciaram que na borda há um maior número e maior densidade de sementes. Desta forma, a criação de bordas florestais pode alterar alguns atributos das sementes, principalmente a quantidade de sementes grandes que são dispersas por vertebrados (Silva & Tabarelli 2000).

Desta forma, tratando-se de um fragmento florestal inserido por uma matriz urbana, espera-se encontrar diferenças na chuva de sementes nos diferentes habitats (borda, interior e área degradada) em termos de densidade de sementes, porcentagem de sementes dentro de diferentes categorias de tamanho, síndrome de dispersão e riqueza de espécies.

MATERIAL E MÉTODO

Área de estudo – Através da Lei Estadual nº 11.622/98 (CPRH, 2007) foi criada a Estação Ecológica de Caetés (ESEC) localizada no município de Paulista, Pernambuco, Brasil. Ocupa uma área de 157 hectares, a cerca de 20 km do Recife. A área é classificada como floresta Ombrófila de Terras Baixas (IBGE 1992). O clima é do tipo As' de KÖPPEN (Reis 1970), com precipitação média anual aproximadamente de 2000 mm, temperatura de 25° C. Localiza-se entre as coordenadas geográficas 7° 55' 15'' e 7° 56' 30'' S / 34° 55' 15'' e 34° 56' 30'' W (Figura 1).

A ESEC sofreu um forte desmatamento (26 anos atrás) e após este evento, a área foi transformada em uma Reserva Ecológica, em 1987 (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 (CPRH 2007). No remanescente, podem-se encontrar significativos exemplares da flora e da fauna típicos dessa região (CPRH 2007), sendo a matriz que margeia as bordas do fragmento composta por áreas urbanas.

Este fragmento apresenta espécies arbóreas de grande porte, as quais atingem alturas em torno dos 20 m, como exemplo *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex. Walp. (Fabaceae), *Simarouba amara* D.C. (Simaroubaceae) e *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin (Araliaceae), espécie típica deste estrato. Já as árvores que atingem de 15 a 20 m de altura destacam-se *Byrsonima sericea* DC. (Malpighiaceae) e *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), típicas de floresta secundária. Outras árvores frequentes neste estrato são *Aspidosperma discolor* A.DC. (Apocynaceae) e *Sclerolobium densiflorum* Benth. (Fabaceae), esta última, em alguns trechos, domina completamente a paisagem. Alguns indivíduos alcançam alturas que variam entre 10 a 15 m, destacando-se *Thyrsodium schomburgkianum* Benth (Anacardiaceae) e *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers (Lecythidaceae). Em alguns trechos da floresta encontram-se indivíduos jovens e, sobretudo, rebrotos de árvores de grande porte e com grande valor comercial, como é o caso de *Manilkara salzmanni* (A. DC.) H.J. Lam (Sapotaceae), *Hymenaea rubiflora* Ducke. (Fabaceae) e *Apeiba tibourbou* Aubl. (Malvaceae) (Pessoa *et al.* 2009).

As áreas de borda são representadas por uma riqueza de espécies herbáceas representados pelas famílias Cyperaceae (14 espécies), Poaceae (11 espécies), Asteraceae (8 espécies), Fabaceae (6 espécies), Rubiaceae (4 espécies), Malvaceae (3 espécies) e Polygalaceae (3 espécies), perfazendo 65,33% do total de espécies herbáceas que ocupam este habitat (Soares Jr. *et al.* 2008).

Coleta e tratamento de dados da chuva de sementes – Para caracterizar a chuva de sementes foram instalados 60 coletores de forma aleatória com o auxílio do programa Arcview (Esri, 1998) em três habitats ocorrentes no fragmento.

Os três habitats considerados foram: borda (delimitada a 100 m para dentro do fragmento – área total de 69,65 ha), interior (centro do fragmento – área total de 82,37 ha) e área degradada (área que sofreu corte raso há 26 anos atrás – área total de 1,95 ha). Na borda e interior, foram instaladas 40 parcelas de 10 m x 10 m distribuídas aleatoriamente para a análise de parâmetros fitossociológicos (Pessoa *et al.* dados não

publicados). Uma vez instaladas, utilizaram-se as mesmas parcelas para alocar os coletores de chuva de sementes, que ficaram no centro de cada parcela, sendo 20 coletores na borda (área total do coletor de cinco m²), 20 coletores no interior. Devido ao corte sofrido na área degradada, há ausência de espécies lenhosa, motivo pelo qual não foram instaladas parcelas. Neste habitat foram também instalados aleatoriamente 20 coletores.

Os coletores possuem uma superfície de 0,25 m² (0,5 m x 0,5 m), foram instalados a 30 cm acima do solo e confeccionados de forma quadrada com malha de nylon de 1 mm, com profundidade de aproximadamente 20 cm, com a função de reter todo o material em deposição. Estes coletores foram enumerados de acordo com a ordem no sorteio realizado para sua instalação. As coletas foram realizadas com intervalos de vinte dias por um período de 24 meses (julho de 2008 a junho de 2010). Todo o material retido dos coletores foi armazenado em sacos de polietileno devidamente identificados com a numeração de cada coletor. Este material coletado foi triado com auxílio de estereomicroscópio, separando em frações de folhas, galhos, flores, frutos, sementes e outros (insetos, pedras, excrementos, etc.) de acordo com a metodologia usual (Araújo 2002, Hardesty & Parker 2002). Os frutos presentes nas amostras foram abertos para a retirada das sementes. A identificação das sementes foi realizada com a ajuda de taxonomistas e através da comparação de frutos/sementes disponíveis em bibliografias (Lorenzi 1998a, 1998b, 2009, Barroso *et al.* 1999), além da checagem de exemplares depositados nos Herbários Dárdano de Andrade Lima (IPA) e do Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR).

Para os dados coletados foram calculadas as seguintes variáveis:

1 - densidade de deposição de sementes total e mensal (quando havia duas coletas no mês, tirou-se uma média do número de sementes por espécie) por habitat (sementes/m²), dividindo-se o número de sementes encontradas nos coletores de cada habitat pela área amostral de cada habitat (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974);

2 - As sementes foram classificadas em cinco classes de tamanho propostos por Tabarelli e Peres (2002): muito pequenas (1-3 mm de comprimento), pequenas (3,1-6 mm), médias (6,1-15 mm), grandes (15,1-30 mm) e muito grandes (>30 mm de comprimento). Todas as espécies que apresentaram sementes menor que 1 mm foram descartadas das amostras devido a classificação adotada;

3 - A dispersão das sementes foi classificada em anemocórica (espécies que possuem diásporos com dispersão pelo vento); zoocórica (espécies que possuem diásporos com

dispersão por animais); autocórica (espécies que possuem diásporos com dispersão pela força gravitacional ou que possuem mecanismos para autodispersão) (van der Pijl 1982);

4 – Quanto à riqueza, as sementes foram agrupadas em morfoespécies e classificadas em níveis taxonômicos, quando possível.

Análise estatística – Para verificar se as espécies de borda, interior e área degradada formam grupos taxonômicos distintos foram realizados dois procedimentos. Primeiro, foi usado o programa NTSYSpc 2.01t software (Rohlf, 2000) para realizar uma análise de similaridade de Jaccard (Krebs 1989) a partir de uma matriz (presença/ausência) contendo 182 espécies/morfoespécies dos três habitats. Depois, foi usado o programa Statistica 7 (StatSoft 2004) para realizar uma ANOVA seguido do teste *a posteriori* de Tukey (Sokal e Rohlf 1995) comparando as similaridades médias entre (a) borda (b) interior, (c) área degrada, (c) pares do conjunto borda, interior e área degradada. Se as espécies estivessem, de fato, agrupadas em habitats distintos, então era de se esperar que a similaridade média entre os habitats fossem maiores do que a similaridade média dos pares de parcelas formados pelo conjunto.

Foi realizado ainda o teste de Mantel para verificar se a distribuição das parcelas no fragmento estudado apresentava autocorrelação espacial. Para isto, a matriz de similaridade (Jaccard) entre cada habitat foi comparada com a matriz de distância geográfica do respectivo habitat.

Para detectar o efeito das variáveis dependentes (tamanho de sementes) sobre as variáveis independentes (riqueza de sementes e densidade de sementes) na borda, interior e área degradada do fragmento, foi utilizado o General Linear Models (GLM). Para a realização desta análise utilizou-se o Statistica 7 (StatSoft 2004) e os valores das variáveis das sementes foram convertidas em $\log+1$, para estabilizar a variância, melhorar a normalidade dos dados e aumentar a poder dos modelos.

O teste G de contingência foi utilizado para testar a distribuição das espécies nas diferentes síndrome de dispersão entre os habitats (3 x 3) com auxílio do programa BioEstat 5 (Ayres *et al.* 2007). O mesmo teste foi utilizado para comparar a distribuição da classe de tamanho entre cada habitat.

Os testes realizados contabilizaram as sementes depositadas nos coletores, exceto as sementes pertencentes à família Melastomataceae, uma vez que os frutos

depositados nos coletores apresentaram um grande número de sementes, onde os dados analisados não apresentavam nenhuma relação. Quando retirada as sementes desta família, observou-se uma relação entre as sementes e as variáveis analisadas.

DISCUSSÃO

A deposição de sementes nos três habitats não diferiu significativamente. Isso pode ser explicado pela ausência de auto-correlação espacial através do teste de Mantel. Ao contrário deste estudo, Melo *et al.* (2006) que estudando um fragmento florestal em Alagoas no Nordeste do país, encontrou uma maior número e densidade de sementes na borda do fragmento, assim como Araújo *et al.* (2004), que analisaram a chuva de sementes em um fragmento de floresta Estacional Decidual no Sul do país, encontraram também um maior número de sementes na borda diminuindo para o interior. Esta diferença no número de sementes e densidade encontradas em alguns fragmentos florestais são consequência da fragmentação das florestas e a perda de habitat, que podem afetar muito dos eventos que participam do ciclo de vida da planta como a polinização, dispersão de sementes, recrutamento de plântulas e sobrevivência destas plântulas que são alteradas devido a criação de bordas florestais (Silva e Tabarelli 2000, Laurence 2001). Nas bordas dos fragmentos alguns atributos das sementes são afetados devido a maior exposição aos fatores abióticos, como a temperatura, por exemplo, proporcionando uma diminuição no número de sementes grandes, além de diminuir a dispersão por vertebrados (Melo *et al.* 2006). Atrelado a estas questões, este efeito da fragmentação ocasiona o estabelecimento de espécies pioneiras intolerantes a sombra de depositam um alto número de sementes proporcionando esta alta densidade de sementes na borda do fragmento (Laurence *et al.*, 2002, Tabarelli *et al.* 2010)

No presente estudo, os habitats de borda e interior apresentaram sementes médias, enquanto que na área degradada foram encontradas sementes muito pequenas. Tabarelli e Perez (2002) examinaram a proporção de sementes, modo de dispersão, classe de tamanho dos frutos e das sementes em função de diferentes fragmentos com diferentes idades. Eles observaram que sementes pequenas (<0,6cm) e médias (0,6-1,5cm) apresentaram uma maior percentagem em todos os fragmentos estudados e encontraram ainda uma forte relação negativa entre a idade do fragmento e a percentagem de sementes pequenas mostrando que fragmentos maduros têm uma menor percentagem de sementes pequenas. Esta variação do tamanho de sementes em fragmentos florestais também foi observada por Melo *et al.* (2006) que mostraram um

maior número de sementes pequenas na borda e de sementes médias no interior do fragmento. E consideraram que a falta de sementes grandes na borda se deve a falta de grandes frugívoros capazes de dispersar as sementes do interior do fragmento para a borda. Esta ausência de frugívoros como mamíferos e aves se deve a um problema que ocorre na maioria dos fragmentos florestais, a caça desordenada. Em um estudo realizado por Silva e Tabarelli (2000) os autores argumentaram que a caça tem levado muitos animais a extinção e isso ocasiona a limitação do fluxo de sementes.

Assim como nos demais estudos realizados em floresta Atlântica a dispersão zoocórica foi representativo nos três habitats estudados. Entretanto, os dados não mostraram diferença significativa entre si. Dos trabalhos realizados muitos fazem inferência a dispersão de sementes por animais no interior do fragmento (Morellato & Leitão-Filho 1991, Silva & Tabarelli 2000, Tabarelli & Perez 2002, Cara 2006, Melo *et al.* 2006) e que na borda o somatório de fatores abióticos, como vento e maior incidência de luz podem acarretar uma vegetação diferenciada do interior, proporcionando a predominância de espécies pioneiras, plantas invasoras e lianas (trepadeiras), que neste último caso, prevalece a dispersão pelo vento (Morellato & Leitão-Filho 1995). Esta predominância da zoocoria mostra a importância das interações bióticas nas florestas tropicais (Fleming 1979, Howe & Smallwood 1982, Mikich & Silva 2001) e diferencia este ecossistema dos demais, onde em áreas secas a anemocoria se sobressai (Fenner 1985), e a diminuição desta interação planta-animal pode ocasionar uma redução ou até mesmo a extinção de algumas espécies vegetais (Griz & Machado 1998).

Este trabalho mostrou um maior número de sementes médias na borda e interior do fragmento, indicando que o fragmento urbano estudado apresenta uma flora composta por espécies pioneiras, assim como na área degradada onde a maioria das sementes coletadas foram muito pequenas, de espécies típicas de borda (e.g. *Cecropia glaziovii*). Apesar da zoocoria predominar nos três habitats estudados, a ausência de grandes frugívoros na área estudada pode comprometer o futuro do fragmento florestal urbano de Caetés. Silva e Tabarelli (2000) discutem que a floresta Atlântica do Nordeste do país, possivelmente, poderá ser dominada por árvores dispersas por fatores abióticos, ocorrendo uma predominância de espécies arbóreas com frutos pequenos. Isso demonstra que a alteração na estrutura da vegetação pode acarretar a perda de dispersores e como consequência, poderá haver alteração nos processos de auto-manutenção, regeneração e expansão da floresta.

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; aos especialistas pelas identificações do material botânico coletado em especial ao Dr. Eduardo B. Almeida Jr.; a CAPES/CNPq pela bolsa de doutorado de L. M. Pessoa.

LITERATURA CITADA

ARAÚJO, R. S. 2002. Chuva de sementes e deposição de serrapilheira em três sistemas de revegetação de áreas degradadas na reserva biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 102 f.

ARAÚJO M. M., S. J. LONGHI, P. L. C. BARROS, e D. A. BRENA. 2004. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. *Scientia Forestalis* 66:128-141.

AYRES, M., M. AYRES JR., D. L. AYRES e A. A. S. SANTOS. 2007. BioEstat – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Versão 5.0, Sociedade Civil Mamirauá, MCT – CNPq, Belém, Pará, Brasil.

BARROSO, G. M., M. P. MORIM, A. L. PEIXOTO e C. L. F. ICHASO. 1999. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: UFV. 443 f.

CARA, P. R. A. 2006. 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.

CLACK, J. S., M. SILMA, R. KERN, E. MACKLIN, e J. HILLERRISLAMBERS. 1999. Seed dispersal near and far: patterns across temperate and tropical forest. *Ecology* 80: 1475–1494.

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

ESRI. 1998. *Arcview GIS* 3.1. ESRI, United States of America.

FENNER, M. 1985. *Seed ecology*. New York: Chapman and Hall.

FISZON, J. T., N. P. X. MARCHIORO, R. M. BRITEZ, D. C. CABRAL, N. C. CAMELY, V. CANAVESI, P. R. CASTELLA, E. B. V. CASTRO, L. C. JUNIOR, M. B. S. CUNHA, E. O. FIGUEIREDO, I. L. FRANKE, H. GOMES, L. J. GOMES, V. H. V. HREISEMNOU, E. C. LANDAU, S. M. F. LIMA, A. T. L. LOPES, E. M. NETO, A. L. MELLO, L. C. OLIVEIRA, K. Y. ONO, N. W. V. PEREIRA, A. S. RODRIGUES, A. A. F. RODRIGUES, C. R. RUIZ, L. F. G. L. SANTOS, W. S. SMITH, e C. R. SOUZA, 2003. Causas antrópicas. *In*: D.M. RAMBALDI, e D.A.S. OLIVEIRA (Eds.). *Fragmentação de ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendação de políticas públicas*, pp. 66-99. Brasília, MMA/SBF.

FLEMING, T. H. 1979. Do tropical frugivores compete for food? *Amer Zool* 19: 1157-1172.

GROMBONE-GUARATINI, M. T., e R. R. RODRIGUES. 2002. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous Forest in South-Eastern Brazil. *J. Trop. Ecol.* 18: 759-774.

HARDESTY, B. D., e V. T. PARKER. 2002. Community seed rain patterns and a comparison to adult community structure in a West African tropical forest. *Plant Ecol.* 164: 49-64.

HOLL, K. D. 1999. Factors limiting rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. *Biotropica*. 31: 229-242.

HOWE, H. F., e J. SMALLWOOD. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 13: 201-228.

IBGE. 1992. Manual técnica da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE.

JANZEN, D. H. 1971. Seed predation by animals. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 2: 465-492.

KREBS C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins, New York.

LAURANCE, W. F. 2001. Fragmentation and plant communities: synthesis and implications for landscape management. *In* R. O. Bierregaard, C. Gascon, T. E. Lovejoy e R. C. G. Mesquita (Eds.). *Lessons from Amazonia: the Ecology and Conservation of a Fragmented Forest*. Yale University Press, pp. 158–168. New Haven.

LAURENCE, W. L., e H. L. VASCONCELOS. 2009. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. *Oecol. Brasil*. 13: 434-451.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1998a. v. 1, p.373.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1998b. v. 2, p.373.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2009. v. 3, p.384.

MARTINI, A. M. Z., e F. A. M. SANTOS. 2007. Effects of distinct types of disturbance on seed rain in the Atlantic forest of NE Brazil. *Plant Ecol.* 190: 81–95.

MELO, F. P. L., R. DIRZO, e M. TABARELLI. 2006. Biased seed rain in Forest edges: Evidence from the Brazilian Atlantic forest. *Biol. Conserv.* 132: 50-60.

MIKICH, S. B., e S. M. SILVA. 2001. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual no Centro-Oeste do Paraná, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 15(1): 89-113.

MORELLATO, L. P. C., e H. F. LEITÃO FILHO. 1995. *Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana*. Campinas, Editora UNICAMP.

MORELLATO, L. P. C., e H. F. LEITÃO FILHO. 1991. História natural da Serra do Japi ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Campinas: FAPESP/UNICAMP, p. 187-192.

MUELLER-DOMBOIS, D., e H. ELLENBERG. 1974. *Aim and methods in vegetation ecology*. New York: John Wiley and Sons, New York, 350 p.

MYERS, N., R. A. MITTERMEIER, C. G. MITTERMEIER, G. A. B. FONSECA, e J. KENT. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

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

PIVELLO, V. R., D. PETENON, F. M. JESUS, S. T. MEIRELLES, M. M. VIDAL, R. A. S. ALONSO, G. A. D. C. FRANCO, e J. P. METZGER. 2006. Chuva de sementes em fragmentos de floresta atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. *Acta Bot. Bras.* 20: 845-859.

van der PIJL, L. 1982. *Principles of dispersal in higher plants*. New York: Springer Verlag,

REIS, A. C. 1970. *Contribuição ao estudo do clima de Pernambuco*. Recife: CONDEPE, (Série Agricultura, 1).

ROHLF F. J. 2000. NTSYSpc: numerical taxonomy and multivariate data analysis system, ver. 2.01. Exeter Software, Setauket.

SCHUPP, E. W., H. F. HOWE, C. K. AUGSPURGER, e D.J. LEVEY. 1989. Arrival and survival in tropical treefall gaps. *Ecology*. 70: 562-564.

SILVA, J. C. S., e M. TABARELLI. 2000. The species impoverishment and the future flora of the Atlantic Forest of northeast Brazil. *Nature* 404: 72-74.

SOARES JR., R. C., E. B. ALMEIDA JR., L. M. PESSOA, R. M. M. PIMENTEL, e C. S. ZICKEL. 2008. Flora do estrato herbáceo em um fragmento urbano de floresta Atlântica – PE. *Rev.Geog.* 25: 35-49.

SOKAL R. R., e F. J. ROHLF. 1995. *Biometry*. Freeman and Company, New York.

TABARELLI, M., e C. A. PERES. 2002. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. *Biol. Conserv.* 106: 165-176.

TONHASCA-JUNIOR, A. 2005. *Ecologia e história natural da Mata Atlântica*. Rio de Janeiro: Editora Interciência.

VIEIRA, I. C. G. 1996. *Forest succession after shifting cultivation in eastern Amazônia*. Thesis (Magister Science) – University of Stirling, Stirling. 205p.

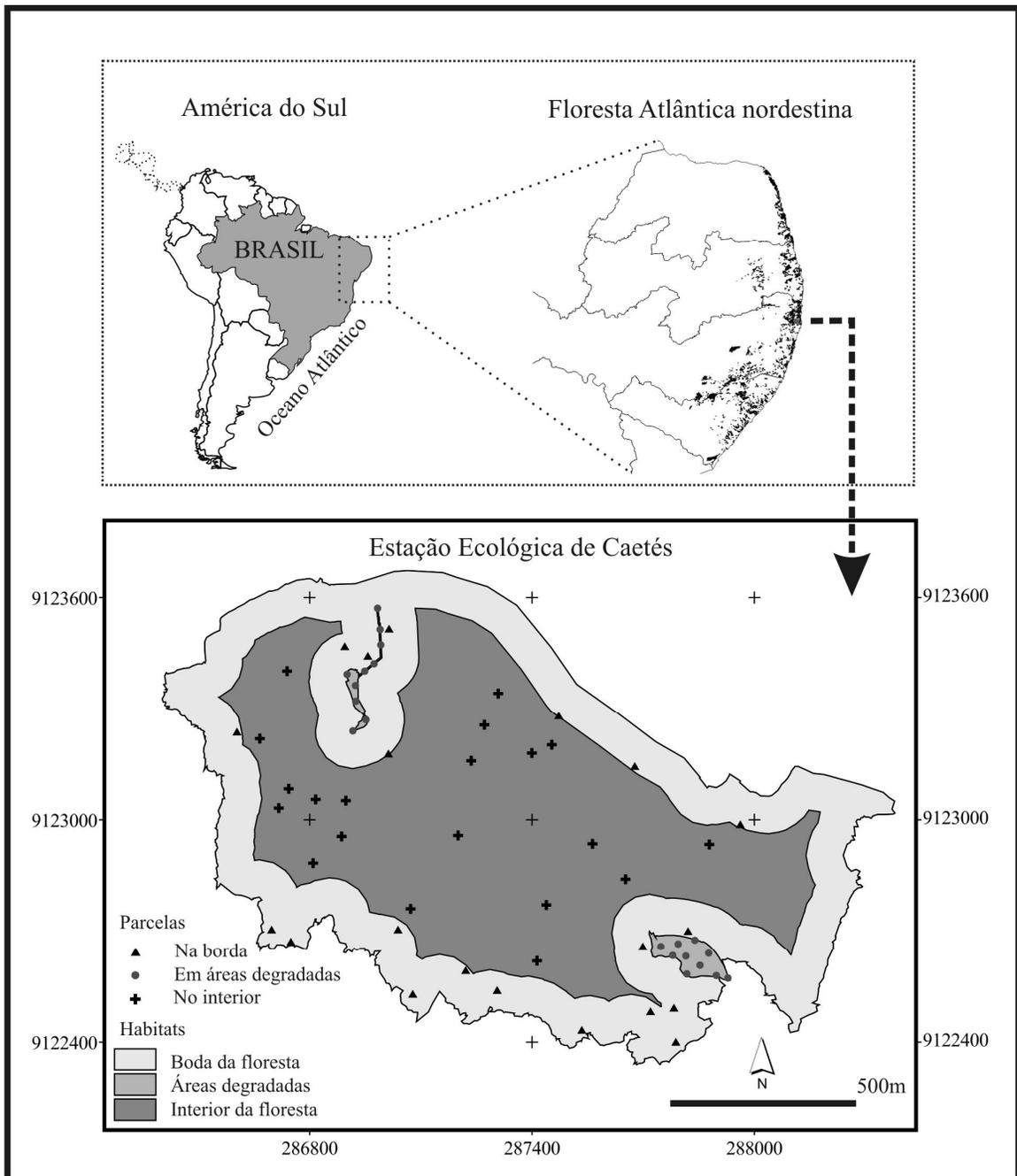


Figura 1 - Localização da Estação Ecológica de Caetés, Paulista / PE, Brasil.

ANEXOS

FLORA – INSTRUCTIONS TO AUTHORS

1. FLORA publishes regular articles and reviews, the latter solicited by the editors. Only contributions will be accepted which have not been published previously.

Manuscripts should be submitted either as .doc files by email attachment or as printout in triplicate to the Editor-in-Chief: Prof. i.R. Dr. Rainer Lösch, Nebensteingasse 1, D-63739 Aschaffenburg, Germany, e-mail: Loesch.Rainer@t-online.de. Correspondence between authors and editor occurs by preference via e-mail.

2. **Copyright.** Once a paper is accepted, authors will be asked to transfer copyright (for more information on copyright, see <http://www.elsevier.com/authorsrights>). A form facilitating transfer of copyright will be provided after acceptance. If material from other copyrighted works is included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article.

3. The manuscript will be **reviewed** by two referees, at least one of them being a FLORA Editorial Board member. Decision about acceptance of a manuscript is based upon these reviews.

4. Manuscripts should be written in **English** or **German**; publication in English is recommended. Publication in French or Spanish is possible in exceptional cases by appointment of the editor-in-chief. Authors not using their mother tongue are strongly advised to have the text reviewed by a native speaker before submission. Manuscripts should be **submitted in final form** and prepared in accordance with the journal's accepted practice, form and content. Manuscripts should be checked carefully to exclude the need for corrections in proof. They should be typed doublespaced throughout, on one side of the paper only and with wide margins.

5. The first page (**title page**) should contain the full title of the paper, the full name(s) and surname(s) of the author(s), name of laboratory where the study was carried out, and the address (incl. e-mail) of the author(s).

6. Each manuscript must be preceded by an **English title** and an **English abstract** which presents briefly the major results and conclusions of the paper. In case of not-English-written papers this summary must be more extensive as normal and may be as long as maximally 1½ printed pages. Immediately following the abstract, up to six English **key words** should be supplied indicating the scope of the paper. **Legends of figures and tables** must be given also in **English** in the case of non-English papers.

7. Papers should be written as concise as possible; as a rule, the total length of an article must not exceed 10 printed pages; exceptions are possible only upon explicit consent of the editors.

The main portion of the paper should preferably be divided into four sections: **Introduction**, **Materials and methods**, **Results**, and **Discussion**, followed by **Acknowledgements** (if necessary) and **References**. Each section and sub-section must bear a heading.

8. **Text marking:** Names of Authors should not be written in capitals. Scientific names up to the genus are to be written in italics (*Viola alba* subsp. *alba*); plant community names are not to be printed in italics (*Seslerietum*, but *Sesleria*-slope). The SI-System of units must be used wherever possible.

9. The beginning of a paragraph should be indented. The section "References", captions for illustrations and tables will be printed in small print (petit).

10. Each **table** should be typed on a separate sheet of paper resp. on a separate page of a file. Tables should be numbered consecutively in Arabic numerals, e.g. “Table 1, Table 2”, etc., and attached to the end of the text. Tables should be supplied with headings, kept as simple as possible.

11. **Figures** (including photographic prints, line drawings and maps) should be numbered consecutively in Arabic numerals, e.g. “Fig. 1, Fig. 2”, etc. and attached to the text after the tables. Legends for figures should be listed consecutively on a separate page. Plan all figures to suit a column width of 8.8 cm or a page width of 18.2 cm. Figures, in particular photographs, may be combined to a maximum plate size of 18.2 cm x 24.3 cm.

Submit illustration **files** separately from text files. Files for full color images must be in a RGB color space for online publication (e.g. at ScienceDirect). Usually, the RGB files will be converted to the CMYK color space for the print process. Elsevier recommends that only TIFF, EPS or PDF formats are used for electronic artwork. MS Office files (Word, Excel and Powerpoint) are also accepted. Journal quality reproduction will require greyscale and color files at resolutions yielding approximately 300 dpi. Bitmapped line art should be submitted at resolutions yielding 600-1200 dpi.

12. **Photographs** should be black-and-white, high-contrast, sharp glossy prints of the original negative and in a square or rectangular format.

Free colour reproduction. If, together with your accepted article, you submit usable colour figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in colour on the web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version. Colour figures can be printed only if the costs are covered by the author (€ 250.00 for first colour figure, € 200.00 for every following colour figure). For further information on the preparation of electronic artwork, please see www.elsevier.com/locate/authorartwork.

Magnification of microphotographs should be indicated by a scale bar. Inscriptions, marks, and scale bars should preferably be drawn neatly in black ink in an appropriate size on the face of the illustrations, or appropriate fonts should be used when preparing the electronic file. When several pictures are used to produce a single plate, please ensure that they fit each other in size, are of equal contrast, and that they correspond to the caption in number and description.

13. **Line drawings** (incl. maps) should be large enough in all their details to permit a suitable reduction. Important points to note are thickness of lines, size of inscriptions, size of symbols, adequate spacing of shaded and dotted areas.

14. Figures and tables should always be mentioned in the text in numerical order. The author should mark in the margin of the manuscript where figures and tables are to be inserted.

15. When quoting **references** in the text, the following format should be used: Meyer (1999) resp. (Meyer, 1999), Meyer and Smith (1995) resp. (Meyer and Smith, 1995) or Meyer et al. (1990) resp. (Meyer et al., 1990). Several papers by the same author(s) published in the same year should be differentiated in the text, and in the list of references, by a, b, c following the year of publication. “et al.” should be used in the text in the case of more than two authors. Quotations of references from different authors within one pair of brackets must be separated by semicolons, commata are to be put between the years of publication of papers of the same author: (Meyer, 1992, 1999; Meyer and Smith, 1995; Jones et al., 1998a, b).

References should be listed alphabetically. Listings of several works by the same author should be grouped in chronological order. Then, papers of this author each with another one will follow according to the alphabetical order of the second author names, papers with three and more

authors (“et al.” in the text) will then be arranged again in the chronological order. The style to be used is shown in the following examples:

a. Papers published in periodicals:

Akhalkatsi, M., Wagner, J., 1996. Reproductive phenology and seed development of *Gentianella caucasea* in different habitats in the Central Caucasus. *Flora* 191, 161-168.

Zotz, G., Patiño, S., Tyree, M.T., 1997. CO₂ gas exchange and the occurrence of CAM in tropical woody hemiepiphytes. *J. Exp. Biol.* 192, 143-150.

b. Books:

Takhtajan, A., 1959. *Die Evolution der Angiospermen*. G. Fischer, Jena.

c. Papers published in multiauthor books:

Mathes, U., Feige, G.B., 1983. Ecophysiology of lichen symbiosis. In: Lange, O.L., Nobel, P.S., Osmond, C.B., Ziegler, H. (Eds.), *Physiological plant ecology. II. Responses to the chemical and biological environment*. Encyclopedia of plant physiology. New Series, vol. 12C, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, pp. 423-467.

The titles of books and papers in periodicals should always be quoted completely and exactly. Titles of periodicals should be abbreviated according to the usual rules listed e.g. in the World List of Scientific Periodicals or in Biological Abstracts. The number of the volume should be given in Arabic numerals.

16. When papers are cited which were originally published in languages which use alphabets other than Latin (e.g. Russian Cyrillic etc.), then the author, title of the paper and the periodical name itself must be **transliterated** using standards like ISO 1 or ISO 2 (cf. *Taxon* **30**: 168-183).

17. *FLORA* is produced directly in **page set**. Consequently the author only receives the final page proofs for checking and approval. *Extended corrections are not more possible at this stage*.

18. Publication of an article of normal size and without color photographs in *FLORA* is **free of charge** to the author(s). In exchange, the **Copyright** of the article is transferred to the publisher. However, the author(s) will be free to use single figures or tables of the article in subsequent own work. The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail. The PDF file is watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use. Additional offprints may be ordered when proofs are returned. Until publication of the print edition, corrected proofs will be available at online first (www.sciencedirect.com).

19. **Funding body agreements and policies.** Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors who publish in Elsevier journals to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

BIOTROPICA – JOURNAL OF THE ASSOCIATION FOR TROPICAL BIOLOGY AND CONSERVATION

CHECKLIST FOR PREPARATION OF MANUSCRIPTS AND ILLUSTRATIONS (updated February 2010)

Online submission and review of manuscripts is mandatory effective 01 January 2005.

Please format your paper according to these instructions and then go to the following website to submit your manuscript (<http://mc.manuscriptcentral.com/bitr>). Contact the BIOTROPICA Office for assistance if you are unable to submit your manuscript via Manuscript Central (biotropica@env.ethz.ch).

Authors are requested to provide a **cover letter** that details the **novelty, relevance and implications** of their work, and a brief explanation of the suitability of the work for BIOTROPICA. The number of words in the manuscript should also be given in the cover letter. Owing to limited space within Biotropica we ask authors to place figures and tables that do not have central relevance to the manuscript as online Supporting Information (SI). SI accompanies the online version of a manuscript and will be fully accessible to everyone with electronic access to Biotropica. Authors are welcome to submit supplementary information, including photographs, for inclusion as SI, although all such material must be cited in the text of the printed manuscript. The Editor reserves the right to make decisions regarding tables, figures and other materials in SI. If authors disagree with the Editor's decision, they could ask for such tables and figures to be included in the printed article on the condition that the authors cover the additional page charges incurred at the rate of US \$60 per page.

I. General Instructions

- Publication must be in English, but second abstract in other languages (such as Spanish, French, Portuguese, Hindi, Arabic, Chinese etc.) may be published as online Supporting Information. BIOTROPICA offers assistance in editing manuscripts if this is required (see English Editorial Assistance below). Second abstracts will **not** be copy-edited and the author(s) must take full responsibility for content and quality.
- Manuscripts may be submitted in the following categories, based on these suggested word limits:
 - Paper (up to 5000 words)
 - Insights (up to 2000 words)
 - Review (up to 8000 words)
 - Commentary (up to 2000 words)
 Word counts exclude title page, abstract(s), literature cited, tables, figures, or appendices.
- Use 8.5" x 11" page size (letter size). Double space everything, including tables, figure legends, abstract, and literature cited.
- Use a 1" margin on all sides. Align left. Avoid hyphens or dashes at ends of lines; do not divide a word at the end of a line.
- Use standard 12 point type (Times New Roman).
- Indent all but the first paragraph of each section.
- Use italics instead of underline throughout. Italicize non-English words such as *e.g.*, *i.e.*, *et al.*, *cf.*, *ca.*, *n.b.*, *post-hoc*, and *sensu* (the exceptions being 'vs.' and 'etc.').
- Include page number in the centre of all pages. Do use line numbering starting on each page.
- Cite each figure and table in the text. Tables and figures must be numbered in the order in which they are cited in the text.
- Use these abbreviations: yr (singular & plural), mo, wk, d, h, min, sec, diam, km, cm, mm, ha, kg, g, L, g/m²
- For units, avoid use of negative numbers as superscripts: use the notation /m² rather than m⁻².
- Write out other abbreviations the first time they are used in the text; abbreviate thereafter: "El Niño Southern Oscillation (ENSO) . . ."

- Numbers: Write out one to ten unless a measurement (*e.g.*, four trees, 6 mm, 35 sites, 7 yr, 10 × 5 m, > 7 m, ± SE) or in combination with other numbers (*e.g.*, 5 bees and 12 wasps). Use a comma as a separator in numbers with **more than** four digits (*i.e.*, 1000, but 10,000); use decimal points as in 0.13; 21°C (no spaces); use dashes to indicate a set location of a given size (*e.g.*, 1-ha plot).
- Spell out 'percent' except when used in parentheses (20%) and for 95% CI.
- Statistical abbreviations: Use italics for *P*, *N*, *t*, *F*, *R*, *r*, *G*, *U*, *N*, χ^2 (italics, superscripts non-italics); but use roman for: df, SD, SE, SEM, CI, two-way ANOVA, ns
- Dates: 10 December 1997; Times: 0930 h, 2130 h
- Latitude and Longitude are expressed as: 10°34'21" N, 14°26'12" W
- Above sea level is expressed as: asl
- Regions: SE Asia, UK (no periods), but note that U.S.A. includes periods.
- Geographical place names should use the English spelling in the text (Zurich, Florence, Brazil), but authors may use their preferred spelling when listing their affiliation (Zürich, Firenze, Brasil).
- Lists in the text should follow the style: ... : (1)... ; (2)...; and (3)..., as in, "The aims of the study were to: (1) evaluate pollination success in *Medusagyne oppositifolia*; (2) quantify gene flow between populations; and (3) score seed set."
- Each reference cited in text must be listed in the Literature Cited section, and vice versa. Double check for consistency, spelling and details of publication, including city and country of publisher.
- For manuscripts ACCEPTED for publication but not yet published, cite as Yaz (in press) or (Yaz, in press). Materials already published online can be cited using the digital object identifier (doi)
- Literature citations in the text are as follows:
 - One author: Yaz (1992) or (Yaz 1992)
 - Two authors: Yaz and Ramirez (1992); (Yaz & Ramirez 1992)
 - Three or more authors: Yaz *et al.* (1992), but include ALL authors in the literature cited section.
- Cite unpublished materials or papers not in press as (J. Yaz, pers. obs.) or (J. Yaz, unpubl. data). Initials and last name must be provided. 'In prep' or 'submitted' are NOT acceptable, and we encourage authors not to use 'pers. obs.' or 'unpubl. data' unless absolutely necessary. Personal communications are cited as (K. A. Liston, pers. comm.).
- Use commas (Yaz & Taz 1981, Ramirez 1983) to separate citations, BUT use semicolon for different types of citations (Fig. 4; Table 2) or with multiple dates per author (Yaz *et al.* 1982a, b; Taz 1990, 1991). Order references by year, then alphabetical (Azy 1980, Yaz 1980, Azy 1985).
- Assemble manuscripts in this order:
 - Title page
 - Abstract (s)
 - Key words
 - Text
 - Acknowledgments (spelled like this)
 - Literature cited
 - Tables
 - Appendix (when applicable)
 - Figure legends (one page)
 - Figures
- For the review purpose, submit the entire manuscript, with Tables, Figure legends and Figures embedded at the end of the manuscript text, as a Microsoft Word for Windows document (*.doc), or equivalent for Mac or Linux. Do NOT submit papers as pdf files.

II. Title Page

(Do not number the title page)

- Running heads two lines below top of page.

LRH: Yaz, Pirozki, and Peigh (may not exceed 50 characters or six author names; use Yaz *et al.*)

RRH: Seed Dispersal by Primates (use capitals; may not exceed 50 characters or six words)

- Complete title, flush left, near middle of page, Bold Type and Initial Caps, usually no more than 12 words.
- Where species names are given in the title it should be clear to general readers what type(s) of organism(s) are being referred to, either by using Family appellation or common name. For example: 'Invasion of African Savanna Woodlands by the Jellyfish tree *Medusagyne oppositifolia*', or 'Invasion of African Savanna Woodlands by *Medusagyne oppositifolia* (Medusagynaceae)'
- Titles that include a geographic locality should make sure that this is clear to the general reader. For example: 'New Species of Hummingbird Discovered on Flores, Indonesia', and NOT 'New Species of Hummingbird Discovered on Flores'.
- Below title, include author(s) name(s), affiliation(s), and unabbreviated complete address(es). Use superscript number(s) following author(s) name(s) to indicate current location(s) if different than above. In multi-authored papers, additional footnote superscripts may be used to indicate the corresponding author and e-mail address. **Please refer to a current issue.**
- At the bottom of the title page every article must include: Received ____; revision accepted ____ . (BIOTROPICA will fill in dates.)

III. Abstract Page

(Page 1)

- Abstracts should be concise (maximum of 250 words for papers and reviews; 50 words for Insights; no abstract for Commentary). Include brief statements about the intent, materials and methods, results, and significance of findings. The abstract of Insights should emphasise the novelty and impact of the paper.
- Do not use abbreviations in the abstract.
- Authors are strongly encouraged to provide a second abstract in the language relevant to the country in which the research was conducted**, and which will be published as online Supporting Information. This second abstract should be embedded in the manuscript text following the first abstract.
- Provide up to eight key words after the abstract, separated by a semi-colon (;). Key words should be listed alphabetically. Include location, if not already mentioned in the title. See style below. Key words should NOT repeat words used in the title. Authors should aim to provide informative key words—avoid words that are too broad or too specific.
- Key words*: Melastomataceae; *Miconia argentea*; seed dispersal; Panama; tropical wet forest.—Alphabetized and key words in English only.

IV. Text

(Page 2, etc) See General Instructions above, or recent issue of BIOTROPICA (Section I).

- No heading for Introduction. First line or phrase of Introduction should be SMALL CAPS.
- Main headings are **METHODS**, **RESULTS**, and **DISCUSSION**: All CAPITALS and **Bold**. Flush left, one line.
- One line space between main heading and text
- Second level headings: SMALL CAPS, flush left, Capitalize first letter, begin sentence with em-dash, same line (*e.g.*, INVENTORY TECHNIQUE.—The ant inventory...).
- Use no more than second level headings.
- Do not use footnotes in this section.
- References to figures are in the form of ‘Fig. 1’, and tables as ‘Table 1’. Reference to online Supporting Information is as ‘Fig. S1’ or ‘Table S1’.

V. Literature Cited

(Continue page numbering and double spacing)

- No ‘in prep.’ or ‘submitted’ titles are acceptable; cite only articles published or ‘in press’. ‘In press’ citations must be accepted for publication. Include journal or publisher.
- Verify all entries against original sources, especially journal titles, accents, diacritical marks, and spelling in languages other than English.
- Cite references in alphabetical order by first author's surname. References by a single author precede multi-authored works by the same senior author, regardless of date.
- List works by the same author chronologically, beginning with the earliest date of publication.
- Insert a period and space after each initial of an author's name; example: YAZ, A. B., AND B. AZY. 1980.
- Authors Names: use SMALL CAPS.
- Every** reference should spell out author names as described above. BIOTROPICA no longer uses ‘em-dashes’ (—) to substitute previously mentioned authors.
- Use journal name abbreviations (see <http://www.bioscience.org/atlas/jourabbr/list.htm>). If in doubt provide full journal name.
- Double-space. Hanging indent of 0.5 inch.
- Leave a space between volume and page numbers and do not include issue numbers. 27: 3–12
- Article in books, use: AZY, B. 1982. Title of book chapter. *In* G. Yaz (Ed.). Book title, pp. 24–36. Blackwell Publications, Oxford, UK.
- Dissertations, use: ‘PhD Dissertation’ and ‘MSc Dissertation’.

VI. Tables

(Continue page numbering)

- Each table must start on a separate page, double-spaced. The Table number should be in Arabic numerals followed by a period. Capitalize first word of title, double space the table caption. Caption should be italicized, except for words and species names that are normally in italics.
- Indicate footnotes by lowercase superscript letters (^a, ^b, ^c, etc.).
- Do not use vertical lines in tables.
- Ensure correct alignment of numbers and headings in the table (see current issues)
- Tables must be inserted as a Word table or copy and pasted from Excel in HTML format.

VII. Figure Legends

(Continue page numbering)

- Double-space legends. All legends on one page.
- Type figure legends in paragraph form, starting with 'FIGURE' (uppercase) and number.
- Do not include 'exotic symbols' (lines, dots, triangles, etc.) in figure legends; either label them in the figure or refer to them by name in the legend.
- Label multiple plots/images within one figure as A, B, C etc, as in 'FIGURE 1. Fitness of *Medusagyne oppositifolia* as indicated by (A) seed set and (B) seed viability', making sure to include the labels in the relevant plot.

VIII. Preparation of Illustrations or Graphs

Please consult <http://www.blackwellpublishing.com/bauthor/illustration.asp> for detailed information on submitting electronic artwork. We urge authors to make use of online Supporting Information, particularly for tables and figures that do not have central importance to the manuscript. If the editorial office decides to move tables or figures to SI, a delay in publication of the paper will necessarily result. We therefore advise authors to identify material for SI on submission of the manuscript.

- Black-and-white or half-tone (photographs), drawings, or graphs are all referred to as 'Figures' in the text. Consult editor about color figures. Reproduction is virtually identical to what is submitted; flaws will not be corrected. Consult a recent issue of BIOTROPICA for examples.
- If it is not possible to submit figures embedded within the text file, then submission as *.pdf, *.tif or *.eps files is permissible.
- Native file formats (Excel, DeltaGraph, SigmaPlot, etc.) cannot be used in production. When your manuscript is accepted for publication, for production purposes, authors will be asked upon acceptance of their papers to submit:
 - Line artwork (vector graphics) as *.eps, with a resolution of > 300 dpi at final size
 - Bitmap files (halftones or photographs) as *.tif or *.eps, with a resolution of >300 dpi at final size
- Final figures will be reduced. Be sure that all text will be legible when reduced to the appropriate size. Use large legends and font sizes. We recommend using Arial font (and NOT Bold) for labels within figures.
- Do not use negative exponents in figures, including axis labels.
- Each plot/image grouped in a figure or plate requires a label (*e.g.*, A, B). Use upper case letters on grouped figures, and in text references.
- Use high contrast for bar graphs. Solid black or white is preferred.

IX. Insights (up to 2000 words)

Title page should be formatted as with Papers (see above)

- No section headings.
- Up to two figures or tables (additional material can be published as online Supporting Information).

X. Appendices

- We do NOT encourage the use of Appendices unless absolutely necessary. Appendices will be published as online Supporting Information in almost all cases.
- Appendices are appropriate for species lists, detailed technical methods, mathematical equations and models, or additional references from which data for figures or tables have been derived (*e.g.*, in a review paper). If in doubt, contact the editor.
- Appendices must be referred to in the text, as Appendix S1. Additional figures and tables may be published as SI (as described above), but these should be referred to as Fig. S1, Table S1.
- Appendices should be submitted as a separate file.
- The editor reserves the right to move figures, tables and appendices to SI from the printed text, but will discuss this with the corresponding author in each case.

English Editorial Assistance

Authors for whom English is a second language may choose to have their manuscript professionally edited before submission to improve the English and to prepare the manuscript in accordance with the journal style. Biotropica provides this service at the cost of US\$ 25, - per hour. Please contact the Biotropica office at Biotropica@env.ethz.ch if you wish to make use of this service. The service is paid for by the author and use of a service does not guarantee acceptance or preference for publication.

Manuscripts that are scientifically acceptable but require rewriting to improve clarity and to conform to the Biotropica style will be returned to authors with a provisional acceptance subject to rewriting. Authors of such papers may use the Biotropica editing service at the cost of US\$ 25, - per hour for this purpose.

Most papers require between two to four hours, but this is dependent on the work required. Authors will always be contacted should there be any uncertainty about scientific meaning, and the edited version will be sent to authors for final approval before proceeding with publication.

Questions? Please consult the online user's guide at Manuscript Central first before contacting the editorial office

Phone: 0041 44 632 89 45

Editor's Phone: 0041 44 632 86 27

Fax: 0041 44 632 15 75

biotropica@env.ethz.ch

Please use this address for all inquiries concerning manuscripts and editorial correspondence.