

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

MARCELA TOMAZ PONTES DE OLIVEIRA

ATRIBUTOS REPRODUTIVOS E POLINIZADORES DE ESPÉCIES
ARBÓREAS EM ECOSSISTEMA URBANO

RECIFE

2014

MARCELA TOMAZ PONTES DE OLIVEIRA

**ATRIBUTOS REPRODUTIVOS E POLINIZADORES DE ESPÉCIES
ARBÓREAS EM ECOSSISTEMA URBANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Biologia Vegetal da Universidade Federal de
Pernambuco como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ariadna Valentina Lopes

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Laís Angélica Borges

Área de Concentração: Ecologia Vegetal

Linha de Pesquisa: Biologia Floral e da Reprodução

RECIFE

2014

Catálogo na Fonte:
Bibliotecário Bruno Márcio Gouveia, CRB-4/1788

Oliveira, Marcela Tomaz Pontes

Atributos reprodutivos e polinizadores de espécies arbóreas em ecossistema urbano
/ Marcela Tomaz Pontes. – Recife, 2014.

36 f. : il.

Orientadoras: Ariadna Valentina Lopes, Laís Angélica Borges
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro
de Biociências. Programa de Pós-graduação em Biologia vegetal, 2014.
Inclui referências e anexos

1. Plantas – Reprodução 2. Fertilização de plantas 3. Fenologia vegetal
4. Polinização por insetos I. Lopes, Ariadna Valentina (orient.) II.
Borges, Laís Angélica III. Título.

571.82

CDD (22.ed.)

UFPE/CB-2017-496

MARCELA TOMAZ PONTES DE OLIVEIRA

ATRIBUTOS REPRODUTIVOS E POLINIZADORES DE ESPÉCIES
ARBÓREAS EM ECOSSISTEMA URBANO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Biologia Vegetal da Universidade Federal de
Pernambuco como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal

APROVADA EM: 27/02/2014

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a Dr^a LAÍS ANGÉLICA BORGES (Coorientadora)
Departamento de Ciências Biológicas – UFPB

Prof^a Dr^a INARA ROBERTA LEAL (Titular interno)
Departamento de Botânica – UFPE

Dr. OSWALDO CRUZ NETO (Titular externo)
Departamento de Botânica – UFPE (Pós-Doutorando)

RECIFE

2014

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e ao meu irmão Fabiano, por serem essenciais em minha vida.

À minha orientadora, Dr^a Ariadna Valentina Lopes, pelo carinho, paciência, amizade, aprendizado e por ser fundamental em mais uma etapa importante da minha vida.

À minha coorientadora, Dr^a Laís Angélica Borges, pela amizade e pela colaboração essencial neste trabalho.

Aos meus amigos de mestrado da turma 2012 pelos bons momentos vividos, ajuda e companheirismo.

Ao meu querido Fábio Simões, pela compreensão nos momentos difíceis, pela ajuda em coletas nos finais de semana, pelo cuidado e carinho.

À equipe do Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva (Polinizar) da UFPE, pela boa convivência, e contribuição que cada um me proporcionou.

À Geadelande Delgado e James Lucas, pela colaboração na identificação de espécies.

À Marlene Barbosa, Curadora do Herbário UFP do Departamento de Botânica da UFPE, juntamente com toda a sua equipe.

À Antônio Aguiar, pela colaboração na execução de mapas para o manuscrito.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de mestrado.

RESUMO

Os espaços verdes urbanos desempenham um importante papel para o desenvolvimento das cidades e podem ser lugares ecologicamente diversos. A arborização pode integrar espaços naturais e áreas destinadas ao lazer, como parques e praças, atuando como conector de ambientes e contribuindo com a diversidade da flora e da fauna em ecossistemas urbanos. Este trabalho apresenta um estudo florístico, fenológico e um panorama geral de atributos reprodutivos de plantas ornamentais arbóreas em praças públicas do Recife, Pernambuco. Aborda ainda como a disponibilidade de recursos florais está associada à fauna urbana. Registros fenológicos foram realizados de julho de 2012 a dezembro de 2013 (18 meses). Foram identificadas 82 espécies de árvores, pertencentes a 21 famílias (44%) nativas do Brasil, e as demais exóticas. As famílias mais representativas foram Leguminosae e Arecaceae, com 22 e 16 espécies, respectivamente. Os meses com mais espécies em floração foram março, abril, outubro e novembro, e os maiores picos de floração foram observados em outubro e dezembro, todos durante a estação seca. O padrão de floração mais frequente foi o tipo subanual. Melitofilia foi a síndrome de polinização predominante (39,5%) entre as espécies e néctar foi o recurso floral mais abundante (48,2%). Zoocoria foi a síndrome de dispersão registrada para a maioria das espécies (45%). O sistema sexual predominante foi o hermafroditismo (54,9%) e o sistema reprodutivo mais frequente foi o tipo autoincompatível (66,7%). As praças podem servir como pequenas áreas de habitat que facilitam o fluxo dos polinizadores e fornecem recursos alimentares ao longo do ano. Planos de manejo em ambientes urbanos valorizando espécies nativas seriam mais apropriados para atender maior diversidade de polinizadores autóctones.

Palavras-chave: Abelhas. Cidades. Ecologia urbana. Fenologia. Polinização. Urbanização.

ABSTRACT

Urban green spaces play an important role in the development of cities and can be ecologically diverse places. The afforestation can integrate natural spaces and leisure areas, such as parks and squares, acting as an environment connector and contributing to the diversity of flora and fauna in urban ecosystems. This work presents a floristic, phenological study and an overview of reproductive attributes of ornamental tree plants in public squares of Recife, Pernambuco. It also discusses how the availability of floral resources is associated with urban fauna. Phenological records were carried out from July 2012 to December 2013 (18 months). A total of 82 tree species were identified, belonging to 21 families (44%) native to Brazil, and the other exotic species. The most representative families were Leguminosae and Arecaceae, with 22 and 16 species, respectively. The months with the most flowering species were in March, April, October and November, and the highest flowering peaks were observed in October and December, all during the dry season. The most frequent flowering pattern was the sub-annual type. Melitophily was the predominant pollination syndrome (39.5%) among species and nectar was the most abundant floral resource (48.2%). Zoocory was the dispersion syndrome recorded for most species (45%). The predominant sexual system was hermaphroditism (54.9%) and the most frequent reproductive system was the self-incompatible type (66.7%). Squares can serve as small habitat areas that facilitate the flow of pollinators and provide food resources throughout the year. Management plans in urban environments valuing native species would be more appropriate to meet greater diversity of native pollinators.

Keywords: Bees, Cities. Urban ecology. Phenology. Pollination. Urbanization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Áreas de estudo em 10 praças do Recife, Pernambuco, Brasil.....	34
Figura 2. Climatograma das médias históricas para o município de Recife (PE). As barras representam a pluviosidade total, e a curva a temperatura média.....	35
Figura 3. Representação gráfica das famílias botânicas encontradas e seus respectivos número de espécies em 10 praças públicas em Recife, Pernambuco, Brasil.....	36
Figura 4. Número de espécies em flor e seus respectivos picos de floração nos meses de julho de 2012 a dezembro de 2013 em 10 praças públicas do Recife, Pernambuco, Brasil.....	37
Figura 5. Porcentagem das síndromes de polinização (melit=melitofilia; amb=ambofilia; ent=entomofilia; anem=anemofilia; quiro=quiropterofilia; ornit=ornitofilia; DPI=diversos pequenos insetos; cat=cantarofilia; anem=anemofilia; ent=entomofilia; psic=psicofilia).....	38
Figura 6. Porcentagem dos recursos florais encontrados para 53 espécies sendo o recurso mais utilizado néctar, seguido de pólen/néctar, pólen, ACPF (Flores cujo recurso pode ser: abrigo, local para cópula, local para oviposição e/ou consumo de partes florais), engano e pólen/abrigo/néctar.....	39
Figura 7. Porcentagem das síndromes de dispersão para 51 espécies, sendo (zooc=zoocoria; anem=anemocoria; auto=autocoria; baro=barocoria; hidro=hidrocoria).....	40
Figura 8. Porcentagem de visitantes florais em áreas naturais para 34 espécies arbóreas (abe=abelhas; bes=besouros; bor=borboletas; ves=vespas; peq vert=pequenos vertebrados; mor=morcegos; bf=beija-flores; DPI=diversos pequenos insetos;	

for=formigas; esf=esfingídeos; ven=vento) e de visitantes florais em área urbana para espécies, em 10 praças públicas em Recife, Pernambuco, Brasil.....41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1 Polinização: atributos florais e fenologia.....	10
2.2 Perturbação antrópica e implicações na polinização.....	10
2.3 Ecossistemas urbanos e sua importância.....	11
3 REFERÊNCIAS	13
4 ARTIGO.....	17
ANEXO	43

1 INTRODUÇÃO

Em comunidades vegetais, estudos de atributos florais, e de síndromes de polinização permitem inferir quais tipos de polinizadores são beneficiados com os recursos florais disponíveis no ecossistema. Tal disponibilidade pode ser avaliada também através da distribuição temporal de recursos, pela fenologia da floração (SMITH et al., 2012).

Em ambientes urbanos, os espaços verdes desempenham um importante papel para o desenvolvimento desses ecossistemas e podem ser lugares ecologicamente diversos (LUGO, 2010). Os serviços de polinização em áreas urbanas, assim como em ecossistemas naturais, são importantes para a manutenção de espécies (LUGO, 2010) e são prejudicados pelo processo de urbanização, com efeitos da fragmentação, como a falta de recursos para os polinizadores e dispersores e a falta de habitats adequados em áreas urbanas (GOULSON et al., 2005; WILLIAMS et al., 2010).

A arborização em ecossistemas urbanos é um elemento capaz de minimizar esses efeitos negativos, integrando áreas verdes e a diversidade da flora e da fauna. Assim, as praças em ambientes urbanos podem desempenhar papel relevante atuando como pontos de paradas ou pequenas áreas de habitat que podem facilitar o fluxo de animais, como os polinizadores, ao mesmo tempo em que fornecem recursos alimentares para eles (METZGER, 2001).

Este trabalho apresenta um capítulo sobre a fenologia e os atributos reprodutivos de espécies arbóreas ocorrentes em praças públicas de Recife, PE, Brasil e foi avaliado como a fenologia e os atributos reprodutivos destas espécies estão relacionados com a oferta de recursos para a fauna urbana.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Polinização: atributos florais e fenologia

Em comunidades vegetais, o estudo de atributos reprodutivos e suas síndromes de polinização permitem inferir quais tipos de polinizadores são beneficiados com os recursos florais disponíveis no ecossistema. Tal disponibilidade pode ser avaliada através da distribuição temporal de recursos pela fenologia da floração (SMITH et al., 2012; ALEIXO et al., 2014).

As síndromes de polinização podem ser classificadas em: anemofilia (polinização pelo vento), cantarofilia (polinização por besouros), esfingofilia (polinização por esfingídeos), falenofilia (polinização por mariposas), melitofilia (polinização por abelhas e vespas), miiiofilia (polinização por moscas), D.P.I (polinização por diversos pequenos insetos), ornitofilia (polinização por aves), psicofilia (polinização por borboletas) e quiropterofilia (polinização por morcegos) (FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979). Já as síndromes de dispersão classificadas de acordo com Pijl (1982) em: anemocoria (sementes dispersas pelo vento), autocoria (dispersão de sementes feitas pela própria planta), barocoria (disseminação do fruto pelo seu próprio peso, e secundariamente pode ser dispersa por animais), e zoocoria (dispersão do fruto por animais).

A fenologia é caracterizada como o estudo das fases ou atividades do ciclo de vida das espécies e sua ocorrência temporal ao longo do ano (MORELLATO, 1995). A maioria desses estudos desenvolvidos nos trópicos está relacionada a comunidades, no intuito de entender os ciclos de disponibilidade de recursos alimentares para os animais (NEWSTROM et al., 1994). Em áreas urbanas tropicais, estudos que avaliam a disponibilidade de recursos florais ainda são pouco conhecidos (AGOSTINI & SAZIMA, 2003; FRANKIE et al., 2009; BERGEROT et al., 2010; ALEIXO et al., 2014), sendo alguns estudos relacionados a comunidades com atratividade para abelhas (CANE et al., 2006; MATTESON et al., 2008).

2.2 Perturbação antrópica e implicações na polinização

A urbanização tem como resultado profundas mudanças na paisagem natural devido a ações dirigidas pelo homem (KAREIVA et al., 2007). Desta maneira, a perturbação antrópica das paisagens nas cidades afeta, negativamente, as comunidades de plantas e animais, incluindo os processos ecológicos existentes, a exemplo da polinização (FONTAINE et al., 2006), o que pode reduzir a biodiversidade nas cidades (LUGO, 2010). As relações planta-polinizador podem ser ecologicamente uma das mais importantes classes de interação planta-

animal, pois, sem os polinizadores, muitas plantas não poderiam formar sementes e se reproduzir, e sem plantas para fornecer pólen, néctar e outras recompensas florais, muitas populações de animais declinariam (e.g. KEARNS et al., 1998; BIESMEIJER et al., 2006; POTTS et al., 2010; HENNING & GHAZOUL, 2011).

Os polinizadores exercem grande importância em florestas tropicais, pois se estima que mais de 90% das plantas dessas florestas dependem de animais para sua polinização (e.g. BAWA, 1980; CASTRO et al., 2007; GIRÃO et al., 2007). Com a perda de habitats naturais transformadas em paisagens antrópicas vem a ser uma das maiores causas de declínio dos polinizadores (e.g. POTTS et al., 2010), sendo o processo de urbanização o maior responsável por essas alterações (MCKINNEY, 2006; KAREIVA et al., 2007).

As perturbações criadas com o desenvolvimento das cidades prejudicam espécies nativas e geralmente propiciam habitat para um número reduzido de espécies que se adaptam bem às condições urbanas (MCKINNEY, 2006). Assim, ocorre um processo de substituição de espécies nativas por espécies exóticas, o que pode promover uma homogeneização biótica em várias escalas espaciais (OLDEN & POFF, 2003; GROFFMAN et al., 2014).

2.3 Ecossistemas urbanos e sua importância

Nas cidades, fragmentos de habitats seminaturais estão representados no ambiente urbano, como parques, jardins e outras áreas verdes, e podem manter diversas composições vegetais e realizar vários serviços do ecossistema para a população urbana (TOWNSEND, 2008). Assim, os espaços verdes urbanos desempenham um papel chave como suporte para a biodiversidade e serviços do ecossistema (JAMES et al., 2009; LUGO, 2010; VERBOVEN et al., 2012).

Estudos em ecossistemas urbanos são fundamentais para apontar os efeitos da rápida expansão urbana sobre a biodiversidade mundial e o quão importante é preservar e monitorar a biodiversidade nas cidades (ARONSON et al., 2011). Sendo assim, as praças em ambientes urbanos podem servir como "*stepping stones*" ou pontos de parada, que são pequenas áreas de habitat que podem facilitar o fluxo para algumas espécies (METZGER, 2001).

Os espaços verdes urbanos representam um importante papel para o desenvolvimento das cidades, pois podem ser lugares ecologicamente diversos, servindo como um complemento substancial da biodiversidade (LUGO, 2010). Entretanto, eles são frequentemente pequenos, isolados, e muitas vezes manejados de forma inadequada e estão inseridos em uma matriz urbana sob condições adversas (BASTIN & THOMAS, 1999; ALBERTI, 2005), que pode prejudicar a manutenção de plantas e animais.

As paisagens fragmentadas encontradas nas cidades podem afetar negativamente as comunidades de plantas (BASCOMPTE et al., 2002) e as espécies que possuem interações, como comunidades de polinizadores (FONTAINE et al., 2006). Em áreas urbanas, os polinizadores podem ser afetados tanto pela falta de recursos em áreas pequenas (GOULSON et al., 2005) como pela falta de habitats adequados (WILLIAMS et al., 2010). Assim, os polinizadores necessitam desenvolver estratégias de adaptações em seu comportamento de forrageio para garantir sua sobrevivência.

Devido a essa mudança de comportamento dos polinizadores nas áreas urbanas, como longas distâncias de voo percorridas até áreas ou manchas verdes adequadas para o seu forrageio, os polinizadores podem visitar muitas inflorescências por plantas de uma maneira extensiva (GOVERDE et al., 2002). Por outra forma negligenciar manchas verdes menores e isoladas por serem pouco atrativas (GOVERDE et al., 2002), o que pode resultar em um menor sucesso reprodutivo de espécies de plantas pela baixa frequência de visitas às flores.

Estudos que avaliam o sucesso reprodutivo (i.e. número de frutos e sementes produzidos) de espécies de plantas em relação ao impacto do uso agrícola da terra são comuns (e.g. STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE, 1999; BRYN et al., 2004). Por outro lado, poucos são os estudos que enfocam os efeitos da urbanização e como isso pode afetar as interações planta-polinizador, assim como o sucesso reprodutivo das plantas (PELISSIER et al., 2012; VERBOVEN et al., 2012).

Van Rossum (2010), por exemplo, demonstrou que a produção de sementes de *Centaurea jacea* (Asteraceae) foi mais alta em uma área urbana do que em áreas rurais, devido à influência de uma paisagem agrícola fora da cidade que pode ter exercido função de pontos de parada e conexão para polinizadores entre as duas áreas. Em contrapartida, para *Lotus corniculatus* (Fabaceae) foi avaliado o sucesso da polinização em populações artificiais em três áreas com diferentes níveis de urbanização e foi observada uma redução entre o número de frutos produzidos por inflorescência na área mais urbanizada, sendo inferior ao das áreas mais distantes do centro urbano (PELISSIER et al., 2012). Em outro estudo, com a espécie *Digitalis purpurea* (Scrophulariaceae), foi verificada e comparada a diversidade de polinizadores, assim como a frequência de visita dos polinizadores às flores e o sucesso reprodutivo em zonas urbanas e rurais (VERBOVEN et al., 2012). Estes autores não encontraram diferença entre a frequência de visita entre os tipos de áreas urbanas e rurais e a diversidade de polinizadores foi similar. Também quanto ao sucesso reprodutivo não foram observadas diferenças entre as áreas. Contudo, os estudos acima mencionam a importância do entendimento dos processos do impacto da urbanização nos ecossistemas, pois serviços como

a polinização, desempenham um papel chave para a manutenção da diversidade e são necessários mais estudos para preencher a lacuna de conhecimento dessa interferência da urbanização sobre as interações planta-polinizador e o sucesso reprodutivo das plantas.

3 REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, K. & SAZIMA, M. Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no campus da Universidade Estadual de Campinas, estado de São Paulo, Brasil. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.3, p.335-343, 2003.
- ALBERTI, M. The effects of urban patterns on ecosystem function. **International Regional Science Review**, 28: 168–192, 2005.
- ALEIXO, K.; FARIA, L.B.; GROppo, M.; SILVA, C. L. Spatiotemporal distribution of floral resources in a Brazilian city: Implications for the maintenance os pollinators, especially bees. **Urban Forestry & Urban Greening** 13: 689-696, 2014.
- ARONSON, M.; KATTI, M.; WARREN, P.; NILON, C. Comparative ecology of cities: What makes an urban biota “urban”? Disponível em: <<http://www.nceas.ucsb.edu/featured/aronson>>. Acesso em: abril de 2012.
- BASCOMPTE, J.; POSSINGHAM, H.; ROUGHGARDEN, J. Patchy populations in stochastic environments: critical number of patches for persistence. **The American Naturalist**, 159: 128-137, 2002.
- BASTIN, L.; THOMAS, C.D. The distribution of plant species in urban vegetation fragments. **Landscape Ecology**, 14: 493-507, 1999.
- BERGEROT, B.; FONTAINE, B.; RENARD, M.; CADIC, A.; JULLIARD, R. Preferences for exotic flowers do not promote urban life in butterflies. **Landscape and Urban Planning**, 96, 98–107, 2010
- BIESMEIJER, J.C.; ROBERTS, S.P.M.; REEMER, M.; OHLEMULLER, R.; EDWARDS, M.; PEETERS, T.; SCHAFFERS, A. P.; POTTS, S. G.; KLEUKERS, R.; THOMAS, C. D.; SETTELE, J.; KUNIN, W. E. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. **Science**, 313: 351–354, 2006.
- BRYs, R.; JACQUEMYN, H.; ENDELS, P.; VAN ROSSUM, F.; HERMY, M.; TRIEST, L.; BRUYN, L.; BLUST, G. D. E. Reduced reproductive success in small populations of the self-incompatible *Primula vulgaris*. **Journal of Ecology**, 92: 5–14, 2004.
- CANE, J. H.; MINCKLEY, R. L.; KERVIN, L. J.; ROULSTON, T. H.; NEAL M. WILLIAMS, N. M. Complex responses within a desert bee guild (Hymenoptera:

- apiformes) to urban habitat fragmentation. **Ecological Applications**, 16(2), pp. 632–644, 2006.
- CASTRO, C.C.; MARTINS, S. V.; & RODRIGUES, R. R. A focus on plant reproductive biology in the context of forest restoration. p. 197-206 in RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V. & GANDOLFI, S., editors. **High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil**. Nova Science Publishers, New York, 2007.
- FONTAINE, C.; DAJOZ, I.; MERIGUET, J.; LOREAU, M. Functional diversity of plant-pollinator interaction webs enhances the persistence of plant communities. **Plos Biology** 4, 129-135, 2006.
- FRANKIE, G.W.; THORP, R. W.; HERNANDEZ, J.; RIZZARDI, M.; ERTTER, B.; PAWELEK, J. C.; WITT, S. L.; SCHINDLER, M.; COVILLE, R.; WOJCIK, V. A. Native bees are a rich natural resource in urban California gardens. **California Agriculture**, v.3, 63, n.3, p113-120, 2009.
- GALINDO-LEAL C. & CÂMARA, I. G. Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese: In: GALINDO- LEAL C.; CÂMARA I. G., Eds. **Mata Atlântica: Biodiversidade, Ameaças e Perspectivas**. Belo Horizonte: Fundação SOS Mata Atlântica & Conservação Internacional. p. 3-11, 2005.
- GIRÃO, L. C.; LOPES, A. V.; TABARELLI, M.; & BRUNA, E. M. Changes in Tree Reproductive Traits Reduce Functional Diversity in a Fragmented Atlantic Forest Landscape. **Plos one** 2: e908, 2007.
- GOULSON, D.; HANLEY, M. E.; DARVILL, B.; ELLIS, J. S.; KNIGHT, M. E. Causes of rarity in bumblebees. **Biological Conservation** 122, 1-8, 2005.
- GOVERDE, M.; SCHWEIZER, K.; BAUR, B.; ERHARDT, A. Small-scale habitat fragmentation effects on pollinator behaviour: experimental evidence from the bumblebee *Bombus veteranus* on calcareous grasslands. **Biological Conservation**, 104, 293-299, 2002.
- GROFFMAN, P. M.; CAVENDER-BARES, J.; BETTEZ, N. D.; GROVE, J. M.; HALL, S. J.; HEFFERNAN, J. B.; HOBBIE, S. E.; LARSON, K. L.; MORSE, J. L.; NEILL, C.; NELSON, K.; O'NEIL-DUNNE, J.; OGDEN, L.; PATAKI, D. E.; POLSKY, C.; CHOWDHURY, R. R.; MEREDITH K STEELE, M. Ecological homogenization of urban USA. **Macroscopic ecology**, p.74-80, 2014.
- HENNIG, E. I. & GHAZOUL, J. Plant–pollinator interactions within the urban environment. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, 13: 137– 150, 2011.

- JAMES, P.; TZOULAS, K.; ADAMS, M.D.; BARBER, A.; BOX, J.; BREUSTE, ELMQVIST, J.; FRITH, M.; GORDON, C.; GREENING, K.L. T.; HANDLEY, J.; HAWORTH, S.; KAZMIERCZAK, A. E.; JOHNSTON, M.; KORPELA, K.; MORETTI, M.; NIEMELA, J.; PAULEIT, S.; ROE, M. H.; SADLER, J. P.; WARD THOMPSON, C. Towards an integrated understanding of green space in the European built environment. **Urban Forestry and Urban Greening**, 8: 65–75, 2009.
- KAREIVA, P.; WATTS, S.; MCDONALD, R. & BOUCHER, T. Domesticated nature: shaping landscapes and ecosystems for human welfare. **Science**, 316, 1866–1869, 2007.
- KEARNS, C. A.; INOUE, D. W.; & WASER, N. M. Endangered mutualisms: The conservation of plant-pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 29:83-12,1998.
- LUGO, A. E. Let's not forget the Biodiversity of the Cities. **Biotropica**, 42, (5): 576-577, 2010.
- MATTESON, K. C.; ASCHER, J. S; LANGELLOTTI, G. A. Bee richness and abundance in New York city urban gardens. **Annals of The Entomological Society of America**, 101(1), 140-150, 2008.
- MCKINNEY, M, L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. **Biological Conservation**, 127: 247–260, 2006.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens?. **Biota Neotropica**, 1 (1): 1-9, 2001.
- MORELLATO, L. P. C. As estações do ano na floresta. In **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana** (P. C. Morellato & H.F. Leitão-Filho, orgs.). Editora da Unicamp, Campinas p. 37-41, 1995.
- NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, 26,141–159, 1994.
- OLDEN, J. D & N. L. POFF. Toward a mechanistic understanding and prediction of biotic homogenization. **American Naturalist**, 162:442-460, 2003.
- PELISSIER, V. ; MURATET, A.; VERFAILLIE, F.; MACHON. Pollination success of *Lotus corniculatus* (L.) in an urban context. **Acta Oecologica**,39, 94-100, 2012.
- PIJL, V. D. **Principles of dispersal in higher plants**. 2. ed. Berlim: Springer-Verlag, 1972.
- POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNINET, W. E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.

- SMITH, A.; QUINTEO, I. J. L.; PATINO, J. E. M.; ROUBIK, D. W.; WCISLO, W. T. Pollen use by *Megalopta* sweat bees in relation to resource availability in a tropical forest. **Ecological Entomology**, 37, 309-317, 2012.
- STEFFAN-DEWENTER, I. & TSCHARNTKE, T. Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set. **Oecologia**, 121, 432–440, 1999.
- TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; BEDÊ, L.; HIROTA, M.; SILVA, J. M. C. Challenges and Opportunities for Biodiversity Conservation in the Brazilian Atlantic Forest. **Conservation Biology**, v. 19, p. 695-700, 2005.
- TOWNSEND, C. R. **Ecological Applications: toward a sustainable world**. Blackwell Publishing, 2008.
- VAN ROSSUM, F. Reproductive success and pollen dispersal in urban populations of an insect-pollinated hay-meadow herb. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, 12, 21-29, 2010.
- VERBOVEN, H. A. F.; BRYN, R.; HERMY, M. Sex in the city: Reproductive success of *Digitalis purpurea* in a gradient from urban to rural sites. **Landscape and Urban Planning** 106, 158-164, 2012.
- WILLIAMS, N. M.; CRONE, E. E.; ROULSTON, T. H.; MINCKLEY, R. L.; PACKER, L.; POTTS, S.G. Ecological and life-history traits predict bee species responses to environmental disturbances. **Biological Conservation**, 143, 2280-2291, 2010.

4 Manuscrito a ser submetido à revista
Landscape and Urban Planning

Fenologia e atributos reprodutivos de espécies arbóreas em ecossistema urbano tropical

Marcela T. P. Oliveira^a, Laís A. Borges^b, Ariadna V. Lopes^{c*}

^aPrograma de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco.

^bDepartamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba.

^cDepartamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco.

* Autor para correspondência: Tel.: +55 81 2126 8845; e-mail: avflopes@ufpe.br

Palavras-chave: área urbana, abelhas, polinização, recursos florais.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo florístico, fenológico e um panorama geral de atributos reprodutivos de plantas ornamentais arbóreas em praças públicas do Recife, Pernambuco. Aborda ainda como a disponibilidade de recursos florais está associada à fauna urbana. Os registros fenológicos foram realizados de julho de 2012 a dezembro de 2013 (18 meses). Foram identificadas 82 espécies de árvores, pertencentes a 21 famílias, sendo apenas 44% delas nativas do Brasil, as demais exóticas. As famílias mais representativas foram Leguminosae e Arecaceae, com 22 e 16 espécies, respectivamente. Os meses com mais espécies em floração foram março, abril, outubro e novembro, e os maiores picos de floração foram observados em outubro e dezembro, todos durante a estação seca. O padrão de floração mais frequente foi o tipo subanual. Os visitantes florais, de um modo geral, foram espécies de abelhas, como *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e três espécies de *Xylocopa*, além de três espécies de beija-flores e duas espécies de borboletas. Esses visitantes podiam realizar visitas legítimas em algumas espécies, atuando como polinizadores, ou ilegítimas a outras, atuando como pilhadores. Melitofilia foi a síndrome de polinização predominante (39,5%) entre as espécies e néctar foi o recurso floral mais abundante (48,2%). Zoocoria foi a síndrome de dispersão registrada para a maioria das espécies (45%). O sistema sexual predominante foi o hermafroditismo (54,9%) e o sistema reprodutivo mais frequente foi o tipo autoincompatível (66,7%). As praças podem servir como pequenas áreas de habitat que facilitam o fluxo dos polinizadores e fornecem recursos alimentares para eles. Planos de manejo adequados nas cidades são essenciais para atender uma demanda maior de visitantes florais, além de facilitar a conectância das áreas verdes urbanas a fragmentos florestais próximos.

Introdução

Os espaços verdes urbanos desempenham um importante papel para o desenvolvimento das cidades e podem ser lugares ecologicamente diversos (Lugo 2010). Todavia, estas áreas de habitat urbano sofrem problemas em termos de tamanho, isolamento e muitas são manejadas de forma inadequada (Alberti 2005), o que pode desequilibrar a dinâmica de populações e comunidades de plantas e animais. Além disso, a fragmentação das paisagens nas cidades pode afetar negativamente os processos ecológicos existentes, a exemplo da polinização (Fontaine et al. 2006), sendo a fragmentação de habitat por ações antrópicas o processo que exerce maior impacto nos ecossistemas (McKinney 2006).

Os serviços de polinização em áreas urbanas, assim como em ecossistemas naturais, são importantes para a manutenção de espécies vegetais e de animais como os polinizadores (Lugo 2010) e, com aumento da urbanização, efeitos negativos sobre a fauna de polinizadores e características de plantas podem interferir nas interações planta-polinizador e até no sucesso reprodutivo das plantas (Verboven et al. 2012). Assim, os serviços de polinização são prejudicados com as consequências da fragmentação, como a falta de recursos para os polinizadores e a falta de habitats adequados em áreas urbanas.

Apesar disso, as áreas urbanas são capazes de integrar grandes áreas verdes públicas e jardins privados, que fornecem a maioria dos recursos alimentares para os polinizadores através das plantas cultivadas em áreas urbanas (Thompson et al. 2003). Assim, a arborização em ecossistemas urbanos é um elemento que pode, de certa forma, mitigar os efeitos da conversão de ecossistemas naturais e é capaz de integrar áreas destinadas ao lazer, como parques e praças, bem como remanescentes da cobertura vegetal original, agindo assim como conector de ambientes, integrando espaços naturais e a diversidade da flora e da fauna.

A fenologia é caracterizada como o estudo das fases ou atividades do ciclo de vida das espécies e sua ocorrência temporal ao longo do ano (Morellato 1995). Estudos que visam o

comportamento fenológico das espécies quanto a sua reprodução (Morellato et al. 2000) são importantes para a compreensão das plantas no ambiente e de suas interações com polinizadores e dispersores. A maioria desses estudos desenvolvidos nos trópicos está relacionada a comunidades, no intuito de entender os ciclos de disponibilidade de recursos alimentares para os animais (Newstrom et al. 1994).

Em uma paisagem urbana, as plantas se tornam importantes e acessíveis para os polinizadores e dispersores quando produzem flores e frutos. Sendo assim, a fenologia da floração e frutificação é fundamental para a compreensão de como as mudanças nas distribuições de plantas afetam a sua reprodução e como o tempo, a duração e a intensidade da floração contribuem para os polinizadores e dispersores em relação à oferta de recursos (Ghazoul 2005). Estudos sobre atributos florais, síndromes de polinização e de dispersão de uma comunidade vegetal são relevantes, pois são capazes de fornecer dados e elucidar várias questões relacionadas à manutenção do fluxo gênico, sucesso reprodutivo, partilha e competição por polinizadores e também sobre conservação de habitats afetados por processos de fragmentação (Machado & Lopes 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar como a fenologia e os atributos reprodutivos de espécies arbóreas ocorrentes em praças públicas de Recife, PE, Brasil estão relacionados com a oferta de recursos para a fauna de polinizadores e dispersores urbanos.

Materiais e Métodos

Áreas de estudo

O estudo foi realizado em 10 praças públicas localizadas em nove bairros da Região Metropolitana do Recife, entre 2012 e 2013 (Figura 1). As espécies arbóreas estudadas estão inseridas em espaços livres na área urbana da cidade e foram plantadas com fins ornamentais

e/ou de paisagismo, sendo as praças o tipo de espaço verde mais predominante e permanente na paisagem do Recife (Carneiro 2000). O regime de chuvas se distribui mais intensamente no período de março a junho, com temperaturas médias mensais superiores a 23°C (Figura 2).

Atributos reprodutivos de espécies arbóreas em praças

Os atributos reprodutivos foram avaliados a partir de espécimes coletados e através de comparações com dados de literatura. Para isso foi gerado um banco de dados considerando os seguintes atributos: 1) Recurso floral: néctar, pólen, "abrigo, cópula, partes florais (ACPF)" *sensu* Faegri & Pijl (1979); 2) Síndromes de polinização: melitofilia, quiropterofilia, psicofilia, ornitofilia e esfingofilia, segundo Machado & Lopes (2004) e Faegri & Pijl (1979); 3) Síndromes de dispersão: autocoria, anemocoria, zoocoria (*sensu* Pijl 1982), 4) Sistema sexual: hermafrodita, monoico ou dioico, segundo Cruden & Lloyd (1995); 5) Sistema reprodutivo: autocompatível ou autoincompatível; 6) Registro em literatura de visitantes florais das espécies em populações naturais; 7) Visitantes florais observados nas praças. A origem das espécies foi classificada de acordo com a lista de espécies da flora do Brasil (2013) e segundo Lorenzi (2003) para as espécies exóticas do Brasil.

Fenologia reprodutiva

Durante o período de 18 meses, de julho de 2012 a dezembro de 2013, foi feito o acompanhamento fenológico reprodutivo mensal das árvores nas praças amostradas, registrando-se as intensidades das fenofases de floração e frutificação das espécies de acordo com Fournier (1974). Os indivíduos variaram entre 1 a 10 indivíduos por espécie. De posse dessas observações uma tabela foi construída com os dados de floração e frutificação das espécies ocorrentes nas áreas de estudo.

Para as análises fenológicas foi utilizado o método proposto por Fournier (1974) que consiste em utilizar os valores obtidos em campo através de uma escala de cinco categorias (0 a 4) com intervalos de 25% em cada categoria, o que permitiu estimar a porcentagem da intensidade da fenofase de cada indivíduo. Em cada mês foi somado os valores das intensidades obtidas de todos os indivíduos por espécie e separado por praças e dividiu-se o valor máximo possível (número de indivíduos multiplicado por quatro). Logo, o valor obtido foi multiplicado por 100 e transformado em valor percentual, sendo visualizados graficamente os meses de floração, e os seus respectivos picos de floração.

Material botânico das espécies estudadas foi coletado, levado ao Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva da UFPE e posteriormente incorporado ao Herbário UFP do Departamento de Botânica da UFPE como espécimes-testemunho.

Resultados

Foram observadas 704 árvores, sendo identificadas 21 famílias e 82 espécies, dentre estas, sete ainda indeterminadas. Do total das espécies identificadas, 56% são exóticas e 44% são nativas do Brasil. A lista florística por praça variou entre 11 a 32 espécies arbóreas por praças, sendo as que possuem maior número de espécies as Praças do Derby, Casa Forte e Madalena. Das 82 espécies de árvores observadas nas praças, apenas 16 espécies têm ocorrência natural em Pernambuco e no ecossistema Mata Atlântica do Nordeste, de acordo com a Flora do Brasil (2013). A família Leguminosae foi a mais representativa com 22 espécies, seguida de Arecaceae (16), Anacardiaceae (6), Bignoniaceae (6), Malvaceae (5), Moraceae (5), e as demais representadas com um número igual ou inferior a duas espécies: Apocynaceae, Rubiaceae, Myrtaceae, Meliaceae, Lauraceae, Lythraceae, Lecythidaceae, Chrysobalanaceae, Combretaceae, Casuarinaceae, Oxalidaceae, Proteaceae, Rhamnaceae, Sapindaceae, Cicadaceae (Figura 3).

Durante o período de estudo foram observadas 76 espécies em flor e 75 em fruto. Foram observadas espécies floridas em todos os meses do ano. O mês com menor número de espécies floridas foi julho, com 36 espécies em floração. O maior número de espécies em floração ao mesmo tempo foi observado em março, abril, outubro e novembro, cada mês apresentando 51 espécies em floração. Com relação ao número de espécies em picos de floração, os meses com maiores valores foram outubro e dezembro, cada um com 16 espécies em pico (Figura 4). O período com maior número de espécies em pico de floração foi de setembro (10 spp.) a fevereiro (11 spp.). Apesar de haver espécies floridas em todos os meses do ano, 28 espécies apresentaram padrão de floração subanual, 24 contínua, e 24 anual.

Espécies melitófilas foram as mais representativas, correspondendo a 39,53% do total, seguida de espécies com síndrome de ambofilia - entomofilia/anemofilia (11,62%), quiropterofilia (11,62%), ornitofilia (9,3%), e as demais categorias de síndromes com representatividade igual ou inferior a (6,97%) (Figura 4). Quanto aos recursos florais encontrados em 53 espécies, houve predomínio de néctar (48,21%), seguido de néctar/pólen (23,21%), pólen (14,28%), e os demais igual ou inferior a (9%) (Figura 5). Quando se analisou a distribuição das síndromes de polinização por praça, a melitofilia e a ambofilia - entomofilia/anemofilia foram as mais frequentes em todas as praças estudadas, seguidas de quiropterofilia em oito das 10 praças. Já para os recursos foi observado a ocorrência de espécies com néctar como recurso primário em todas as praças, e pólen em nove praças.

Para as síndromes de dispersão de 51 espécies, a zoocoria foi predominante (45,09%), seguida de anemocoria (21,56%), autocoria (11,76%), zoocoria/barocoria (9,8%), e as demais igual ou menor que 3,92% (Figura 6). Foram encontrados estudos de visitantes florais em áreas naturais para 34 espécies, sendo a maioria visitada por abelhas (29,41%), seguida de besouros (8,82%), abelhas/borboletas (5,88%), vespas (5,88%), e as demais categorias com 2,91%, e em ambiente urbano foram feitas observações pessoais para 36 espécies, sendo as

abelhas os visitantes florais para 75% das espécies observadas, abelhas/beija-flores representando 19,44%, e abelhas/borboletas 5,55% (Figura 7). No geral, os visitantes florais vistos em praças foram: 1) *Apis mellifera*, 2) *Trigona spinipes*, 3) *Xylocopa grisescens*, 4) *X. frontalis*, 5) *Xylocopa* sp., 6) três espécies de beija-flores, 7) duas espécies de borboletas. Esses visitantes realizaram visitas legítimas, atuando como polinizadores, e/ou ilegítimas às flores, atuando como pilhadores.

Quanto ao sistema sexual de 51 espécies, o hermafroditismo foi predominante (54,9%), seguido de monoicismo (21,56%), andromonoicia e dioicismo (11,76%). Já para o sistema reprodutivo, a autoincompatibilidade foi predominante, com 66,67%, e para autocompatibilidade foi encontrada em 33,33% das espécies.

Discussão

A maioria das espécies encontradas entre as praças são exóticas (56%) e apenas 44% ocorrem naturalmente ou são nativas do Brasil. Das 82 espécies de árvores observadas nas praças, apenas 16 espécies têm ocorrência natural em Pernambuco e no ecossistema Mata Atlântica Nordestina, o que demonstra a falta de planejamento e uso de espécies nativas na arborização da cidade do Recife. Além disso, não há cadastro ou inventário das árvores utilizadas na arborização urbana da cidade do Recife, fato este comum na maioria das cidades brasileiras, como também ocorre em São Paulo e no Rio de Janeiro (Rocha & Barbedo 2008). Assim, estudos que levantem a riqueza e abundância de espécies arbóreas no meio urbano em cidades tropicais são incipientes (Rocha & Barbedo 2008).

O Brasil possui uma das floras arbóreas mais diversas do mundo, com muitas espécies ornamentais, de qualidade paisagística e capazes de resgatar outras espécies ameaçadas de extinção (Lorenzi 2000). No entanto, a maioria das espécies arbóreas cultivadas em ruas, praças, jardins e parques no país são exóticas (Lorenzi 2000), chegando a constituir cerca de

80% das espécies em arborização urbana (Lorenzi et al. 2003), o que parece ser uma questão de âmbito cultural. Sabe-se que o uso de espécies nativas é fundamental para a manutenção da fauna e flora, como fonte de recurso para avifauna, e polinizadores, além de contribuir com o aumento da biodiversidade urbana (Matos & Queiroz 2009). Com tamanha riqueza de espécies arbóreas com potencial ornamental, por que utilizamos tantas espécies exóticas na nossa arborização urbana?

De acordo com os dados fenológicos obtidos, as espécies apresentaram maiores picos de floração durante a estação seca. Além disso, houve espécies em floração durante todo o ano, portanto, não houve uma sazonalidade marcada. De fato, em áreas urbanas são utilizadas espécies com diferentes períodos de floração, o que favorece a ornamentação (Lorenzi 2000). Com isso, a oferta de recursos tende a apresentar pouca sazonalidade, o que se torna positivo para as diferentes guildas de polinizadores. Apesar do uso excessivo de espécies exóticas, a maioria das espécies apresentou floração do tipo subanual (*sensu* Newstrom et al, 1994), podendo apresentar muitas flores tanto no período seco quanto no chuvoso. Dentre as plantas visitadas por abelhas, as Leguminosae foram as mais representativas, com 22 espécies melitófilas, e apresentaram maiores picos de floração durante a estação seca, o que constitui importante fonte de recurso para os polinizadores.

Quando comparada a fenologia da floração de espécies nativas encontradas nas praças do Recife com as que ocorrem em áreas naturais, foram encontradas diferenças nos padrões de floração para *Caesalpinia echinata*, com padrão subanual em praças e anual em área natural (Borges et al. 2009), *Libidibia ferrea*, com padrão subanual em praças e anual em área natural com um período de floração de cinco meses (Borges et al. 2012). Já *Poincianella pyramidalis* apresentou padrão contínuo, diferentemente de área natural, onde a espécie floresce anualmente durante quatro meses (Leite & Machado 2009). Para estas espécies, ocorrentes em áreas de caatinga ou florestas estacionais, ou seja, áreas que apresentam aridez

a disponibilidade hídrica é um fator limitante em seu ambiente natural (Jolly & Running, 2004), diferente do que ocorre na área urbana estudada, onde a precipitação é mais elevada e a água deixa de ser um recurso limitante para a sobrevivência da espécie.

Assim, mudanças na fenologia da floração ao longo de uma paisagem urbana tem o potencial de afetar a dinâmica das populações (Neil & Wu 2006), seja por alterações no período de floração das espécies, mais cedo ou tardiamente, que podem ser correlacionadas com a diminuição da formação de sementes em espécies (Rathcke & Lacey 1985), ou ainda por isolamento espacial entre indivíduos co-específicos, que pode comprometer a variabilidade genética de espécies nativas (Fitter & Fitter 2002). Os efeitos da urbanização na fenologia da floração podem se tornar importantes em nível de comunidade, pois podem afetar espécies de plantas, polinizadores, herbívoros e patógenos devido às mudanças na floração (Neil & Wu 2006).

Foram vistas espécies em frutos sem que tivessem sido observadas flores. Este evento é bastante comum em observações fenológicas, uma vez que algumas espécies apresentam curto período de floração e longo período de frutificação, mais facilmente visualizada, como é o caso de muitas Leguminosae. Das espécies estudadas 91,4% formaram frutos e quase 70% apresentam sistema reprodutivo do tipo autoincompatível. Isto indica que, apesar da maioria das espécies estudadas (56%) serem exóticas do Brasil, e que até mesmo dentre as nativas, apenas 16 são nativas do ecossistema em questão, a maioria delas tem que necessariamente ter recebido visitas florais efetivas, uma vez que espécies autoincompatíveis necessitam de vetores para garantir a dispersão de pólen entre os indivíduos co-específicos e o sucesso reprodutivo (Proctor et al. 1996). Em relação às síndromes de dispersão, zoocoria foi a mais representativa, seguida de autocoria e anemocoria. Stiles (1989) observou que a zoocoria é o mecanismo de dispersão mais importante em florestas tropicais, sendo relevante que espécies

polinizadas em áreas urbanas e que formam frutos servem como recurso para polinizadores e dispersores.

Assim, podemos concluir que as praças estudadas no ecossistema urbano podem ser importantes como pontos de ligação para facilitar o fluxo de agentes polinizadores que, por sua vez, podem prestar serviços de polinização efetivos e contribuir para o sucesso reprodutivo das espécies de plantas, até mesmo das espécies autoincompatíveis, plantadas nesses ecossistemas. Planos de manejo em ambientes urbanos são necessários, principalmente com o uso de espécies nativas adequadas e que sirvam como fonte de recurso para uma diversidade de espécies de abelhas e de polinizadores autóctones.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de mestrado concedida à M. Oliveira e de Produtividade em Pesquisa concedida à A. Lopes.

REFERÊNCIAS

- Alberti, M. (2005). The effects of urban patterns on ecosystem function. *International Regional Science Review*, 28, 168–192.
- Ancíbor, E. (1969). Los nectarios florales en Leguminosas-Mimosóideas. *Darwiniana*, 15:128-142.
- Anderson, A. & Overal, L. W. (1988). Pollination ecology of a forest-dominant palm (*Orbignya phalerata* Mart.) in northern Brazil. *Biotropica*, 20(3) 192-205.
- Arroyo, M. T. K. (1981). Breeding Systems and Pollination Biology in Leguminosae. In: R. M. Polhill, e P. H. Raven (Eds.) *Advances in Legume Systematics, Part 2*. p. 729-769. Royal Botanic Garden, Kew.
- Bajpai, A., Singh, A. K., Ravishankar, H. (2012). Reproductive phenology, flower biology and pollination in jamun (*Syzygium cumini* L.). *Indian Journal of Horticulture*, 69(3), p. 416-419.

- Balestieri, F. C. L. M. & Machado, V. L. L. (1998). Entomofauna visitante de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth) (Leguminosae) durante o seu período de floração. *Revista Brasileira de Entomologia*. 41, 547-554.
- Barros, M. G. (2001). Pollination ecology of *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. and *T. ochracea* (Cham.) Standl. (Bignoniaceae) in Central Brazil cerrado vegetation. *Revista Brasileira de Botânica*, v.24, n.3, p.255-261.
- Borges, L. A.; Sobrinho, M. S.; Lopes, A. V. (2009). Phenology, pollination, and breeding system of the threatened tree *C. echinata* Lam. (Fabaceae), and a review of studies on the reproductive biology in the genus. *Flora*. p. 111-130.
- Borges, L. A., Souza, L. G. R., Guerra, M., Lewis, G. P., Lopes, A. V. (2012). Reproductive isolation between diploid and tetraploid cytotypes of *Libidibia ferrea* (= *Caesalpinia ferrea*) (Leguminosae): ecological and taxonomic implications. *Plant Systematics and Evolution*, v. 298, Issue 7, pp. 1371-1381.
- Carneiro, A. R. S. (2000). Espaços livres do Recife. Prefeitura da Cidade do Recife, p. 139.
- Carvalho, P. E. R. (2006). Cássia Rósea. Circular Técnica, 117. Embrapa Florestas.
- Carvalho, P. E. R. (2008). Espécies arbóreas brasileiras. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, v. 3.
- Cesário, L. F. & Maria Cristina Gaglianone, M. C. (2008) Biologia floral e fenologia reprodutiva de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em Restinga do Norte Fluminense. *Acta Botanica Brasilica*, 22(3): 828-833.
- Corlett, R. (2005). Interactions between birds, fruit bats and exotic plants in urban Hong Kong, South China. *Urban Ecosystems*, 8: 275–283.
- Crestana, C. S. M. (1995). Ecologia da polinização de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) na estação ecológica de Moji-Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista do Instituto Florestal São Paulo*, 7(2):169-195.
- Cruden, R. W., Lloyd, R. M. (1995). Invited special paper embryophytes have equivalent sexual phenotypes and breeding systems: why not a common terminology to describe them? *American Journal of Botany*, 82(6), 816-825.
- Davison, E. (2004). *Cassia fistula* and *Delonix regia*. *Aridus*, Bulletin of The Desert Legume Program of The Boyce Thompson Southwestern Arboretum and The University of Arizona. v.16, n. 1. 2004.
- Dunphy, B. K. & Hamrick, J. L. (2005). Gene flow among established Puerto Rican populations of the exotic tree species, *Albizia lebbbeck*. *Heredity*. 94, 418-425.

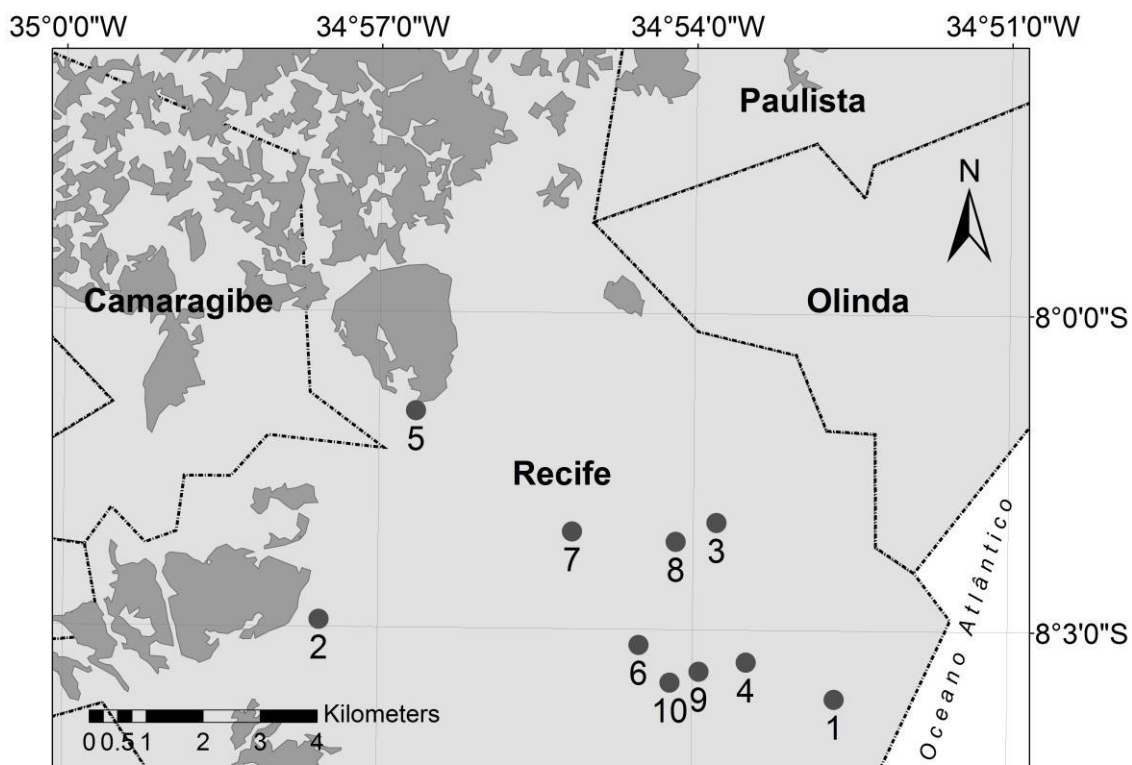
- Endress, P. K. (1994). Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Cambridge University Press, Cambridge.
- Faegri, K. & Pijl, L. (1979). The principles of pollination ecology. Pergamin Press, London.
- Falcão, M. A., N. D. Paraluppi & C. R. Clement. (2002). Fenologia e produtividade do jambo (*Syzygium malaccensis*) na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 32: 3-8.
- Faria, L. B., Aleixo, K. P., 1 Carlos Alberto Garófalo, C. A., Imperatriz-Fonseca, V. L., Silva, C. I. (2012). Foraging of *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera, Apidae) in an urbanized area: seasonality in resource availability and visited plants. *Psyche*, v. 2012, 12 p.
- Fitter A.H & Fitter R. S. R (2002). Rapid changes in flowering time in British plants. *Science* 296:1689–1691.
- Fontaine, C., Dajoz, I., Meriguet, J. Loreau, M. (2006). Functional diversity of plant-pollinator interaction webs enhances the persistence of plant communities. *Plos Biology*, 4, 129-135.
- Fournier, L.A. (1974). Un metodo cuantitativo para la medición de características fenológicas en arboles. *Turrialba*, 24 (4), 422-423.
- Gibbs, P. E., Oliveira, P. E., Bianchi, M. B. (1999). Postzygotic control of selfing in *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae-Caesalpinioideae), a bat-pollinated tree of the brazilian Cerrados. *International Journal of Plant Sciences*, v.160, 1, p.72-78.
- Ghazoul, J. (2005). Pollen and seed dispersal among dispersed plants. *Biological Reviews*, 80, 413–443.
- Griz, L. M. S. & Machado, I. C. S. (2001). Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 17:303-321.
- Haber, W. A. (1984). Pollination by deceit in a mass-flowering tropical tree *Plumeria rubra* L. (Apocynaceae). *Biotropica*, 16(4): 269-275.
- Heithaus, E. R., Fleming, T. H., Opler, P. A. (1975). Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology*, v. 56, n. 4, pp. 841-854.
- Jolly, W. M. & Running, S. W. (2004). Effects of precipitation and soil water potential on drought deciduous phenology in the Kalahari. *Global Change Biology*, v.10, n.3, p.303-308.
- Kono, M. & HIROSHI Tobe, H. (2007). Is *cycas revoluta* (cycadaceae) wind- or insect-pollinated? *American Journal of Botany*, 94(5): 847–855.
- Kubitzki, K. & Kurz, H. (1984). Synchronized dichogamy and dioecy in neotropical *Lauraceae*. *Plant Systematics and Evolution*, 147, 253-266.

- LAMEPE (Laboratório de Meteorologia de Pernambuco) (2010) Dados de chuvas e temperaturas por município. Disponível em: <http://www.itep.br/LAMEPE.asp> Acesso em 20/06/2012.
- Leite, A. N. & Machado, I. C. (2009). Biologia reprodutiva da "catingueira" (*Caesalpinia pyramidalis* Tul., Leguminosae- Caesalpinioideae), uma espécie endêmica da Caatinga. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 32, n.1, p. 79-88.
- Leite, A. V. L. & Machado, I. C. (2010). Reproductive biology of woody species in Caatinga, a dry forest of northeastern Brazil. *Journal of Arid Environments*, 74 1374-1380.
- Lenzi, M. & Orth, A. I. (2004). Caracterização funcional do sistema reprodutivo da aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), em Florianópolis-SC, Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 2, p. 198-201.
- Lista de Espécies da Flora do Brasil. (2013). Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 03 Dez. 2013.
- Lorenzi, H. (2000). Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2.ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 352 p.
- Lorenzi, H., Souza, H. M., Torres, M. A. V., Bacher, L. B. (2003). Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa, SP. Editora Plantarum. p. 368.
- Lorenzi, H., Souza, H. M., Costa, J. T. M., Cerqueira, L. S. C., Ferreira, E. (2004). Palmeiras brasileiras exóticas e cultivadas. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, p.416.
- Ludwig, N., Lavergne, C., Sevathian, J-C. (2010). Notes on the Conservation Status of Mauritian. *Mauritian Palms*, v. 54(2).
- Lugo, A. E. (2010). Let's not forget the Biodiversity of the Cities. *Biotropica*, 42 (5), 576-577.
- Machado, I. C. & Lopes, A. V. (1998). A polinização biótica e seus mecanismos na Reserva Ecológica de Dois Irmãos. p. 173-195. In: I. C. Machado; A. V. Lopes & K. C. Pôrto (Orgs.) *Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana*. SECTMA (Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente). Editora Universitária-UFPE, Recife.
- Machado, I. C. & Lopes, A. V. (2002). A polinização em ecossistemas de Pernambuco: uma revisão do estado atual do conhecimento. In: M. Tabarelli; J.M.C. Silva (orgs.). *Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco*. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio-Ambiente, Fundação Joaquim Nabuco e Editora Massangana. pp. 583-596.
- Machado, I. C & Lopes, A. V. (2004). Floral Traits and Pollination Systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. *Annals of Botany* 94: 365–376.

- Machado, I. C.; Lopes, A. V. & Sazima, M. (2006). Plant sexual systems and a Review of the breeding system studies in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. *Annals of Botany* 97: 277-287.
- Maia-Silva, C., Silva, C. I., Hrnecir, M., Queiroz, R. T., Imperatriz- Fonseca, V. L. (2012). Guia de plantas: visitadas por abelhas na Caatinga .1. ed. -- Fortaleza, CE: Editora Fundação Brasil Cidadão.
- Maués, M. M. (2006). Estratégias reprodutivas de espécies arbóreas e a sua importância para o manejo e conservação florestal: Floresta Nacional do Tapajós (Belterra-PA). Tese, 206 f.
- Matos, E., Queiroz, L. P. (2009). Árvores para cidades. Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia, Solisluna. 338 p.
- McKinney M, L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* ,127, 247–260.
- Metzger, J. P. (2001). O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica* 1 (1): 1-9.
- Morellato, L.P.C., Talora, D.C., Takahashi, A., Bencke, C., Zipparo, V.B. (2000). Phenology of Atlantic rain forest trees: A comparative study. *Biotropica*. 32, 811-823.
- Morellato, L.P.C. (1995). As estações do ano na floresta. In *Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana* (P.C. Morellato & H.F. Leitão-Filho, orgs.). Editora da Unicamp, Campinas p. 37-41.
- Nadia, T. L., Machado, I. C., Lopes, A. V. (2007). Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. *Revista Brasileira de Botânica*, v.30, n.1, p.89-100.
- Nagarajan, B., Nicodemus, A., Mandal, A. K., Verma, R. K., Gireesan, K., Mahadevan, N. P. (1998). Phenology and Controlled Pollination Studies in Tamarind. *Silvae Genetica*, 47, 5-6.
- Narayana, G. V. (1937). On the nectar secretion in the coconut flowers (*cocos nucifera*, linn.). *In: Contribution No. 5 of the Oil Seeds Section, Department of Agriculture, Madras*, p. 224-229.
- Newstrom, L. E., Frankie, G. W., Baker, H. G. (1994). A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, 26,141–159.
- Nielsen, L. C. & Hopkins, H. C. F. (1992). Mimosaceae (Leguminosae - Mimosoideae). *Flora Malesiana*, v. 11, 226p.

- Nunes, H. F. (2010). Estudo fenológico e morfológico da palmeira guariroba (*Syagrus oleracea* (mart.) becc.). Dissertação, 64 p.
- Oliveira, M. V. N., Mondes, I. M. S., Silveira, G. S. (1992). Estudo do Mulateiro, *Calycophyllum spruceanum* Benth, em condições de ocorrência natural e em plantios homogêneos. Embrapa, CPAF-Acre, 17p.
- Ormond, W. T., Pinheiro, M. C. B Castells, A. R. C. (1981). A contribution to the floral biology and reproductive system of *Couroupita guianensis* aubl. (Lecythidaceae). Annals of the Missouri Botanical Garden, 68: 514-523.
- Pasiecznik, N. M., N. M., Felker, P., Harris, P. J. C., Harsh, L. N., Cruz, G., Tewari, J. C., Cardoret, K., Maldonado, L. J. (2001). The *Prosopis juliflora* - *Prosopis pallida* Complex: A Monograph. HDRA, Coventry, UK. p.172.
- Pelligrinotti, A. & Agostini, K. (2012). Riqueza de espécies de plantas visitadas por abelhas na Universidade Metodista de Piracicaba, São Paulo, Brasil. Bioikos, Campinas, 26(2):77-86.
- Pereira, M. R. N. & Tonini, H. (2012). Fenologia da andiroba (*Carapa guianensis*, aubl., Meliaceae) no Sul do Estado de Roraima. Ciência Florestal, v. 22, n. 1, pp. 47-58,
- Pijl, V. D. (1972). Principles of dispersal in higher plants. 2. ed. Berlim: Springer-Verlag.
- Proctor, M., Yeo, P., Lack, A. (1996). The Natural History of Pollination. p. 479.
- Queiroz, J. A. (2009). Esfingofilia e polinização por engano em *Aspidosperma pyrifolium* Mart., uma Apocynaceae arbórea endêmica da Caatinga. Dissertação.
- Rocha, Y. T. & Barbedo, A. S. C. (2008). Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata* Lam., Leguminosae) na arborização urbana de São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ) e Recife (PE). Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba, v. 2, n.2, p. 58-77. 2008.
- Sareen, T. S. & S. Vasisht. (2013). Breeding systems of *Delonix regia*. In: Improvement of Forest Biomass, ed. P. K. Khosla, p. 33-40. Pragati press, New Delhi. 1982. Disponível em: <<http://www.kew.org/plants-fungi/Delonix-regia.htm>>. Acesso em: dezembro de 2013.
- Sazima, I., Sazima, C., Sazima, M. (2010). A catch-all leguminous tree: *Erythrina velutina* visited and pollinated by vertebrates at an oceanic island. Australian Journal of Botany, v. 57, Issue 1, pp. 26–30.
- Scarano, F. R., Pereira, T. S., Rôças, G. (2003). Seed germination during floatation and seedling growth of *Carapa guianensis* a tree from floodprone forests of the Amazon. Plant Ecology, v. 168, p. 291-296.

- Scariot, A. O. & Lieras, E. (1991). Reproductive biology of the palm *Acrocomia aculeata* in central Brazil. *Biotropica*, 23(1): 12-22.
- Silva, M. C. N. A. & Rodal, M. J. N. (2009). Padrões das síndromes de dispersão de plantas em áreas com diferentes graus de pluviosidade, PE, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 23(4): 1040-1047.
- Sousa, J. H., Pigozzo, C. M., Blandina Felipe Viana, B. F. (2010). Polinização de manga (*Mangifera indica* L. - anacardiaceae) variedade Tommy atkins, no Vale do São Francisco, Bahia. *Oecologia Australis*, 14(1): 165-173.
- Taisma, M. A. (2007). Morfometría de unidades de inflorescencia, Flores y políades en especies de la tribu ingeae (mimosoideae). *Acta Botánica Venezuelica*, v.30, n. 1.
- Tandon, R., Manohara, T. N., Nijalingappa, B. H. M., Shivanna, K. R. (2001). Pollination and Pollen-pistil Interaction in Oil Palm, *Elaeis guineensis*. *Annals of Botany*, 87: 831-838.
- Tarachai, Y., Sukumalanand, P., Wangpakapattanawong, P., Compton, S. G., Chusie Trisonthi, C. (2011). Diversity of figs and their pollinators in Chiang Mai Province, Thailand. *Chiang Mai Journal of Science*, 38(4) 639.
- Thompson, K., Austin, K. C., Smith, R. M., Warren, P. H., Angold, P. G., Gaston, K. J. (2003). Urban domestic gardens (I): Putting small-scale plant diversity in context. *Journal of Vegetation Science*, 14, 71-78.
- Verboven, H. A. F.; Brys, R.; Hermy, M. (2012). Sex in the city: Reproductive success of *Digitalis purpurea* in a gradient from urban to rural sites. *Landscape and Urban Planning*, 106, 158-164.
- Vitali-Veiga, M. J., Dutra, J. C. S., Machado, V. L. L. (1999). Visitantes florais de *Lagerstroemia speciosa* Pers. (Lythraceae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 16 (2): 397 - 407.
- Vikas, T. R. (2011). Reproductive biology of *Azadirachta indica* (Meliaceae), a medicinal tree species from arid zones. *Plant Species Biology*, 26, 116–123.
- Wolowski, M. & Freitas, L. (2010). Sistema reprodutivo e polinização de *Senna multijuga* (Fabaceae) em Mata Atlântica Montana. *Rodriguésia*, 61(2): 167-179.
- Wong, K. C., Watanabe, M., Hinata, K. (1994). Fluorescence and scanning electron microscopic study on self-incompatibility in distylous *Averrhoa carambola* L. *Sexual Plant Reproduction* 7:116-121.



- Legenda**
- Praças
 - 1 - República
 - 2 - Pinto Damaso
 - 3 - Phaelante Câmara
 - 4 - Oswaldo Cruz
 - 5 - Farias Neves
 - 6 - Solange Melo
 - 7 - Casa Forte
 - 8 - Souto Filho
 - 9 - Derby
 - 10 - Euclides da Cunha
- Remanescentes Florestais
- ▭ Municípios

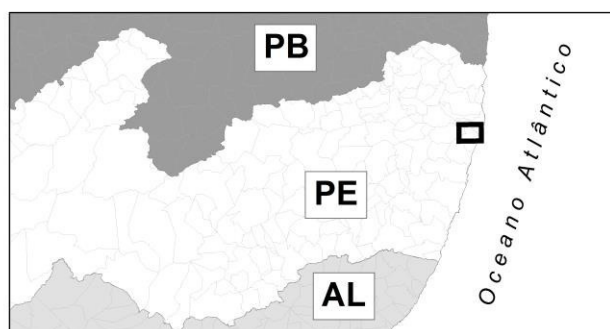


Figura 1

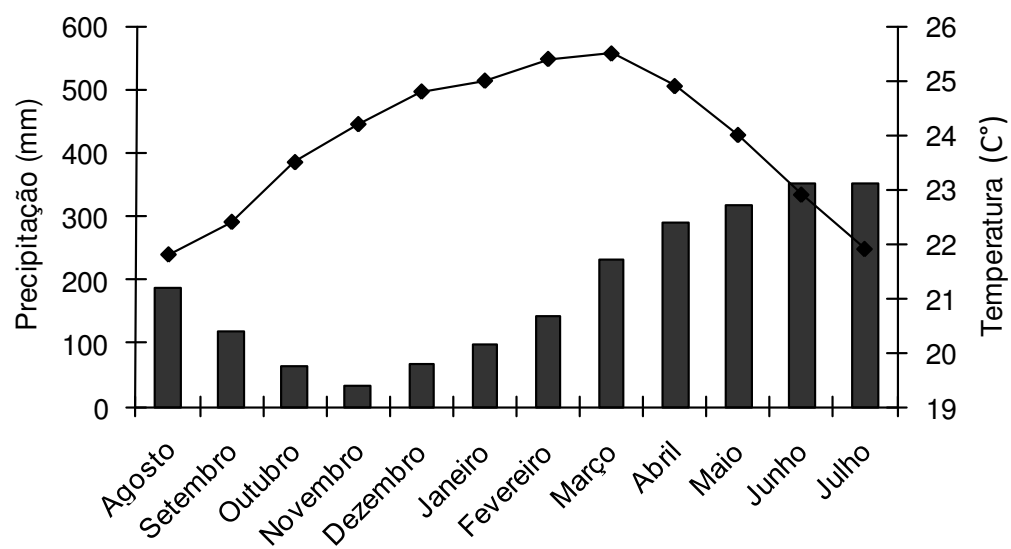


Figura 2

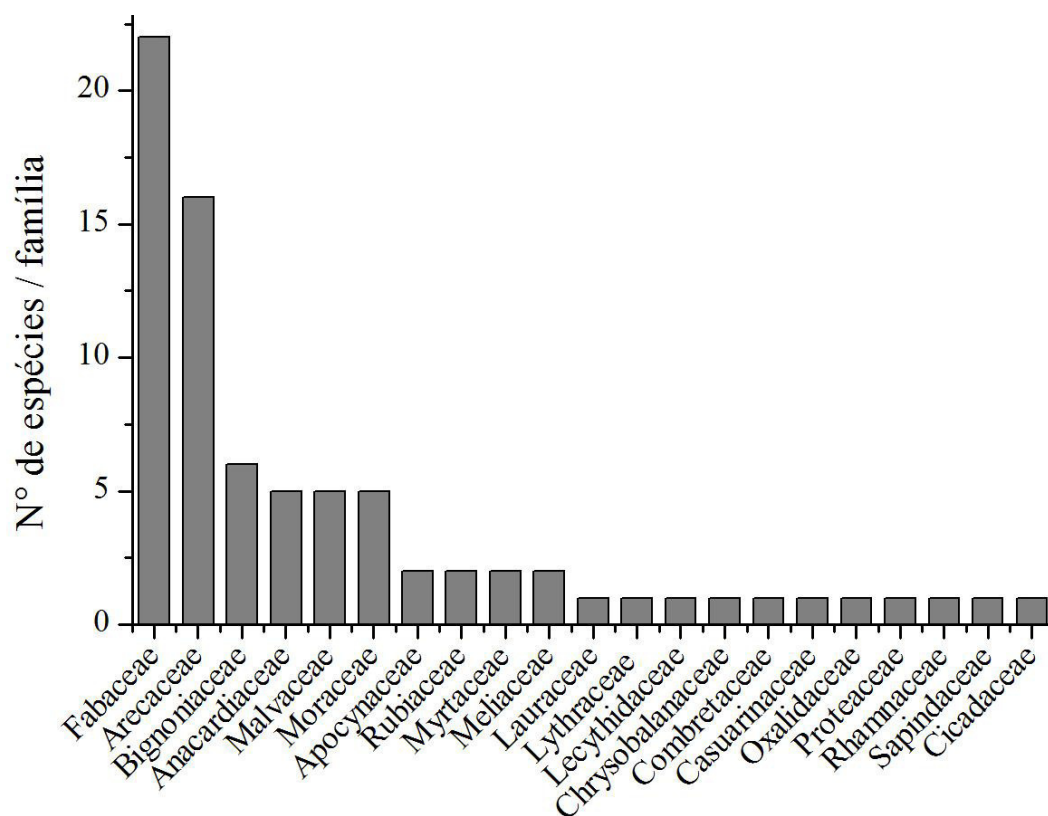


Figura 3

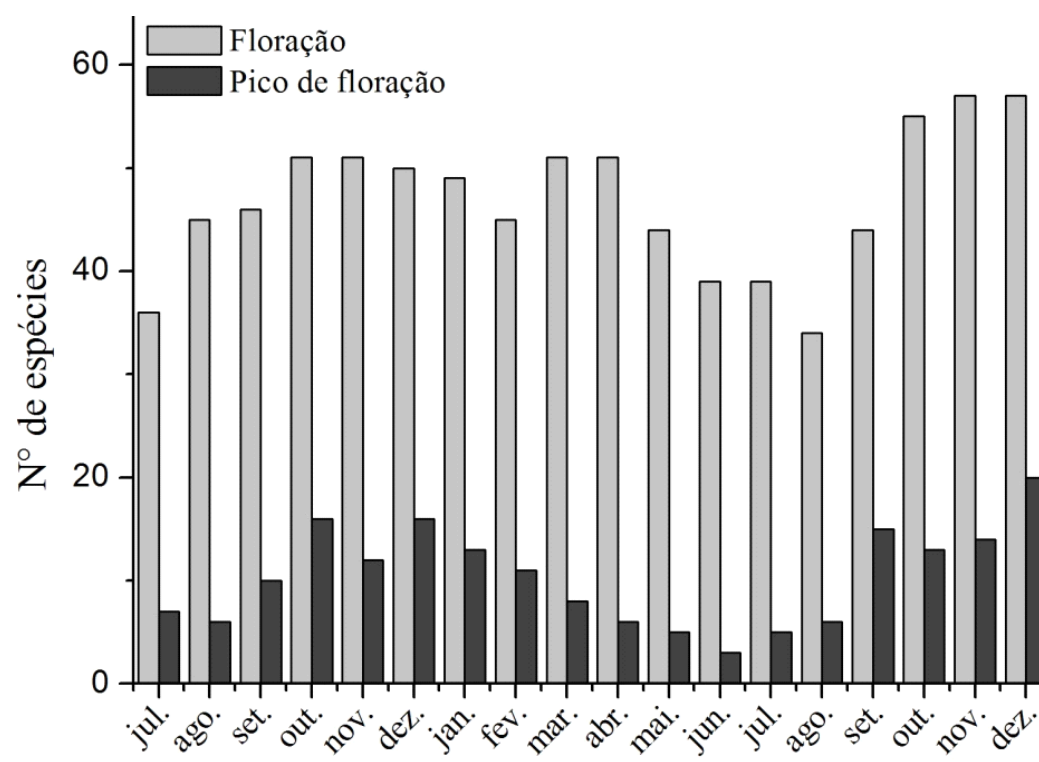


Figura 4

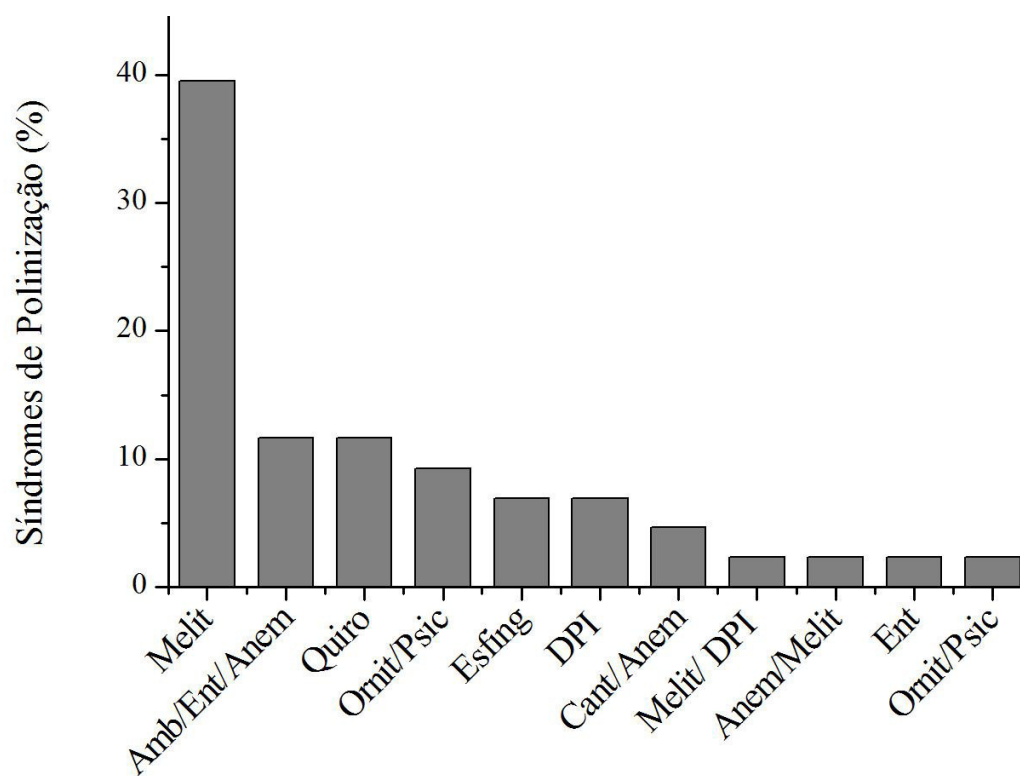


Figura 5

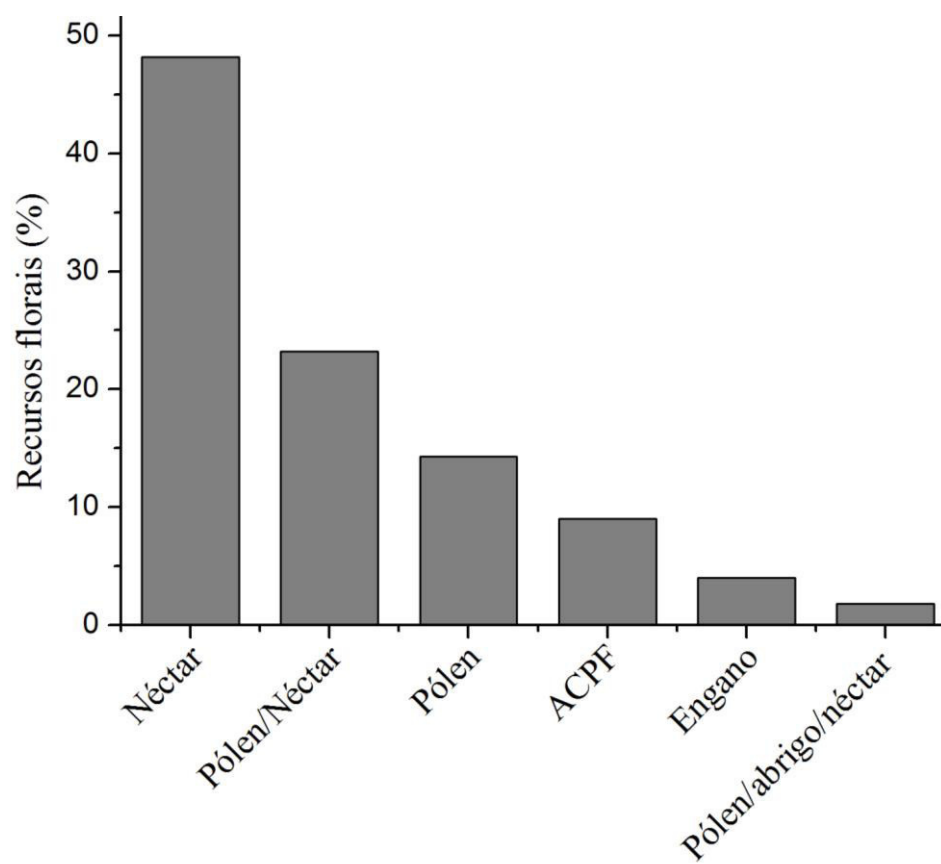


Figura 6

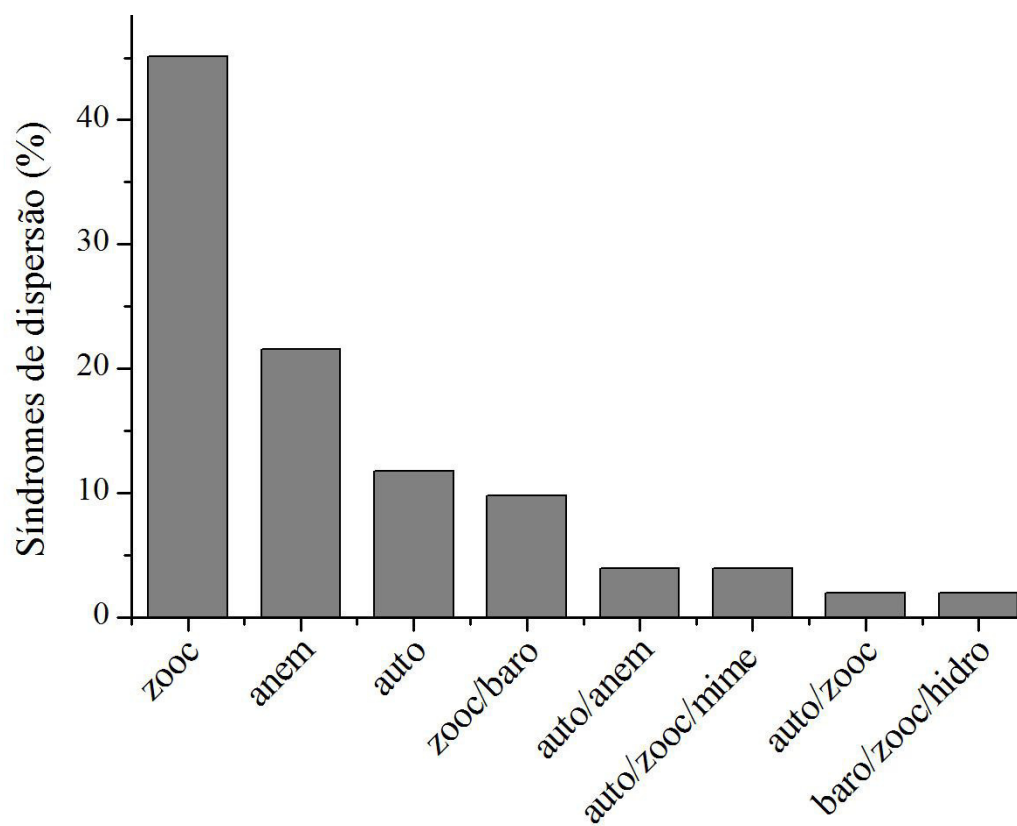


Figura 7

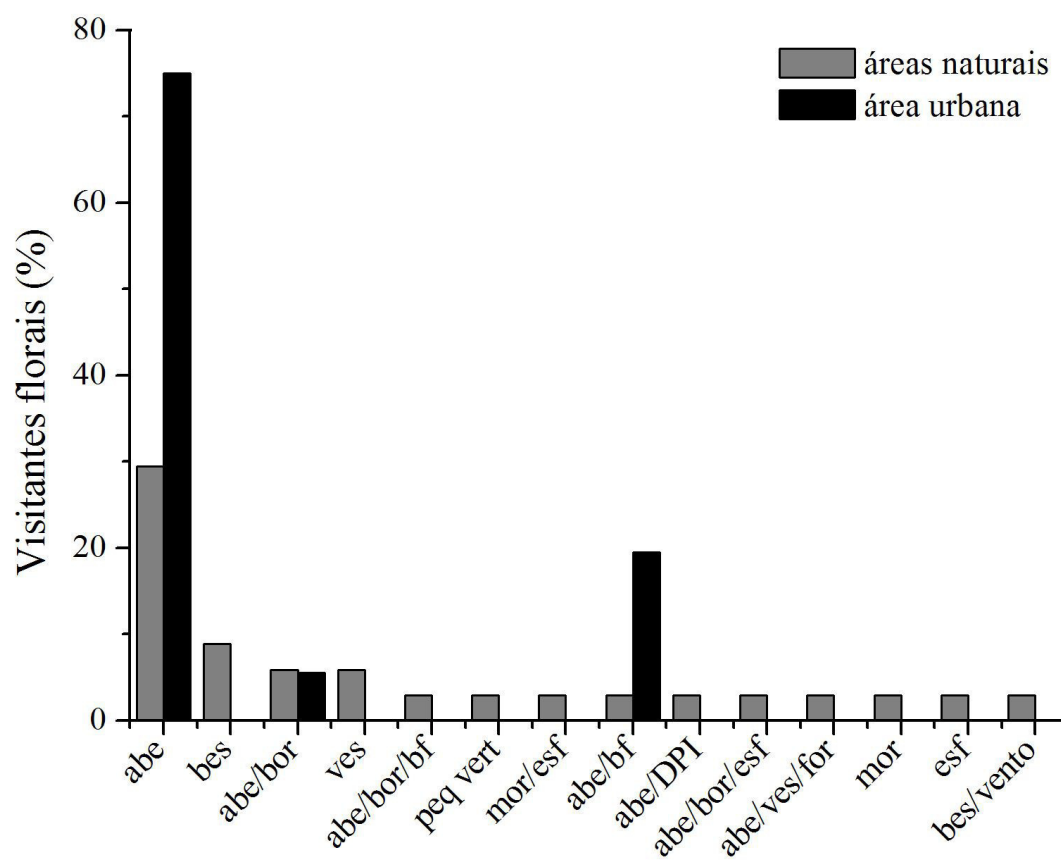


Figura 8

ANEXO



LANDSCAPE AND URBAN PLANNING

An International Journal of Landscape Science, Planning and Design

<http://www.journals.elsevier.com/landscape-and-urban-planning/>