

LUCINEIA AVELINO DA SILVA

FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE UM REMANESCENTE URBANO DE
FLORESTA ATLÂNTICA EM REGENERAÇÃO E A RESPOSTA DA
DIVERSIDADE FUNCIONAL AOS ATRIBUTOS FLORAIS EM FRAGMENTOS
FLORESTAIS URBANOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

RECIFE - PE
2015

LUCINEIA AVELINO DA SILVA

FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE UM REMANESCENTE URBANO DE
FLORESTA ATLÂNTICA EM REGENERAÇÃO E A RESPOSTA DA
DIVERSIDADE FUNCIONAL AOS ATRIBUTOS FLORAIS EM FRAGMENTOS
FLORESTAIS URBANOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós –
Graduação em Biologia Vegetal da Universidade
Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos
para obtenção do título de mestre em biologia
vegetal.

Orientadora: Prof^a Dr^a Isabel Cristina Sobreira
Machado

Co-orientador: Prof Dr Marcelo Sobral Leite

RECIFE - PE
2015

Catálogo na fonte
Elaine Barroso
CRB 1728

Silva, Lucineia Avelino da

Florística e fitossociologia de um remanescente urbano de floresta atlântica em regeneração e a resposta da diversidade funcional aos atributos florais em fragmentos florestais urbanos da Região Metropolitana do Recife/ Lucineia Avelino da Silva– Recife: O Autor, 2015

116 folhas : il., fig., tab.

Orientadora: Isabel Cristina Sobreira Machado

Coorientador: Marcelo Sobral Leite

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Biológicas. Biologia Vegetal, 2015

Inclui bibliografia e apêndices

- 1. Mata Atlântica 2. Comunidades vegetais 3. Urbanização I. Machado, Isabel Cristina Sobreira (orientadora) II. Leite, Marcelo Sobral (coorientador) III. Título**

LUCINEIA AVELINO DA SILVA

“FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE UM
REMANESCENTE URBANO DE FLORESTA ATLÂNTICA
EM REGENERAÇÃO E A RESPOSTA DA DIVERSIDADE
FUNCIONAL AOS ATRIBUTOS FLORAIS EM
FRAGMENTOS FLORESTAIS URBANOS DA REGIÃO
METROPOLITANA DO RECIFE”.

APROVADA EM 27/08/2015

BANCA EXAMINADORA:

Dra. Isabel Cristina Sobreira Machado (Orientadora) - UFPE

Dra. Julia Caram Sfair - UFPE

Dr. Marcelo Tabarelli - UFPE

Recife- PE
2015

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força para a conclusão de mais essa etapa;

Aos meus pais Severina e Ivanildo, por serem meu alicerce e por todo o incentivo e compreensão diante das dificuldades ao longo desse curso;

Às minhas irmãs, Lucimar e Lindomar, pelo apoio, ajudas e conselhos em todos os momentos desse trabalho;

À minha orientadora, Prof^a Dra Isabel Cristina Sobreira Machado, pelos ensinamentos, pela dedicação, pela disponibilidade e compreensão ao longo desse mestrado;

Ao Prof Dr. Marcelo Sobral Leite, meu co-orientador, pela disponibilidade, paciência e dedicação durante esse curso;

A Profa Dra Tarcila Correia de Lima Nadia por todas as contribuições prestadas ao longo dessa etapa tanto em campo quanto nas sugestões para esse trabalho;

À Dra Kelaine de Miranda Demétrio pelo companheirismo e por toda ajuda em campo;

A Marcos Antônio das Chagas por todo o auxílio em campo e pelo compartilhamento de suas vivências em campo;

A todos os integrantes do Santuário dos Três Reinos que contribuíram para que o trabalho de campo, em especial a Josiel Vasconcelos, Clarissa Gomes, José Roberto da Silva, Renato Balbino e Reginaldo Aquino;

A todos os integrantes dos herbários: UFP e PEURF pela disponibilidade de suas instalações e pela permissão para realização da morfometria das flores das espécies solicitadas.

Ao Dr Marcondes Oliveira pela identificação de diversas espécies;

A Franck Silva pela confecção do mapa das localidades estudadas;

A Valéria Gomes pela elaboração do abstract;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco, pela contribuição para a minha formação;

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco por toda disponibilidade ao longo desse curso;

A todos os integrantes do Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva por todo o auxílio prestado em especial a Sinzinando Albuquerque, Lenyneves Duarte, Sheila Milena Soares, Arthur Domingos e Isadora Schultz;

Aos meus colegas de curso, pela troca de experiências, em especial a Msc. Thamara Rodrigues dos Reis;

A amiga e Msc. Denize Xavier Monteiro pela ajuda com a confecção das exsicasas
todo incentivo ao longo desse trabalho;

Aos meus amigos, familiares, ex e atuais colegas de trabalho pela compreensão e
torcida;

Por fim a todos que contribuíram cada qual a sua maneira, para a concretização desse
trabalho.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Dados de localidades dos remanescentes urbanos estudados de floresta Atlântica da região metropolitana do Recife, Pernambuco.....	54
Tabela 2. Esforço amostral e critérios de inclusão utilizados nos cinco inventários fitossociológicos nos remanescentes urbanos de floresta Atlântica, na Região Metropolitana do Recife. Mata da Guabiraba (MG), Parque Estadual Dois Irmãos (PEDI), Usina São José (USJ), Mata do Curado (MC), Jardim Botânico do Recife (JBR), Diâmetro a altura do peito (DAP). ^a Refere-se a táxons identificados apenas em nível espécies de morfoespécie ou gênero. ^b Foram utilizadas desses estudos apenas as arbóreas identificadas em nível de espécie.....	55
Tabela 3. Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas amostradas em parcelas no remanescente florestal da Mata da Guabiraba, Recife, PE. N (Número de Indivíduos), DR (Densidade Relativa), DoR (Dominância Relativa), FR (Frequência Relativa) e VI (Valor de Importância).....	56
Tabela 4. Valores de índice de similaridade de Jaccard para remanescentes urbanos de Floresta Atlântica de Pernambuco. MG (Mata da Guabiraba), PEDI (Parque Estadual Dois Irmãos), USJ (Usina São José), JBR (Jardim Botânico do Recife), MC (Mata do Curado) e EEC (Estação Ecológica de Caetés).....	59
Tabela 5. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nos cinco remanescentes urbanos de floresta Atlântica Nordestina da Região Metropolitana da cidade do Recife. DR (Densidade Relativa), DoR (Dominância Relativa), FR (Frequência Relativa) e VI (Valor de Importância). MG (Mata da Guabiraba), PEDI (Parque Estadual Dois Irmãos), USJ (Usina São José), JBR (Jardim Botânico do Recife), MC (Mata do Curado) e EEC (Estação Ecológica de Caetés).	60

CAPÍTULO II

Tabela 1. Atributos florais e reprodutivos de árvores e síndromes de polinização com as respectivas classificações utilizadas nesse estudo. Os atributos florais analisados foram: dimensões, cor, simetria, deiscência de anteras, unidade de polinização, recursos, tipo floral e sistemas sexuais e síndromes de polinização. Para a morfometria floral e dimensões das flores, utilizou-se duas medidas: diâmetro, para flores ou unidades ecológicas de polinização (sensu Faegri e Pijl, 1979) do tipo disco e comprimento total da flor para os demais tipos florais. ^aConforme classificação de Faegri e Pijl 1979, ^bMachado e Lopes 2004, Endress 1994, Proctor 1996. ^cGurevit 2006, Karasawa 2009a. ^dRamirez 1989.....88

Tabela 2. Remanescentes urbanos de floresta Atlântica nordestina analisados, valores de diversidade funcional (DF) e número de espécies por localidade. MG (Mata da Guabiraba), PEDI (Parque Estadual Dois Irmãos), MC (Mata do Curado), USJ (Usina São José), JBR (Jardim Botânico do Recife).....89

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Localização dos remanescentes estudados de Floresta Atlântica Nordestina. A) América do Sul com a cobertura original da floresta Atlântica. B) Região Nordeste do Brasil com a cobertura atual de Floresta Atlântica. C) Região Metropolitana do Recife, destacando os remanescentes estudados: 1) MG (Mata da Guabiraba), 2) PEDI (Parque Estadual Dois Irmãos), 3) USJ (Usina São José), 4) JBR (Jardim Botânico do Recife), 5) MC (Mata do Curado) e 6) EEC (Estação Ecológica de Caetés).....	62
Figura 2. Distribuição do número de indivíduos em intervalos de diâmetro de 5 cm, com classes iniciando com $5 \leq d < 10$ cm em um fragmento localizado na Mata da Guabiraba, Recife, PE. d (diâmetro).....	63
Figura 3. Distribuição do número de indivíduos por classe de altura em intervalos fixos de 9 m, sendo 1) arbóreas menores que 9 m; 2) arbóreas ≥ 9 m e < 18 m; e 3) arbóreas ≥ 18 m, no fragmento da Mata da Guabiraba, Recife, PE.....	64

CAPÍTULO II

Figura 1. Frequência dos atributos florais e síndromes de polinização dos remanescentes urbanos da Região Metropolitana do Recife: MG – Mata da Guabiraba; PEDI – Parque Estadual Dois Irmãos; USJ – Usina São José; MC – Mata do Curado; JBR – Jardim Botânico do Recife; EEC – Estação Ecológica de Caetés. A) Tipos florais: Cp (campânula), Cm (câmara), I (inconspícuo), P (pínel), E (estandarte), T (tubo), D (disco); B) Recurso floral: O (óleo), R (resina), N/P (néctar/pólen), P (pólen), N (néctar); C) Cor: Rx (Roxo), L (laranja), Az (azul), Li (lilás), Vm (vermelho), R (rosa), C (creme), Vd (verde), A (amarelo), B (branco); D) Simetria: Z (zigomorfa), A (actinomorfa); E) Abertura de antera: V (valvar), P (poricida), L (longitudinal); F) Antese: N (noturna), D (diurna); G) Presença de odor: A (ausente), P (presente); H) Unidade de polinização: I/C (inflorescência/coletiva), I/F (inflorescência/flor, F (flor); I) Tamanho: Mg (muito grande), G (grande), M (médio), P (pequeno); J) Expressão sexual: U (unissexual), H (hermafrodita); K) Sistema sexual: Ad (androdióico), Am (andromonóico), D (dióico), M (monóico); L) Síndromes de polinização: Am (ambofilia), A (anemofilia), Mi (miiofilía), O (ornitofilia), P (psicofilia), C (cantarofilia), F (falenofilia), Q (quiropterofilia), E (esfingofilia), DPI (diversos pequenos insetos), M (melitofilia).....90

Figura 2. Análise de NMDS a partir dos dados de frequência dos atributos florais e síndromes de polinização entre os remanescentes urbanos da Região Metropolitana do Recife. PEDI) Parque Estadual Dois Irmãos; MG) Mata da Guabiraba; MC) Mata do Curado; EEC) Estação Ecológica Caetés; JBR) Jardim Botânico do Recife; USJ) Usina São José.....92

Figura 3. Análise de agrupamento (Cluster) a partir dos dados de frequência dos atributos florais e síndromes de polinização entre os remanescentes urbanos da Região Metropolitana do Recife. MC) Mata do Curado; EEC) Estação Ecológica Caetés; USJ) Usina São José; JBR) Jardim Botânico do Recife; PEDI) Parque Estadual Dois Irmãos; MG) Mata da Guabiraba.....93

RESUMO

A maioria dos remanescentes de floresta Atlântica no Brasil são pequenas florestas secundárias em regeneração, muitas ocorrendo em áreas urbanas. Espécies arbóreas de remanescentes florestais indicam nível de perturbação, estágio sucessional e mudanças durante a regeneração. O objetivo dessa dissertação é conhecer a composição florística e fitossociológica arbórea de um fragmento urbano de floresta Atlântica em regeneração e verificar sua similaridade com remanescentes urbanos. Testou-se a hipótese de que remanescentes seriam menos similares quanto mais distantes fossem e que fragmentos de tamanhos semelhantes seriam mais similares que os de diferentes tamanhos. No remanescente em regeneração instalou-se 18 parcelas de 10 x 10m para a fitossociologia e realizaram-se expedições quinzenais de setembro de 2013 a dezembro de 2014 para coleta de espécies em estágio reprodutivo. Nos demais fragmentos, o levantamento florístico ocorreu mediante publicações florísticas e fitossociológicas. Médias de diâmetros e alturas das arbóreas do remanescente em regeneração foram de 15 ± 14 cm e $9,54 \pm 3,5$ m, respectivamente e assemelham-se às daquelas de florestas em estágio sucessional inicial. A maior similaridade foi encontrada entre a Mata da Guabiraba e o Parque Estadual de Dois Irmãos (0,43), que são fragmentos próximos e semelhantes em área. Na composição das comunidades desses remanescentes *Tapirira guianensis* Aubl e *Eschweilera ovata* Cambess. sobressaíram-se entre as espécies mais abundantes e frequentes, sendo que a primeira também se destacou com maior valor de importância e densidade. Outro objetivo dessa dissertação foi obter a diversidade funcional desses remanescentes, pois ela indica interações que os sustentam, a partir de atributos florais das arbóreas. Compararam-se atributos florais, síndromes de polinização e diversidade funcional desses remanescentes florestais urbanos. Testou-se a hipótese de que remanescentes diferem quanto a frequência dos atributos florais, síndromes de polinização e diversidade funcional. Nos demais fragmentos utilizaram-se publicações fitossociológicas e os dados de atributos florais obtidos em herbários e na literatura. Nos remanescentes predominaram flores generalistas, melitófilas (41% e 58%) e formaram-se grupos de fragmentos por atributos florais e síndromes de polinização, o que corrobora parcialmente a hipótese. Os remanescentes estudados não diferiram quanto à diversidade funcional de atributos florais ($p = 0,99$). Estudos como esse trazem contribuições para a compreensão sobre a diversidade e a estrutura das comunidades vegetais em remanescentes urbanos que devido às suas particularidades, sobretudo pela paisagem na qual se inserem podem apresentar uma dinâmica distinta do que ditam as teorias ecológicas.

Palavras-chave: Atributos florais. Diversidade funcional. Florestas secundárias. Fragmentação. Regeneração. Urbanização.

ABSTRACT

The Atlantic forest remnants in Brazil mostly are small secondary forests in regeneration, many occurring in urban areas. Tree species of forest remnants indicate level of disturbance, successional stage and changes during regeneration. The goal of this dissertation is to know the floristic composition and phytosociology of tree of an urban fragment of Atlantic forest regeneration and verify its similarity to other urban forest remnants. The hypothesis tested was that remaining would present smaller the further away they were similarity and similar size fragments would be more similar than different sizes, they were installed 18 plots of 10 x 10m for the study phytosociological and held fortnightly expedition between September 2013 and December 2014 to collect of species in stage reproductive. In the remaining fragments, of the floristic survey occurred through floristic studies and published phytosociological. Average diameters and heights of the remaining tree regeneration were 15 ± 14 cm and $9,54 \pm 3,5$ m, respectively, and resemble those of forests in early successional stage. Similarity highest was found between the Forest Guabiraba and Parque Estadual Dois Irmãos (0,43), which are fragments near and similar in area. In community composition of these remaining *Tapirira guianensis* Aubl. and *Eschweilera ovata* Cambess. stood out among the most abundant and frequent species, with the first also excelled with highest importance value and density. Another aim of this thesis was to obtain the functional diversity of these remnants, as it indicates interactions that maintain them from floral traits of the tree. Compared to floral traits, pollination syndromes and functional diversity of these urban forest remnants. We tested the hypothesis that remaining differ in the frequency of floral attributes, pollination syndromes and functional diversity. In the remaining fragments were used in phytosociological publications and floral attributes of data from herbarium and literature. In general predominant remaining flowers, mellittophilous (41% and 58%) and were formed by groups of fragments and floral attributes pollination syndromes, which partially supports the hypothesis. The remaining studies did not differ in the functional diversity of floral traits ($p = 0,99$). Such studies bring contributions to the understanding of the diversity and structure of plant communities in urban remnants that because of their specific particularly the landscape in which they operate may have a different dynamic than dictate the ecological theories.

Keywords: Floral attributes. Functional diversity. Secondary forests. Fragmentation. Regeneration. Urbanization.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 Os remanescentes de Floresta Atlântica Nordestina.....	16
2.2 Diversidade funcional e grupos funcionais.....	18
2.3 Atributos florais e síndromes de polinização.....	20
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
CAPÍTULO I – Florística e Fitossociologia de um remanescente urbano em regeneração e comparação com outros fragmentos da Floresta Atlântica urbana da Região Metropolitana do Recife.....	34
1. RESUMO.....	35
ABSTRACT.....	36
2. INTRODUÇÃO.....	37
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3.1 Área de estudo.....	38
3.2 Florística e fitossociologia da Mata da Guabiraba-PE	38
3.3 Similaridade florística e comparação físsiociológica entre remanescentes urbanos de floresta Atlântica da Região Metropolitana do Recife.....	39
3.4 Análise dos dados.....	40
4. RESULTADOS.....	41
4.1 Florística e fitossociologia da Mata da Guabiraba-PE.....	41
4.2 Similaridade florística e comparação físsiociológica entre remanescentes urbanos de floresta Atlântica da Região Metropolitana do Recife.....	42
4.2.1 Similaridade florística.....	42
4.2.2 Comparação de estudos fitossociológicos.....	43
5. DISCUSSÃO.....	44
5.1. Florística e fitossociologia da Mata da Guabiraba-PE.....	44
5.2 Similaridade florística e comparação físsiociológica entre remanescentes urbanos de floresta Atlântica da Região Metropolitana do Recife.....	45
5.2.1 Similaridade florística.....	45
5.2.3 Comparação de estudos fitossociológicos.....	46
6. AGRADECIMENTOS.....	48
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

CAPÍTULO II – O que os atributos florais nos contam sobre diversidade funcional dos remanescentes florestais urbanos?.....	65
1.RESUMO.....	66
ABSTRACT.....	67
2.INTRODUÇÃO.....	68
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	69
3.1. Área de estudo.....	69
3.2.Abundância de arbóreas nos remanescentes urbanos da floresta Atlântica Nordeste.....	70
3.3. Atributos florais e síndromes de polinização das arbóreas de remanescentes urbanos de floresta Atlântica da Região Metropolitana do Recife	70
3.4 Diversidade Funcional.....	71
3.5 Análises dos dados.....	72
4. RESULTADOS	72
4.1 Atributos florais e síndromes de polinização das arbóreas de remanescentes urbanos de floresta Atlântica da Região Metropolitana do Recife	72
4.2 Diversidade funcional.....	74
5. DISCUSSÃO.....	74
5.1 Atributos florais e síndromes de polinização das arbóreas de remanescentes urbanos de floresta Atlântica da Região Metropolitana do Recife.....	74
5.2 Diversidade funcional.....	78
6. AGRADECIMENTOS.....	82
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
APÊNDICE.....	94
Apêndice 1. Espécies coletadas no remanescente da Mata da Guabiraba, Recife-PE. ARB (Arbóreo), ABT (Arbusto), L (Liana), H (herbácea) e E (Epífita).....	94
Apêndice 2. Regras para autores – Brazilian Journal of Botany.....	102
Apêndice 3. Regras para autores – Revista Flora.....	107

APRESENTAÇÃO

Os remanescentes florestais tropicais são representados por poucos fragmentos grandes (>500ha), que representam florestas maduras e muitos fragmentos pequenos (<100ha) de floresta secundária (TABARELLI et al. 2012). Embora a Floresta Atlântica Brasileira (FAB) seja um dos biomas que mais sofre com a fragmentação, ainda possui uma das maiores diversidades do mundo em plantas lenhosas (MARTINI et al. 2007). A FAB contém cerca de 20.000 espécies de plantas vasculares, sendo 50% exclusivas de suas formações vegetacionais, em virtude de fatores como condições ambientais heterogêneas de latitude, longitude, edáficas e de pluviosidade elevada, dentre outros (CÂMARA 2003, GOMES e LEITE 2013).

Os fragmentos da FAB com área maior do que 100 ha constituem apenas 8,5% dos remanescentes e quando somados às áreas florestadas maiores do que 50 ha ampliam para apenas 12,5% da cobertura total (SOS MATA ATLÂNTICA, 2014). Na região Nordeste, a perda de cobertura florestal foi ainda mais severa, uma vez que 90% dos fragmentos possuem área inferior a 50 ha e se encontram imersos em uma matriz de cana-de-açúcar, retendo menos de 50% da riqueza de espécies arbóreas características de florestas de interior (RANTA et al. 1998, OLIVEIRA et al. 2004). Muitos desses remanescentes são florestas secundárias em diferentes estágios de regeneração, que se caracterizam por mudanças na estrutura, riqueza e composição de espécies após perturbação (GUARIGUATA e OSTERTAG 2001, CAMPINILI e PROCHNOW 2006).

O levantamento de espécies arbóreas de remanescentes florestais a partir de estudos florísticos e fitossociológicos possibilita conhecer as respostas das mesmas ao processo de fragmentação e constituem as bases de ações para a sua conservação (RIBAS et al. 2003). A florística permite conhecer a similaridade entre os fragmentos, enquanto a fitossociologia, através de sua estrutura física, arquitetônica e da composição da comunidade vegetal, permite a correlação de aspectos espaciais da vegetação com outros fatores bióticos.

Inferências sobre a diversidade biológica com base apenas em riqueza e abundância são limitadas, pois atribuem equivalência a todas as espécies e omitem informações referentes a estrutura e funcionamento das comunidades (CIANCIARUSO et al. 2009). Para suprir essa necessidade pode-se obter a diversidade funcional (DF), que considera os aspectos da história de vida das espécies que contribuem para a

manutenção dos ecossistemas (MAYFIELD 2005, FONTAINE 2006). A DF baseia-se nas correlações entre os atributos morfológicos, fenológicos e fisiológicos das espécies e o ambiente (CIANCIARUSO et al. 2009, RICKLEFS 2001).

A DF oriunda de traços funcionais reprodutivos pode ser usada para estudar os efeitos da perda de diversidade sobre os serviços ambientais de polinização e disponibilidade de recursos, pois dentre as particularidades da DF está a capacidade de refletir a perda de vetores de polinização (MCGILL et al. 2006, GIRÃO et al. 2007, CIANCIARUSO et al. 2009). O conhecimento acerca da diversidade dos grupos funcionais vegetais de uma área florestal pode também nortear seu manejo e indicar o seu grau de conservação (ERNEST et al. 2006, PETCHEY e GASTON 2006).

Incluir a abordagem reprodutiva nos grupos funcionais vegetais permite compreender como os grupos formados pelos atributos florais respondem ao processo de fragmentação (GIRÃO et al. 2007). Estudos em remanescentes de Floresta Atlântica Nordeste (FAN) apontaram redução da frequência de atributos florais, síndromes de polinização e de grupos funcionais reprodutivos mais especializados em áreas fragmentadas quando comparadas às florestas maduras (GIRÃO et al. 2007 e TABARELLI et al. 2009).

LOPES et al. (2009) também verificaram que arbóreas da FAN localizadas em diferentes habitats apresentaram atributos reprodutivos distintos, sobretudo quando bordas de mata, fragmentos pequenos e florestas secundárias eram comparados ao interior de florestas maduras em um grande fragmento imerso numa matriz de cana-de-açúcar, na zona da Mata no Estado de Alagoas (8°30'S, 35°50'W). Esse estudo ainda menciona o aumento de 60% de espécies polinizadas por grupos generalistas nas bordas florestais, nos pequenos fragmentos e nas florestas secundárias, o que indica redução de espécies com flores mais especializadas (GIRÃO et al. 2007, LOPES et al. 2009).

Nos manuscritos que compõem essa dissertação o leitor encontrará no primeiro capítulo o levantamento florístico e fitossociológico de um remanescente de floresta Atlântica em regeneração e sua comparação florística com outros cinco remanescentes urbanos de floresta Atlântica, tendo como área de estudo a região metropolitana de Recife – PE e seu entorno. No segundo, foram abordadas a frequência dos atributos florais e das síndromes de polinização e a comparação da DF e dos atributos florais entre esses mesmos remanescentes. Para isso testou-se a hipótese de que os remanescentes de diferentes tamanhos apresentam índices de DF distintos. Para tanto, foi gerado um banco de dados a partir de: (a) coletas e análises de material botânico

fértil, (b) análises de material histórico de herbário, (c) listas florísticas das áreas supramencionadas, (d) levantamento de estudos taxonômicos e ecológicos (e) consultas a taxonomistas. Para um dos cinco remanescentes, uma vez que não existia lista florística publicada, os dados foram conseguidos a partir de coletas próprias no campo com periodicidade quinzenal abrangendo o período de setembro de 2013 a dezembro de 2014. As coletas para obtenção de parâmetros fitossociológicos e da florística da área foram feitas em parcelas estabelecidas e a partir de caminhadas ao longo de trilhas naturais. Para as demais áreas a obtenção desses dados ocorreu a partir de estudos fitossociológicos já publicados.

Essa dissertação, portanto, em seu conjunto, apresenta uma comparação entre as espécies arbóreas dos remanescentes urbanos de floresta Atlântica em Pernambuco, bem como estabelece a frequência dos atributos florais e das síndromes de polinização e a Diversidade Funcional de atributos florais ocorrentes nas localidades estudadas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Os remanescentes de Floresta Atlântica Nordestina

Estudos sobre o desmatamento e a fragmentação da Floresta Atlântica Brasileira (FAB) são diversos e envolvem mapeamentos com intuito de estimar a área de remanescentes como o de RIBEIRO et al. (2009). Existem evidências de que as sub-regiões geográficas do Brasil possuem 83% dos seus fragmentos com área inferior a 50 ha e que a presença desses fragmentos pequenos, menores que 200 ha são importantes na redução do isolamento entre os fragmentos maiores (RIBEIRO et al. 2009).

BARBOSA (2006) e GALINDO-LEAL e MARTINI (2003) verificaram que dentre os fatores históricos que promoveram o desmatamento, podemos citar: a exploração desordenada de seus recursos naturais, sobretudo da madeira, a sua ocupação para fins de pastagem, cultivo e urbanização. VIANA et al. (1997) aponta que as espécies que apresentem densidade reduzida num remanescente não fragmentado possa se tornar uma espécie rara quando a fragmentação do mesmo ocorrer. METZGER (2000) e METZGER et al. (2009) abordaram os efeitos desses processos sobre os ecossistemas e sua biodiversidade e verificaram que todos grupos taxonômicos (exceto pequenos mamíferos) foram afetados pela alteração da dinâmica da paisagem.

Estudos de GIRÃO et al. (2007) e TABARELLI et al. (2009) verificaram que áreas de floresta Atlântica apresentaram mudanças nos padrões de algumas interações planta-animal associadas à fragmentação, sendo uma delas a redução dos grupos funcionais reprodutivos especializados, quando comparados a florestas maduras. Isso ocorre, dentre outros fatores, em virtude da limitação de polinizadores, que acabam por comprometer a manutenção de determinadas espécies e dificultar o sucesso reprodutivo particularmente de angiospermas dióicas (GIRÃO et al. 2007).

O processo de regeneração e a conectividade dessas florestas também se configuraram como um importante tema de pesquisas para TABARELLI e GASCON (2005), BARBOSA (2006) e TABARELLI et al. (2012) sobretudo, no que se refere à influência de fatores externos como o tamanho da área florestada. Esse último estudo aponta que a diminuição da conectividade altera interações ecológicas interespecíficas.

No caso da Floresta Atlântica Nordestina (FAN), TABARELLI et al. (2009) apontam que restam somente 5% de sua cobertura original. Dados de remanescentes da FAB por sub-região geográfica mostram que o estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil) possui 360.455 ha de floresta Atlântica, o que corresponde a 11,5% de sua cobertura original, sendo que apenas 0,14% dessa área encontra-se protegida (RIBEIRO et al. 2009).

Mesmo diante de tal cenário de degradação, a maioria dos 14 municípios que compõem a Região Metropolitana do Recife (RMR), capital do Estado de Pernambuco, ainda possui remanescentes florestais (GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO, 2014). A ocorrência de fragmentos florestais em zona urbana contribui para amenizar as temperaturas extremas, o que vem a reforçar a necessidade de conhecimento e de conservação dos mesmos (MALTA et al. 2012).

Alguns remanescentes florestais urbanos da RMR têm sido alvo de estudos florísticos e fitossociológicos, como os de ROCHA et al. (2008) e PESSOA et al. (2009) e também referentes ao processo de regeneração como os de SOUSA-JUNIOR (2006) e GANDOLFI e RODRIGUES (2007). Espera-se que fragmentos mais próximos apresentem características fisionômicas semelhantes, possuindo assim maior similaridade florística como propõem OLIVEIRA-FILHO e MACHADO (1993). Dessa forma foram testadas as hipóteses de que fragmentos mais próximos apresentam maior similaridade florística que os distantes e que existe relação entre o tamanho do fragmento e a riqueza e abundância das espécies.

A maioria dos estudos fitossociológicos nos remanescentes florestais da RMR abordou a diversidade a partir de índices de diversidade tradicionais, que desconsideram aspectos ecológicos das espécies (GUEDES 1992, SOUSA-JUNIOR 2006, ALVES-JUNIOR 2007, ROCHA et al. 2008, PESSOA et al. 2009).

Dentre os estudos com abordagem ecológica em nível de comunidade a acerca das interações planta-animal envolvendo polinização e dispersão, para remanescentes da RMR tem-se o de LEITE (2005), que é uma tese de doutorado não publicada. Portanto essa dissertação é o primeiro trabalho que aborda a diversidade funcional sob a perspectiva dos atributos florais, que consistem em caracteres associados com a polinização, em remanescentes florestais localizados em área urbana.

2.2. Diversidade funcional e grupos funcionais

TILMAN (2001) e PETCHEY e GASTON (2002, 2006) verificaram que o índice de diversidade funcional (DF) permite uma avaliação dos efeitos da fragmentação florestal sobre os processos ecológicos numa comunidade, uma vez que, os traços funcionais consistem em características morfológicas, fisiológicas e fenológicas de um organismo que capaz de responder indiretamente pelo crescimento, reprodução e sobrevivência de espécies arbóreas (VIOLLE et al. 2007). Índices de DF distintos do esperado ao acaso após perturbações reforçam a teoria do nicho, pois refletem a ocorrência de traços funcionais associados aos nichos das espécies (filtro ambiental e similaridade limitante).

A medida de DF mais comum é obtida através do número de grupos funcionais de uma comunidade (TILMAN et al. 1997, DIAZ e CABIDO 2001). Tais grupos são conjuntos de espécies com características morfológicas, fenológicas e ecofisiológicas (atributos funcionais) similares e relacionadas à capacidade de dispersão, estabelecimento e persistência em determinado ambiente (HÉRAULT, 2007). Eles estão associados à teoria de nicho, na qual condições ambientais criam espaços ecológicos a serem ocupados por determinados grupamentos de espécies (FUKAMI et al. 2005). Essa teoria considera que características ecológicas das espécies influenciam a estruturação de uma comunidade e são determinantes na co-ocorrência de espécies (WEIHER e KEDDY 1995, GOMEZ et al. 2010).

Ao nível mundial tem-se verificado crescimento de pesquisas que tratam de diversidade funcional, podendo-se destacar os trabalhos de TILMAN et al. (1994, 1996)

e NAEEM e WRIGHT (2003) que verificaram uma relação entre diversidade funcional e respostas ecossistêmicas às mudanças ambientais. PETCHEY et al. (2009) associaram as categorias de medidas de diversidade funcional aos aspectos da DF e MASON et al. (2005) e MOUCHET et al. (2010) abordaram também o uso dos índices de riqueza funcional, equitabilidade funcional e divergência funcional.

Trabalhos como os de PETCHEY (2006) e MASON et al. (2004) tratam de características e quantidade de traços funcionais a serem utilizados na obtenção da DF e revelam que a escolha dos atributos e das medidas de DF a serem utilizados numa investigação científica deve considerar os objetivos específicos do estudo a ser realizado, pois existem diversas métricas de DF e cada uma delas responde melhor a uma determinada situação.

Estudo de TILMAN et al. (1996) utilizou a riqueza de espécies, um elemento fundamental para a obtenção de índices de diversidade tradicionais, para obter a DF e verificaram que a riqueza de espécies tem efeito positivo sobre a produtividade das plantas e a utilização de nutrientes do solo, o que seria explicado pela diversidade de formas pelas quais as plantas utilizam os recursos disponíveis no solo.

Estudos sobre DF que incluem aspectos da funcionalidade dos ecossistemas podem ser encontrados em DIAZ e CABIDO (2001), MAYFIELD et al. (2006), PETCHEY e GASTON (2006). A relação de determinados traços funcionais e a distribuição das espécies em gradientes ambientais foi investigada por POLLOCK et al. (2011). Também merecem destaque estudos sobre DF intraespecífica (ALBERT et al. 2010, JUNG et al. 2010), assim como aqueles que associam traços funcionais e espécies invasoras (DRENOVSKY et al. 2012).

A abordagem da DF em nível de interações ecológicas pode ser encontrada em MAYFIELD et al. (2005) e FONTAINE et al. (2006), nesse último ficou evidenciado como plantas respondem às mudanças de diversidade de seus polinizadores. FONTAINE et al. (2006) verificaram que plantas polinizadas por uma assembleia de polinizadores mais diversificados funcionalmente apresentou maior número de espécies de plantas que comunidades vegetais polinizadas por assembléias de polinizadores menos diversas.

Existem poucos trabalhos relacionados à DF na floresta Atlântica e raros os que abordam atributos reprodutivos (MAGNAGO, 2013). Na floresta Atlântica do Nordeste do Brasil os poucos trabalhos cuja análise da DF foi realizada com base nos atributos reprodutivos de plantas obtiveram o índice de diversidade funcional a partir de medidas

de diversidade tradicionais como o índice de diversidade de Shannon, que não contempla a funcionalidade propriamente dita (GIRÃO et al. 2007, LOPES et al. 2009)

GIRÃO et al. (2007) sugerem redução dos grupos com sistemas de polinização mais especializados em áreas fragmentadas e menor frequência de determinados atributos florais em áreas menores quando comparadas as de maior tamanho. Isso não ocorre em ecossistemas que possuam grupos funcionais diversos e com determinado grau de redundância ecológica, pois estes tendem a apresentar uma maior resiliência frente a desequilíbrios ambientais (WALKER 1995, GIRÃO 2007). Redundância ecológica pode ser definida como a similaridade funcional entre espécies de uma comunidade (ROSENFELD, 2002).

Além das pesquisas já citadas no Brasil envolvendo DF com a utilização de índices que incluem traços funcionais podemos citar CIANCIARUSO et al. (2013), que simularam extinções de plantas polinizadas por pequenas abelhas e por morcegos e verificaram uma perda de DF maior do que a esperada ao acaso. Por sua vez, PRADO-JÚNIOR (2012), utilizando como traço funcional a síndrome de dispersão, não observou aumento significativo na frequência de espécies anemocóricas nas localidades mais perturbadas, quando comparadas às áreas de floresta madura.

MAGNAGO et al. (2013) exploraram a relação entre atributos funcionais reprodutivos de arbóreas e a estrutura da comunidade de remanescentes florestais. Esses pesquisadores encontraram índices de DF distintos para fragmentos de tamanhos diferentes, mas consideraram uma influência menor do tamanho do fragmento sobre a DF. Eles perceberam que a redução de árvores de frutos grandes e pequenos em fragmentos menores foi contrabalanceada por aumento de árvores com frutos médios nessas áreas. Já GARCIA et al. (2015) trouxeram uma abordagem interessante relacionada ao processo de regeneração no qual verificaram que a DF das flores de espécies arbóreas pode ser atingida após duas décadas de restauração, entretanto o mesmo não ocorre para as espécies de outros hábitos.

2.3 Atributos florais e síndromes de polinização

FAEGRI e PIJL (1979) e ENDRESS (1994) associaram diversas características das flores aos vetores de polinização, caracterizando assim as síndromes de polinização. Estudos de FAEGRI e PIJL (1979) e WILLMER (2011) apontam que diversas variações entre as flores como tamanho, forma, coloração e odor direcionam quais vetores de

polinização bióticos são mais eficientes. As características das diversas síndromes encontram-se em FAEGRI e PIJL (1979) e ENDRESS (1994) que concluíram que determinados grupos de animais preferem flores que possuam um conjunto de características relacionadas aos seus aspectos morfológicos, bem como sensoriais visuais e/ou olfativos.

Cor e perfume são atributos florais sinalizadores da presença de recursos para os polinizadores (ENDRESS 1994, PROCTOR et al. 1996) e agem sobre os mecanismos sensoriais dos animais (FAEGRI e PIJL 1979). Tipo floral e tamanho da flor constituem atributos que excluem ou atraem determinados visitantes florais (MACHADO e LOPES, 2004). O sistema sexual também pode ser considerado um atributo floral uma vez que, espécies com determinado sistema sexual, como por exemplo, monoícia e particularmente a dioícia, apresentam maior dependência de polinizadores generalistas (BAWA, 1990).

Dentre os principais recursos florais, o pólen constitui uma fonte proteica tanto na fase adulta, quanto na larval de diversos insetos (FAEGRI e PIJL 1979, ENDRESS 1994). Quando o pólen é o único recurso ofertado ao polinizador, ele representa um atrativo que consiste em uma fonte alimentar para o mesmo (AGOSTINI et al. 2014). Já o néctar representa uma fonte energética para diversos insetos, muitas espécies de aves e alguns mamíferos, entretanto a concentração de açúcares na composição desse néctar varia, sendo mais elevada nas flores polinizadas por insetos que naquelas polinizadas por vertebrados (FAEGRI e PIJL 1979, AGOSTINI et al. 2014).

Resina é um recurso floral utilizado na construção dos ninhos de abelhas (FAEGRI e PIJL 1979, OLIVEIRA et al. 1996, MACHADO e LOPES 1998), entretanto, poucas angiospermas ofertam esse recurso, sendo essas representadas pelos gêneros *Clusia*, *Clusiella* (Clusiaceae) e *Dalechampia* (Euphorbiaceae) (AMBRUSTER 1981, BITTRICH e AMARAL 1996).

Os óleos florais, cuja coleta é realizada apenas por abelhas fêmeas das tribos Centridini, Tetrapediini e Tapinotaspidini, que o utilizam para fins alimentícios e de construção/impermeabilização dos ninhos, foram descobertos por VOGEL (1974) e tem sido alvo de pesquisas em todo o mundo (q.v. MACHADO 2004). Essas abelhas possuem adaptações estruturais nas pernas e no abdômen que as permitem realizar a coleta de óleo (AGOSTINI et al. 2014). No Nordeste do Brasil, estudos envolvendo óleos florais em nível de populações foram realizados, por exemplo, por RIBEIRO et al. (2008) em área de restinga, TEIXEIRA e MACHADO (2000) e CARNEIRO et al.

(2015) em floresta Atlântica, VOGEL e MACHADO (1991), MACHADO et al. (2002) e BEZERRA et al. (2009) na caatinga.

Por fim, ainda existem algumas flores que não apresentam qualquer recurso para fins de polinização e “enganam” seus potenciais polinizadores, imitando, por exemplo, fêmeas de alguns insetos que costumam visitá-las, ou mimetizam um modelo de flores que ofertam algum recurso na comunidade, havendo ainda aquelas que liberam aromas para atração do polinizador (FAEGRI e PIJL 1979, ENDRESS 1994, PINHEIRO 2013).

FAEGRI e PIJL (1979) classificaram as flores em tipos florais denominados disco, campânula, pincel, goela, funil, estandarte e tubo. Flores do tipo disco possuem órgãos reprodutivos localizados no centro da flor que se caracteriza por um alargamento do receptáculo, já o tipo goela apresenta zigomorfia, plataforma de pouso e órgãos reprodutivos na porção superior da flor, o que garante uma polinização nototríbica. Flores do tipo pincel apresentam superfície externa formada principalmente por estames e perianto reduzido ou segmentado (FAEGRI e PIJL, 1979). Flores estandarte apresentam estruturas sexuais na sua porção ventral, propiciando uma polinização esternotríbica e se caracterizam por uma pétala diferenciada que atua como guia de néctar. Flores dos tipos funil e campânula se diferenciam através do contorno da corola, convexo no primeiro tipo e côncavo no segundo. O tipo tubo não segue a classificação relacionada à disposição dos órgãos sexuais e seu formato promove a exclusão de visitantes cujas partes bucais sejam menores que o comprimento do tubo da corola (FAEGRI e PIJL 1979, ENDRESS 1994).

LEITE (2005), estudando atributos florais em uma área urbana de floresta Atlântica em Recife, verificou maior frequência de flores amarelas, actinomorfas, pequenas e abertas, cujo recurso predominante era o néctar, características associadas a flores polinizadas por abelhas e por diversos pequenos insetos (FAEGRI e PIJL 1979). Áreas com histórico de perturbação recente, normalmente, possuem sistemas de polinização mais generalistas, e, nesses ambientes, os diversos pequenos insetos são os responsáveis pela polinização, principalmente pequenas abelhas sociais e moscas (BAWA 1990). WOŁOWSKI et al. (2014) concluíram que plantas que possuem sistema de polinização especializado apresentam maior tendência à falha reprodutiva oriunda da perda de polinizadores.

Entre os estudiosos que desenvolveram trabalhos associados às síndromes de polinização e que defendem que as mesmas permitem inferir o polinizador efetivo das Angiospermas estão FAEGRI e PIJL (1979), ENDRESS (1994), PROCTOR et al.

(1996), FENSTER et al. (2004). Alguns autores, entretanto, como OLLERTON et al. (2003) discordam da eficiência das síndromes na definição do polinizador efetivo, uma vez que há casos de sobreposição. Um estudo recente, acerca da eficiência dos atributos florais na determinação do polinizador apontou que os mesmos predizem o polinizador efetivo, mas que devem ser considerados também aspectos dos sistemas reprodutivos e da localização geográfica (ROSAS-GUERRERO et al. 2014). Esses pesquisadores mencionam ainda que para definição da síndrome de polinização os polinizadores secundários não devem ser desconsiderados.

No Brasil, dentre os estudos que abordaram as síndromes de polinização estão os de POMBAL (1995), abordando miofilia e sapromiofilia, síndromes incomuns nos trópicos e os de Sazima e Sazima (2005) com ornitofilia, mas especificamente beija-flores. No Nordeste do Brasil, estudos envolvendo síndromes em nível de comunidade foram realizados por MACHADO e LOPES (2004), QUIRINO e MACHADO (2014), GIRÃO et al. (2007), LOPES et al. (2009), SILVA et al. (2012), sendo os dois primeiros desenvolvidos na caatinga e os três últimos em remanescentes de floresta Atlântica.

Na região metropolitana do Recife, estudos de comunidades vegetais estão representados pelos trabalhos de MACHADO et al. (1998) e LEITE (2005), ambos no Parque Estadual de Dois Irmãos e o de SILVA et al. (2012) que abordou a relação entre o processo de sucessão e a frequência das síndromes de polinização de plantas herbáceas em Tapacurá.

Os atributos florais que promovem a interação planta-animal podem atuar como indicadores da funcionalidade de remanescentes florestais com base em métricas de diversidade funcional. Em relação a DF sabe-se que essa medida é capaz de refletir a perda de polinizadores bióticos (MCGILL et al. 2006) e que isso traz implicações negativas para a comunidade vegetal dependente daqueles.

A hipótese de que os remanescentes diferem entre si em relação a diversidade funcional dos atributos florais surgiu a partir da leitura de trabalhos que mencionam redução da frequência dos atributos florais e das síndromes de polinização em áreas fragmentadas (GIRÃO et al. 2007, LOPES 2009, TABARELLI et al. 2009).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI, K., LOPES, A. V., MACHADO, I. C. Recursos florais. In: REICH, A. R., AGOSTINI, K., OLIVEIRA, P. E., MACHADO, I. C. (Orgs.) *Biologia da polinização*. Ed. Projeto Cultural. Rio de Janeiro. 130-150p, 2014.

ALBERT, C., THUILLER, W., YOCOOZ, N., SOUDANT, A., BOUCHER, F., SACCONE, P., LAVOREL, S. Intraspecific functional variability: extent, structure and sources of variation. **Journal of Ecology**, v.98, n.3, p. 604–613, 2010.

AMBRUSTER, W. S. The role of resin in angiosperm pollination: ecological and chemical considerations. **American Journal of Botany**, v.71, p. 1149–1160, 1981.

BARBOSA, L. M. Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo: Matas Ciliares do Interior Paulista. São Paulo: Instituto de Botânica. 129 p, 2006.
BEZERRA, E. S., LOPES, A. V., MACHADO, I. C. Biologia reprodutiva de *Byrsonima gardnerana* A. Juss. (Malpighiaceae) e interações com abelhas Centris (Centridini) no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.32, n.1, p. 71–84, 2009.

MARTINI, I. G. Brief history of conservation in the Atlantic Forest. In: GALINDO-LEAL, C., MARTINI, I. G. (Eds.). *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook*. CABS and Island Press, Washington, p. 31–42, 2003.

CAMPALINI, M., PROCHNOW, M. Mata Atlântica: uma rede pela floresta. Editora Globaltec Produções Gráficas. 332 p. Brasília, 2006.

CARNEIRO, L. T., AGUIAR, A. J. C., MARTINS, C. F. M., MACHADO, I. C., ALVES-DOS-SANTOS, I. *Krameria tomentosa* oil flowers and their pollinators: Bees specialized on trichome elaiophores exploit its epithelial oil glands. **Flora**, v.215, p. 1-8, 2015.

CIANCIARUSO, M. V., BATALHA, M., PETCHEY, O. L. A High loss of plant phylogenetic and functional diversity due to simulated extinctions of pollinators and seed dispersers in a tropical savanna. **Natureza & Conservação**, v.11, n.1, p. 36-42, 2013.

CIANCIARUSO, M. V., SILVA, I. A., BATALHA, M. A. Phylogenetic and functional diversities: new approaches to community ecology. **Biota Neotropica**, v.9, p. 93–103, 2009.

DIAZ, S., CABIDO, M. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. **Trends Ecology Evolution**, v.16, n.8, p. 646–655, 2001.

DIAZ, S., HODGSON, J. G., THOMPSON, K., CABIDO, M., CORNELISSEN, J. H. C., JALILI, A., MONTSERRAT-MARTI, G., GRIME, J. P., ZARINKAMAR, F., ASRI, Y., BAND, S. R., BASCONCELO, S., CASTRO-DIEZ, P., FUNES, G., HAMZEHEE, B., KHOSHNEVI, M., PEREZ-HARGUINDEGUY, N., PEREZ-RONTOME, M. C., SHIRVANY, F. A., VENDRAMINI, F., YAZDANI, S., ABBAS-AZIMI, R., BOGAARD, A., BOUSTANI, S., CHARLES, M., DEGHAN, M., DE TORRES-ESPUNY, L., FALCZUC, V., GUERRERO-CAMPO, J., HYND, A., JONES, G., KOWSARY, E., KAZEMI-SAEED, F., MAESTRO-MARTINEZ, M., ROMO-DIEZ, A., SHAW, S., SIAVASH, B., VILLAR-SALVADOR, P., ZAC, M. R. The plant traits that drive ecosystems: Evidence from three continents. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v.15, n.3, p. 295–304, 2004.

DRENOVSKY, R. E., GREWELL, B. J., D'ANTONIO, C. M., FUNK, J. L., JAMES, J. J., MOLINARI, N. PARKER, I. M., RICHARDS, C. L. A functional trait perspective on plant invasions. **Annals of Botany**, v.110, p. 141–143, 2012.

ENDRESS, P. K. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Cambridge University Press, Cambridge, 1994.

FAEGRI, K., PIJL, V. The principles of pollination ecology. 3. ed. Pergamon Press. London, 1979.

FONTAINE, C., DAJOZ, I., MERIGUET, J., LOREAU, M. Functional diversity of plant–pollinator interaction webs enhances the persistence of plant communities. **Plos Biology**, v.4, n.1, p. 129–135, 2006.

GALINDO-LEAL C., MARTINI I. G. Estado do hotspot Mata Atlântica: Uma síntese. 3–11p. In: GALINDO-LEAL, C., MARTINI, I. G. Eds. Mata Atlântica: Biodiversidade, ameaças e perspectivas. Belo Horizonte: Fundação SOS Mata Atlântica e Conservação Internacional. 2005.

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

GARCIA, L. G., HOBBS, R. J., MAES DOS SANTOS, F. A., RODRIGUES, R. R. Flower and fruit: Availability along a forest restoration gradient. **Biotropica**, v.46, n.1, p. 114–123, 2014.

GIRÃO, L. C., LOPES, A.V. L., TABARELLI, M., BRUNA, E. M. Changes in tree reproductive traits reduce functional diversity in a fragmented Atlantic Forest landscape. **Plos One**, v.9, 1–12p, 2007.

GOMES, P., LEITE, M., S. Crystalline rock outcrops in the Atlantic Forest of northeastern Brazil: vascular flora, biological spectrum, and invasive species. **Brazilian Journal of Botany**, v.36, p. 111–123, 2013.

GOMEZ, J. P., BRAVO, G. A., BRUMFIELD, R. T., TELLO, J. G., CADENA, C. D. A community assembly of Neotropical forest birds. **Journal of Animal Ecology**, v.79, p. 1181–1192, 2010.

GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO, 2014. Unidades de Conservação Estaduais de Pernambuco. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br>. Acesso em: 23/06/2014.

GUARIGUATA, M. R., OSTERTAG, R. Neotropical secondary succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology Management**, v.148, p. 185–206, 2001.

GUEDES, L. M. S. **Estudo florístico e fitossociológico de um trecho da reserva ecológica da Mata de Dois Irmãos, Recife - Pernambuco**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 1992.

HÉRAULT, B. Reconciling niche and neutrality through the emergent group approach. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v.9, p.71–78, 2007.

Howe, H. F., Westley, L. C. Ecology of pollination and seed dispersal. In: Crawley, M. J. **Plant Ecology**, Editora Blackwell, p. 262–283, 1997.

JUNG, V., VIOLLE, C., MONDY, C., HOFFMANN, L., MULLER, S. 2010. Intraspecific variability and trait-based community assembly. **Journal of Ecology**, v.98, p.1134–1140.

LEITE, I. R. M. **Fenologia de três espécies de Palmae e síndromes de polinização em um remanescente urbano de mata Atlântica - Recife-PE, Brasil**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

LOPES, A.V., GIRÃO, L.C., SANTOS, B.A., PEREZ, C. A. TABARELLI, M. Long-term erosion of tree reproductive trait diversity in edge-dominated Atlantic forest fragments. **Biological Conservation**, v.142, n.6, p.1154–1165, 2009.

MACHADO, I. C., LOPES, A. V. A polinização biótica e seus mecanismos na Reserva Ecológica de Dois Irmãos: p. 173–195. In: MACHADO, I. C., LOPES, A.V., PÔRTO, K. C. (Orgs.). Reserva ecológica de Dois Irmãos: estudos em um remanescente de Mata Atlântica em Área Urbana (Recife-Pernambuco-Brasil). Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – SECTMA– Ed. Universitária da UFPE, 1998.

MACHADO, I. C., VOGEL, S., LOPES, A.V., Pollination of *Angelonia cornigera* Hook. (Scrophulariaceae) by long-legged, oil-collecting bees in NE Brazil. **Plant Biology**, v.4, p. 352–359, 2002.

MACHADO, I. C., LOPES, A. V. Floral traits and pollination systems in the caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Annals of Botany**, v.94, n.3, p. 365–376, 2004.

MAGNAGO, L. F. S., EDWARDS, D. P., EDWARDS, F. A., MAGRAC, A., MARTINS, S. V., LAURANCE, W. F. Functional attributes change but functional richness is unchanged after fragmentation of Brazilian Atlantic forests. **Journal of Ecology**, v.102, p. 475–485, 2013.

MALTA, J. A. O., SOUSA, H. T. R., MELO e SOUZA, R. Fitogeografia e regeneração natural em florestas urbanas de São Cristóvão/SE-Brasil. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, UNAM, v.77, p. 48-62, 2012.

MAYFIELD, M. M., BONI, M. F., DAILY, G. C., ACKERLY, D. Species and functional diversity of native and human-dominated plant communities. **Ecology**, v.86, n.9, p. 2365–2372. 2005

MAYFIELD, M. M., ACKERLY, D., DAILY, G. C. The diversity and conservation of plant reproductive and dispersal functional traits in human-dominated tropical landscapes. **Journal of Ecology**, London, v.94, n.3, p. 522–536, 2006.

METZGER, J. P. Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological Applications**, v.10, p. 1147–1161, 2000.

METZGER, J. P., MARTENSEN, A. C., DIXO, M., BERNACCI, L. C., RIBEIRO, M.C., TEIXEIRA, A. M. G., PARDINI, R. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. **Biological Conservation**, v.142, p.1166–1177, 2009.

MCGILL, B. J., ENQUIST, B. J., WEIHER, E., WESTOBY, M. Rebuilding community ecology from functional traits. **Trends in Ecology and Evolution**, v.21, p. 178–185, 2006.

OLIVEIRA, M. A., Grilo, A. S., TABARELLI, M. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages. **Oryx**, v.38, n.4, p. 389–394, 2004.

OLLERTON, J. M., VALIDO, A. Lizards as pollinators and seed dispersers: an island phenomenon. **Trends in Ecology and Evolution**, v.18, n.4, p.177–181, 2003.

PESSOA, L. M., PINHEIRO, T. S., ALVES, M. C. J. L., PIMENTEL, R. M.M., ZICKEL, C. S. Flora lenhosa em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco. **Revista de Geografia**, Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 26, n.3, p. 247–262, 2009.

PETCHEY, O. L., GASTON, K. J. Functional diversity (FD), species richness and community composition. **Ecology letters**, v.5, p.402–411, 2002.

PETCHEY, O. L., GASTON, K. J. Functional diversity: back to basics and looking forward. **Ecology Letters**, v.9, p.741–758, 2006.

PETCHEY, O. L., EVANS, K. L., FISHBURN, I. S., GASTON, K. J. Low functional diversity and no redundancy in British avian assemblages. **Journal of Animal Ecology**, v.76, p.977–985, 2007.

PINHEIRO, F. Polinização por engodo. In: RECH, A. R., AGOSTINI, K., OLIVEIRA, P. E., MACHADO, I. C. (Orgs.) *Biologia da polinização*. Ed. Projeto Cultural. Rio de Janeiro, p. 130-150, 2014.

POLLOCK, L., MORRIS, W., VESK, P. The role of the functional characteristics of distributions of species revealed through a hierarchical model. **Ecography**, v.35, n.8, p. 716–725, 2012.

POMBAL, E. C. P. A polinização por moscas. 51–53p. In: Morellato, P. C., Leitão-FILHO, H. F. (Orgs.). *Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra*. Editora da Unicamp, Campinas. São Paulo, 1995.

PROCTOR, M., YEO, P., LACK, A. *The natural history of pollination*. Harper Collins Publishers, London, 1996.

QUIRINO, Z. G. M., MACHADO, I. C. Síndromes de polinização e sazonalidade dos recursos florais em uma comunidade vegetal na Caatinga Paraibana, Nordeste do Brasil. **Brazilian Journal of Biology**, v.74, n.1, p.62-71, 2014.

RANTA, P., BLOM, T., NIEMALA J., JOENSUU, E., SIITONEN, M. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. **Biodiversity Conservation**, v.7, p. 385–403, 1998.

R DEVELOPMENT CORE TEAM, R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. 2013. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 07/06/2013.

Recife. 2013. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/pr/secplanejamento/inforec/>. Acesso em: 07/06/2013.

RIBEIRO, M. C., METZGER, J. P., MARTENSEN, A. C., PONZONI, F. J., 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.

RIBEIRO, K. M. D. R., RÊGO, M. M. C., MACHADO, I. C. Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae): fidelidade e FONTES alternativas de recursos florais. **Acta botânica brasílica**, v.22, n.1, p.165–171, 2008.

ROCHA, K. D., CHAVES, L. F. C., MARAGON, L. C., LINS e SILVA, A. C. B. Characterization of adult arboreous vegetation in a fragment of Atlantic rainforest, Igarassu-PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.1, p. 35–41, 2008.

ROSAS-GUERRERO, V., AGUILAR, R., MARTÍN-RODRIGUÉZ, S., ASHWORTH, L., LOPEZARAIZA-MIKEL, M., BATISDA, J. M., QUESADA, M. A quantitative review of pollination syndromes: do floral traits predict pollinators? **Ecology letters**, v.17, p. 388–400, 2014.

ROSENFELD, J. S. Functional redundancy in ecology and conservation. **Oikos**, v.98, p. 156-162, 2002.

ROY, B. A., RAGUSO, R. A. Olfactory versus visual cues in a floral mimicry system. **Oecologia**, v.109, p. 414–426, 1997.

SILVA, J. B., SILVA, L. B. N., NASCIMENTO, L. G. S., NASCIMENTO A. L. B., MOURA G. J. B., ARAÚJO, E. L. Status sucessional das florestas influenciam a frequência e diversidade de síndromes de polinização? **Natureza on line**, v.10, n.3, p. 111–115, 2012.

SOS MATA ATLÂNTICA. Divulgados novos dados sobre a situação da Mata Atlântica. Disponível em: www.sosma.org.br/.../divulgados-novos-dados-sobre-a-situacao-da-mata. Acesso em: 19.09.2014.

SOUSA-JUNIOR, P. R. C. **Estrutura da comunidade arbórea e da regeneração natural em um fragmento de floresta Atlântica urbana, Recife, PE**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

TABARELLI, M., GASCON, C. Lessons from fragmentation research: improving management and policy guidelines for biodiversity conservation. **Conservation Biology**, v.19, p.734–739, 2005.

TABARELLI, M., PINTO, S. R., LEAL, I. R. Floresta Atlântica Nordestina: fragmentação, degeneração e perda de biodiversidade. **Ciência Hoje**, v.44, p. 263, 2009.

TABARELLI, M., SANTOS, A. B., ARROYO-RODRIGUEZ, V., MELO, L. P. F. Secondary forests as biodiversity repositories in human-modified landscapes: insights from the neotropics. **Boletim do Museu Paranaense Emílio Goeldi: Ciências Naturais**, v.7, n.3, p. 319–328. 2012.

TABARELLI, M., AGUIAR, A.V., RIBEIRO, M. C., METZGER, J. P. A conversão da floresta atlântica em paisagens antrópicas: lições para a conservação da diversidade biológica das florestas tropicais. **Interciencia**, Asociación Interciencia Caracas, Venezuela, v.37, n.2, p. 88-92, 2012.

TEIXEIRA, L. A.G., MACHADO, I. C. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v.14, n.3, p. 347-357, 2000.

TILMAN, D., DOWNING, J. A., WEDIN, D. A. Does diversity beget stability? **Nature**, v.371, p. 113–114, 1994.

TILMAN, D., WEDIN, D., KNOPS, J. Biodiversity and stability in grasslands. **Nature**, v.379, p. 718–720, 1996.

TILMAN, D., KNOPS, J., WEDIN, D. A., REICH, P., RITCHIE, M., SIEMANN, E. 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. **Science**, v.277, n.5330, p.1300–1302.

TILMAN, D. Functional diversity. In: LEVIN, S. A. (Ed.). **Encyclopedia of biodiversity**. Academic Press, San Diego, p.109–120, 2001.

VOGEL, S., MACHADO, I. C. Pollination of four sympatric species of *Angelonia* (Scrophulariaceae) by oil-collecting bees in NE. Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, v.178, p.153–178, 1991.

VIANA, V. M., TABANEZ, A. A. J., BATISTA, J. L. Dynamic and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. In: Laurance, W., Bierregaard: (Eds.). Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities. Chicago University Press, New York. 351–365p, 1997.

VIOLLE, C., NAVAS, M., VILE, D., KAZAKO, E., FORTUNEL, C., HUMMEL, I., GARNIER, E. Let the concept of trait de functional. **Oikos**, v.117, p. 882-892, 2007.

WALKER, B. H. Conserving biological diversity through ecosystem resilience. **Conservation Biology**, v.9, p. 947–952, 1995.

WEIHER, E., KEDDY, P. A. Assembly rules, null models, and trait dispersion: new questions from old patterns. **Oikos**, v.74, n.1, p. 159–164, 1995.

WOŁOWSKI, M., ASHMAN, T. L., FREITAS, L. Meta-analysis of pollen limitation reveals the relevance of pollination generalization in the Atlantic forest of Brazil. **Plos One**, v.9, n.2, p. 1-8, 2014.

Capítulo I

Manuscrito a ser enviado ao periódico Revista Brasileira de Botânica

Florística e fitossociologia de arbóreas de um remanescente urbano de floresta Atlântica em regeneração em comparação a outros fragmentos urbanos da região metropolitana do Recife

Lucineia Avelino da Silva¹, Marcelo Sobral Leite², Tarcila de Lima Nadia³, Isabel Cristina Machado⁴

1. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal. Av. Prof. Moraes Rego, 1235 – Cidade Universitária, Recife, PE, 50670-901, Brasil.

2. Universidade Estadual do Piauí - UESPI, Laboratório de Biologia Vegetal, Av. Joaquina Nogueira de Oliveira, s/n, Aeroporto, Corrente, Piauí, Brasil.

3. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Centro Acadêmico de Vitória, Rua Alto do Reservatório, s/n, Bela Vista, Vitória de Santo Antão, PE, 55608-680, Brasil.

4. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva. Av. Prof. Moraes Rego, 1235 – Cidade Universitária, Recife, PE, 50670-901, Brasil.

4. E-mail para correspondência: icsmachado@yahoo.com

1. RESUMO

A maioria dos remanescentes de floresta Atlântica são pequenos e constituem florestas secundárias em regeneração, sendo mais grave esse cenário nos fragmentos do nordeste do Brasil, principalmente naqueles em áreas urbanas. Pesquisas sobre arbóreas de remanescentes florestais indicam o nível de perturbação, o estágio sucessional e mudanças ocorridas durante a regeneração. O intuito deste estudo é responder se a organização da comunidade é afetada pela área do fragmento e verificar a similaridade dos mesmos. A hipótese testada foi de que remanescentes apresentariam menor similaridade quanto mais distante fossem e que fragmentos de tamanhos semelhantes seriam mais similares que os de diferentes tamanhos. Foram instaladas 18 parcelas de 10 x 10m para o estudo fitossociológico e realizadas expedições quinzenais entre setembro de 2013 e dezembro de 2014 para coleta de espécies em estágio reprodutivo, para o remanescente em regeneração e para os demais os levantamentos foram obtidos com base em literatura. Foram encontradas para o remanescente da Mata da Guabiraba 101 espécies de árvores, cuja distribuição por diâmetro atingiu média de 15 ± 14 cm e de altura de $9,54 \pm 3,5$ m. Nesse remanescente predominaram espécies das famílias Leguminosae e Myrtaceae. Nos remanescentes estudados foram analisadas 236 espécies de árvores, das quais 53% eram espécies exclusivas entre os remanescentes, 20% ocorreram em pelo menos três e 27% eram compartilhadas por pelo menos dois. A maior similaridade foi encontrada entre a Mata da Guabiraba e o Parque Estadual de Dois Irmãos (0,43) sendo a maioria das localidades similares floristicamente são próximas e semelhantes em tamanho, como previsto. Não houve correlação entre área amostrada dos remanescentes e o número de indivíduos ($p = 0,35$), nem daqueles com o a riqueza de espécies ($p = 0,62$), tampouco entre área total e riqueza de espécies ($p = 0,10$). Parâmetros fitossociológicos como diâmetro e altura das árvores evidenciaram que os remanescentes estudados encontram-se em estágios sucessionais iniciais. *Tapirira guianensis* Aubl e *Eschweilera ovata* Cambess. sobressaíram-se entre as mais abundantes e frequentes, sendo que a primeira também se destacou com maior valor de importância e densidade. Estudos fitossociológicos e florísticos como esse permitem que se conheça aspectos da estrutura de comunidades vegetais ocorrentes em remanescentes urbanos.

Palavras-chave: Florestas secundárias. Fragmentação. Regeneração. Urbanização.

ABSTRACT

The most Atlantic forest remnants is small and constituted by secondary forest in regeneration. This scenario is more severe on the northeastern fragments of Brazil, mainly in the urban areas. Studies concerning trees of forest remnants show the level of disturbance, successional stage and changes during the regeneration. Thus, the knowledge about tree community of these fragments and their structure and composition from floristic and phytosociologic lists is essential. The purpose of this study is to respond to community organization is affected by the fragment of the area and check the similarity thereof. The hypothesis tested was that remaining would present smaller the further away they were similarity and similar size fragments would be more similar than different sizes. We installed 18 plots of 10x10 m to phytosociological analyses. We performed fortnightly expedition between September of 2013 and December of 2014 to collect species reproductive stage, for the remaining regenerating and other surveys were obtained based on literature. They were found for the remaining of the Forest Guabiraba 101 species of trees whose diameter distribution reached an average of 15 ± 14 cm and 9.54 ± 3.5 m height. This remaining predominant species of Leguminosae and Myrtaceae families. In the remaining 236 were analyzed studied species of trees, of which 53% were unique among species remaining 20% occurred in at least three and 27% were shared by at least two. The highest similarity was found between the Forest Guabiraba and Parque Estadual Dois Irmãos (0,43) being most similar floristically locations are close and similar in size, as expected. There was no correlation between the remaining sampled area and the number of subjects ($p = 0,35$), or those with the the species richness ($p = 0,62$) nor between total area and species richness ($p = 0,10$). Phytosociological parameters such as diameter and height of the trees showed that the remaining studied are in succession early stages. *Tapirira guianensis* Aubl. and *Eschweilera ovata* Cambess. stood out among the most abundant and frequent, the first of which also stood out with the highest importance value and density. Phytosociological and floristic studies like this allow us to know aspects of the structure of plant communities occurring in urban remnants.

Key-words: Secondary forest. Fragmentation. Regeneration. Urbanization.

2. INTRODUÇÃO

O conhecimento a respeito das espécies arbóreas de remanescentes permite inferir como elas respondem ao processo de fragmentação. Além disso, estudos direcionados à flora desses remanescentes são fundamentais para o estabelecimento de ações relacionadas à conservação das florestas tropicais (Ribas et al. 2003).

A Floresta Atlântica Brasileira encontra-se fragmentada em áreas de diferentes tamanhos ao longo de sua distribuição (Ribeiro et al. 2009). Tal situação associada à redução de áreas primárias para a conservação da biodiversidade propiciou a inserção das florestas secundárias como áreas prioritárias para a conservação (Brearley et al. 2004, Liebsch et al. 2007).

No caso da Floresta Atlântica Nordestina essa situação é ainda mais crítica, pois ela ocupa apenas 5% de sua formação original e 90% são fragmentos menores que 50 ha (Oliveira et al. 2004, Tabarelli et al. 2009). Tais remanescentes apresentam-se fortemente impactados pela intervenção antrópica, dispersos em pequenos fragmentos e circundados por áreas abertas ou localizadas em zonas urbanas (Ranta et al. 1998). Fragmentos pequenos tendem a apresentar um menor número de espécies e são mais sujeitos a extinção de espécies (Dewalt et al. 2003).

O Estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil) possui 11,5% de sua cobertura original de floresta Atlântica, entretanto apenas 0,14% desse percentual encontra-se protegido (Ribeiro et al. 2009). Alguns municípios que compõem a Região Metropolitana do Recife (RMR) possuem remanescentes florestais, parte desses localizados em matrizes urbanas e outros inseridos em matrizes de cana-de-açúcar (Governo do Estado de Pernambuco, 2014).

Os estudos florísticos e fitossociológicos em formações florestais servem de base para a compreensão do funcionamento das mesmas e se constituem como parâmetros fundamentais para o manejo e regeneração das comunidades vegetais (Manzatto 2001). Conhecer aspectos do processo de regeneração de um ecossistema possibilita encontrar fatores que promovem a substituição das espécies ou as modificações na estrutura das comunidades (Guariguata e Ostertag 2001). A fitossociologia é o estudo quantitativo da composição, estrutura, dinâmica, história, distribuição de espécies em uma comunidade vegetal, podendo se configurar como um indicativo da situação de algumas interações ecológica nessas comunidades (Martins 1989).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi conhecer a composição florística e os parâmetros fitossociológicos das comunidades arbóreas de um remanescente urbano em

regeneração natural e compará-lo florística e fitossociologicamente com outros remanescentes de floresta Atlântica urbanos localizados na região metropolitana da cidade do Recife. Espera-se que fragmentos mais próximos apresentem características fisionômicas semelhantes, possuindo assim maior similaridade florística como propõem Oliveira-Filho e Machado (1993). Foi testado também se há relação entre o tamanho do fragmento e a riqueza e abundância das espécies.

3.MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área estudada se constituiu de seis remanescentes urbanos de floresta Atlântica (Figura 1), sendo os dados florísticos e fitossociológicos da Mata da Guabiraba coletados neste estudo e dos demais remanescentes a partir da literatura (Tabela 1). Todos esses remanescentes pertencem ao tipo vegetacional floresta ombrófila densa de terras baixas (Veloso et al. 1991), e estão localizados na Região Metropolitana do Recife (RMR), no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil.

A RMR apresenta temperatura e pluviosidade anuais médias de 25°C e 1800 mm, respectivamente, e clima tropical quente e úmido (As' de Köppen) (Sousa-Junior 2006, CPRH 2007, Rocha et al. 2008). A geologia predominante é a formação barreiras, sendo o solo composto por sedimentos areno-argilosos, já o relevo constitui-se de tabuleiros de topo plano a ondulado (Veloso 1991, CPRH 2007, Espig 2003, Guedes 1992). Este setor da Floresta Atlântica Nordestina (FAN) ao norte do rio São Francisco, é biogeograficamente conhecido como Centro de Endemismo Pernambuco (Silva e Casteleti, 2005).

3.2 Florística e fitossociologia da Mata da Guabiraba

Para a obtenção da florística e da fitossociologia da Mata da Guabiraba (MG) foram conduzidas 30 expedições de coleta quinzenais entre setembro de 2013 e dezembro de 2014 ao referido remanescente florestal. Foram amostradas espécies vegetais nos estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo em 18 parcelas de 10m x 10m (0,18 ha), distantes entre si cerca de 30 m, e em trilhas de acesso a elas, correspondentes a 0,12 ha, totalizando uma amostragem de 0,3 ha da área total (Tabela 2). A comparação

florística da MG com as outras localidades foi realizada com base apenas nas espécies arbóreas, uma vez que os dados de literatura para as outras áreas eram concentrados a esse estrato vegetacional (Tabela 2).

Em relação à fitossociologia, foram analisadas características da estrutura física, arquitetônica e da composição de espécies do remanescente florestal. Como característica de estrutura física avaliou-se a densidade de indivíduos (número de indivíduos/ha), as de arquitetura foi o diâmetro à altura do peito (DAP) e a altura das arbóreas (Costa-Junior et al. 2007). Dados referentes à Densidade Relativa (DR), Dominância Relativa (DoR), Frequência Relativa (FR) e Valor de Importância (VI) das espécies também foram analisados. O valor máximo de VI é 300 uma vez que ele é obtido pela soma dos parâmetros de frequência, densidade e dominância relativas e os mesmos só podem atingir um valor máximo de 100% cada (Muller-Dombois e Ellenberg 1974).

O diâmetro das arbóreas que apresentaram DAP > 5 cm foi medido à altura peito do observador (aproximadamente 1,30 m) através de fita métrica de 3 m. Fez-se a distribuição das classes diamétricas de todos os indivíduos amostrados com a utilização dos intervalos de classe de diâmetro de Spigel (1970).

Para a altura das árvores utilizou-se fita métrica de 30 m e um clinômetro artesanal. Mediu-se a menor distância que permitisse o observador enxergar através do clinômetro o ápice da árvore. Ao olhar para o ápice da árvore era formado um ângulo, possível de ser verificável no clinômetro. A partir da mensuração da distância entre o observador e a árvore e do ângulo calculou-se a altura dessa árvore através de uma relação trigonométrica conhecida por tangente adicionada a altura dos olhos do observador, com base no método do esquadro de Leduc (Silva e Neto 1979).

Material fértil foi coletado de todas as espécies e processado de acordo com a metodologia padrão utilizada em estudos botânicos e os espécimes-testemunho foram depositados no herbário Geraldo Mariz (UFP). As plantas foram identificadas por comparação com material depositado no herbário UFP, consulta à literatura (Judd et al. 2009, Lorenzi 2008, Buril et al. 2013, Leão 2013, CEPAN 2013) e a especialistas.

3.3 Similaridade florística e comparação físsiociológica entre remanescentes urbanos de floresta Atlântica da Região Metropolitana do Recife

A comparação entre a MG e os remanescentes selecionados para esse estudo seguiu Tabarelli et al. (2009), os quais realizaram uma compilação de dados bibliográficos a partir de listas fitossociológicas de remanescentes de floresta Atlântica, cujos fragmentos também apresentavam tamanhos diversos. Os remanescentes de floresta Atlântica comparados foram: a Mata da Guabiraba (MG), o Parque Estadual Dois Irmãos (PEDI), a Usina São José (USJ), a Mata do Curado (MC), o Jardim Botânico do Recife (JBR) e a Estação Ecológica de Caetés (EEC), (Figura 1).

A florística e a fitossociologia das localidades do PEDI, USJ, MC, JBR e EEC foram obtidas a partir de listas florísticas e/ou levantamentos fitossociológicos existentes na literatura. Na USJ foi utilizado o inventário florístico feito por Rocha et al. (2008), no PEDI por Guedes (1998), na MC por Alves Junior (2007), no JBR por Sousa-Junior (2006) e na EEC por Pessoa et al (2009), sendo que, para a EEC só foi possível obter os dados florísticos (Tabela 1). As listas florísticas finais dos seis fragmentos seguiram o APG III (2009, Grupo de Filogenia de Angiospermas III).

Todos os remanescentes florestais possuem entre 11 e 370 ha se configurando como fragmentos pequenos a médios, e cinco deles, a Mata da Guabiraba (200 ha), a Estação Ecológica de Caetés (157 ha), a Mata do Curado (43 ha), o Jardim Botânico do Recife (11 ha) e o Parque Estadual de Dois Irmãos (370 ha) estão localizados na matriz periurbana da cidade do Recife. O fragmento da Usina São José (254 ha), localizado na cidade de Igarassú, Grande Recife, é o único que se apresenta inserido numa matriz de monocultura de cana-de-açúcar. A área destinada ao cultivo é separada do fragmento por uma estrada com cerca de 3 m de largura (Rocha et al. 2008).

A MG apresenta trechos florestais com histórico conhecido de regeneração natural entre 18-20 anos e se distancia do Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI) por apenas 7,91 km, e da Estação Ecológica de Caetés por 14 km, enquanto o Jardim Botânico do Recife (JBR) e a Mata do Curado (MC) por 0,092 km. Importante reforçar que esses dois últimos remanescentes estão separados por uma rodovia (BR-101), que constitui importante fluxo de veículos na região. Os remanescentes mais distantes entre si são MG e USJ separados por 27,07 km.

3.4 Análise dos dados

Para o cálculo de similaridade florística foi utilizado o índice de Jaccard, obtido a partir de uma matriz de presença e ausência das espécies nas seis áreas de Floresta

Atlântica localizadas na região metropolitana da cidade de Recife, descritas acima. Para isso foi utilizada a fórmula: $J = \text{número de espécies comuns} / (\text{número de espécies comuns} + \text{espécies não comuns})$ através do software Microsoft Office Excel 2007.

Foram realizadas análises de correlação linear de Pearson entre tamanho da área e abundância de indivíduos e também do tamanho da área com a riqueza de espécies através do Bioestat 5.0 (Ayres et al. 2007).

4. RESULTADOS

4.1 Florística e fitossociologia da Mata da Guabiraba-PE

Em MG foi encontrado um total de 184 espécies incluindo árvores (101), arbustos (16), lianas (20), herbáceas (44), e epífitas (3) (Apêndice 1). Nas parcelas foram marcados 373 indivíduos de porte arbóreo, sendo que quatro morreram, restando 369, incluindo lianas lenhosas e palmeiras que apresentassem DAP >5 cm. As 101 espécies arbóreas compuseram 81 gêneros e 40 famílias, cujas espécies foram coletadas em parcelas (89 spp) e ao longo das trilhas (19 spp). A família com maior número de espécies arbóreas foi Leguminosae (24) seguida de Myrtaceae (7), Anacardiaceae (6), Melastomataceae (5), Lauraceae (3) e Sapotaceae (2). Por sua vez, 18 famílias, dentre as quais, Malpighiaceae, Schoepfiaceae, Vochysiaceae e Erytroxylaceae, foram as menos representativas com apenas uma espécie cada (ver Apêndice 1).

Em relação às espécies pioneiras podemos destacar *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae) e *Vismia guianensis* (Aubl.) Pers. (Hypericaceae), dentre as secundárias *Maytenus distichophylla* Mart. (Celastraceae) e *Pera glabrata* (Schott) Poepp. (Peraceae) dentre outras, quanto às de sucessão tardia foram encontradas *Chamaecrista ensiformes* (Vell.) H.S.Irwin & Barneby (Leguminosae) e *Eschweilera ovata* (Cambess.) Mart. (Lecythidaceae), dentre outras.

No estrato arbustivo foram encontradas 16 espécies predominantemente das famílias Rubiaceae, Melastomataceae e Myrtaceae. Lianas somam 20 espécies com predomínio das famílias Leguminosae, Dilleniaceae e Bignoniaceae. A flora de herbáceas é composta por espécies de famílias como: Compositae, Melastomataceae e Leguminosae, dentre outras, totalizando 44 espécies.

No que se refere à fitossociologia do remanescente da MG verificou-se que o DAP das arbóreas foi em média 15 ± 14 cm, sendo o valor mínimo de 5 cm em indivíduos de *Chamaecrista ensiformes* (Vell.) H.S.Irwin & Barneby (Leguminosae) e

Cordia nodosa, e o máximo de 191,6 cm em um indivíduo de *Parkia pendula* (Leguminosae) (Figura 2). A média de altura das árvores desse remanescente foi de $9,54 \pm 3,5$ m, sendo a maioria (98%) inserida nas primeiras classes de alturas (Figura 3).

As análises fitossociológicas que caracterizaram a estrutura física desse remanescente evidenciaram que *Chamaecrista ensiformes* (Vell.) H.S.Irwin & Barneby (Leguminosae) (250 ind/ha); *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers (Lecythidaceae) (180 ind/ha) e *Pogonophora schomburgkiana* Miers (Peraceae) (155 ind/ha) foram as espécies de maior densidade por hectare e frequência relativa (Tabela 3).

Em relação à dominância relativa destacaram-se: *Parkia pendula* (Willd.) Walp (24,45%) e *Chamaecrista ensiformis* (Vell.) H.S.Irwin & Barneby (13%) (Tabela 3). Em relação à importância relativa por família, destacou-se a família Lecythidaceae com 17% do total de indivíduos, seguido de Leguminosae com 12% e Peraceae com 9%.

4.2. Similaridade florística e comparação fittociológica entre remanescentes urbanos de floresta Atlântica da Região Metropolitana do Recife

4.2.1 Similaridade florística

No que se refere à florística dos remanescentes, foram analisadas 236 espécies de arbóreas. Dessas, 20% estavam presentes em pelo menos três das localidades, enquanto 53% representavam espécies exclusivas distribuídas entre os remanescentes, sendo as demais 27% compartilhadas por pelo menos duas localidades. Do total de arbóreas, as espécies exclusivas representaram 14% do total analisado para o PEDI; 11% da MG; 9% da EEC; 7% do JBR; 5% da USJ e 1% da MC. É importante mencionar que algumas dessas espécies exclusivas constituem espécies exóticas como *Mauritia flexuosa* L.f. (Arecaceae) no PEDI, *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Moraceae) e *Delonix regia* (Hook.) Raf. (Leguminosae) no JBR.

As espécies exclusivas da MG constituem 27% do total de arbóreas desse remanescente, dentre elas destacamos *Tabermontaena flavicans* (Apocynaceae), *Ouratea castaneifolia* (DC.) Engl. (Ochnaceae) e *Vochysia thyrsoidea* Pohl. (Vochysiaceae). No PEDI as espécies exclusivas representaram 28% do total, dentre as quais estão *Anaxagorea phaeocarpa* Mart (Annonaceae) e *Andira fraxinifolia* Benth (Leguminosae). No JBR foram exclusivas 22% das arbóreas dentre elas, *Pterocarpus violaceus* VOGEL (Leguminosae) e *Inga sessilis* (Vell.) Mart. (Leguminosae). Apenas

três espécies (7% do total), foram consideradas exclusivas na MC sendo essas, *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (Rutaceae), *Diploon cuspidatum* (Hoehne) Cronquist (Sapotaceae) e *Amaioua guianensis* Aubl. (Rubiaceae) e para o remanescente da EEC, 27% das espécies foram exclusivas, dentre as quais *Senna georgica* H.S.Irwin & Barneby (Leguminosae) e *Ouratea fieldingiana* (Gardner) Engl. (Ochnaceae).

No que se refere à similaridade entre os remanescentes estudados foi verificado, a partir do índice de similaridade de Jaccard, que as localidades mais similares foram o PEDI e a MG (0,43) e as menos MC e USJ (0,19) (Tabela 4).

4.2.2 Comparação de estudos fitossociológicos

Não houve correlação entre área amostrada dos remanescentes e o número de indivíduos ($p = 0,35$), nem daqueles com o número de espécies ($p = 0,62$), tampouco entre área total e a riqueza de espécies ($p = 0,10$).

A média de altura das árvores foi de $9,54 \pm 3,5$ m para a Mata da Guabiraba (este estudo), de 10,77 m para a Usina São José (Rocha et al. 2008) e de 12,42 m para a Mata do Curado (Alves Junior, 2007). No remanescente da USJ a distribuição das arbóreas por classe de altura apontou que a maior parte dos indivíduos (74%) se concentrou nas classes intermediárias assim como no remanescente da Mata do Curado (Alves Junior, 2007).

As análises fitossociológicas apontaram que na MG as espécies que apresentaram maior densidade por hectare foram *Chamaecrista ensiformes* (Vell.) H.S.Irwin e Barneby (250 ind/ha) e *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers (180 ind/ha) (Tabela 5). No Parque Estadual de Dois Irmãos as espécies com maior densidade por hectare foram *Tapirira guianensis* Aubl. (43,3) e *Thyrsodium schomburgkianum* (37,5), enquanto no JBR foram as espécies *Helicostylis tomentosa* (Poepp. & Endl.) J.F.Macbr (165 ind/ha) e *Parkia pendula* (Willd.) Walp (53 ind/ha).

As espécies mais abundantes nos remanescentes estudados foram *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers (395), *Pogonophora schomburgkiana* Miers (172), *Helicostylis tomentosa* (Poepp. & Endl.) J.F.Macbr (165) no JBR e *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith (162). O JBR apresentou elevada abundância de espécies que não foram abundantes nas demais localidades como é o caso de *Manilkara salzmannii* (A.DC.) H.J.Lam e *H. tomentosa*.

As espécies mais frequentes foram *Eschweilera ovata* (Cambess.), *Tapirira guianensis* Aubl. e *Thyrsodium spruceanum* Benth. A espécie mais frequente no JBR foi *Helicostylis tomentosa* (Poepp. & Endl.) J.F. Macbr. No que se refere à densidade relativa predominaram *Eschweilera ovata* (Cambess) Miers e *Thyrsodium spruceanum* Benth. Algumas espécies apresentaram elevada densidade relativa em apenas uma localidade como o caso de *Helicostylis tomentosa* (Poepp. & Endl.) J.F. Macbr, ocorrente no JBR.

Em relação à dominância relativa destacaram-se *Parkia Pendula* (Willd.) Walp; *Tapirira guianensis* Aubl e *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers. No que se refere ao valor de importância sobressaíram-se *E. ovata*, *T. guianensis* e *P. pendula*. A espécie de maior VI (29,88%) no JBR foi *Helicostylis tomentosa* (Poepp. & Endl.) J.F. Macbr, que não estava presente nas demais localidades (Tabela 5).

5. DISCUSSÃO

5.1. Florística e fitossociologia Mata da Guabiraba-PE

A distribuição de diâmetros dos indivíduos presentes no remanescente da MG segue o modelo típico de florestas inequidâneas, que apresentam uma curva de distribuição exponencial que tende a formar um J invertido com frequência de 46% (170 indivíduos) de indivíduos nas classes de diâmetros menores, representados nesse trabalho por indivíduos com diâmetros inferiores a 10 cm. Esse padrão caracteriza florestas em início de sucessão (Longui 1980, Marangon 1999). A maioria, 18% (32) dos indivíduos presentes nessa classe de diâmetro, está incluída na família Leguminosae e nesse percentual está presente apenas um indivíduo de *P. pendula*, que pode ser proveniente de falhas de dispersão ou estabelecimento dessa espécie na comunidade estudada.

O remanescente MG tem histórico de corte seletivo há 18 anos, sendo a rebrota de diversas arbóreas da família Leguminosae um indicativo disso, juntamente com a ocorrência de lianas em parcelas com clareiras. O grande número de indivíduos em classes de diâmetro reduzido pode ter sido um reflexo desse tipo de perturbação (Nunes et al. 2003).

Além disso, é importante destacar que a ocorrência de poucas espécies em determinadas classes de diâmetro pode ter sido decorrente de prováveis “falhas” no aspecto reprodutivo e/ou no processo de polinização, ocasionadas pela fragmentação

sendo o efeito da fragmentação sobre a polinização estudado por Aizen e Feinsiger (1994), que verificaram variação no tipo de polinizadores em localidades mais perturbadas.

Outro aspecto indicativo de estágio sucessional inicial para a MG são nossos dados de tamanho das árvores. A maioria das árvores amostradas na MG possui altura inferior a 18 m, semelhante ao encontrado por Maragon et al. (2008) também em remanescentes de floresta Atlântica. Alturas menores que 16 m foram classificadas por esses autores como árvores pequenas e esse fator considerado como um indicativo de áreas em estágios sucessionais iniciais.

As famílias Leguminosae e Myrtaceae foram as que mais apresentaram espécies na MG, o que corrobora com Oliveira-Filho e Fontes (2000) que aponta a família Leguminosae como uma das três que mais ocorrem na floresta Atlântica brasileira.

Dentre as espécies destacadas com maior VI, *Chamaecrista ensiformis* e *Parkia Pendula* (Willd.) Walp, ambas da família Leguminosae, e no caso da primeira esse valor está associado à densidade da espécie, enquanto na segunda à área basal. Essas espécies apresentam interações especializadas de polinização, uma vez que, *Chamaecrista ensiformis* (Vell.) H.S.Irwin & Barneby possui anteras poricidas (Filardi et al. 2009), cuja polinização depende de abelhas que realizam movimentos capazes de liberar o pólen (“buzz pollination”, ver Buchmann 1983) e *P. pendula* é polinizada por morcegos (Piechowski e Gottsberger, 2009) constituindo um importante recurso para essa fauna.

5.2. Similaridade florística e comparação físsiociológica entre remanescentes urbanos de floresta Atlântica da Região Metropolitana do Recife

5.2.1 Similaridade florística

Nosso estudo apontou que a maioria das localidades que apresentaram similaridade florística foram o PEDI e MG, PEDI e EEC, USJ e EEC, MG e USJ, PEDI e USJ e MC e JBR, o que era esperado, pois constituem localidades próximas e semelhantes em tamanho. Dentre os remanescentes médios, o PEDI apresentou menor similaridade com o remanescente da USJ, que se encontra inserido numa matriz de cana-de-açúcar. Já a MG só obteve similaridade com a USJ e o PEDI, fragmentos de tamanho médio assim como o mesmo.

A ausência de similaridade entre as localidades da MG e da EEC sugere que algumas variações florísticas podem estar associadas ao grau de perturbação (Martins 1987, Santos 2003). Além disso, a similaridade florística entre algumas florestas ombrófilas de terras baixas de Pernambuco pode sofrer influência do tipo de amostragem, problemas na identificação de espécies, estado de conservação das áreas e idade dos fragmentos (Ferraz 2002). No caso da ausência de similaridade entre MG e EEC pode ser atribuída a distância entre as mesmas (cerca de 14 km), assim como a existência de agentes de perturbação distintos que podem modificar estruturalmente as comunidades (Negrine 2014).

Quanto a MG e USJ, outros fatores podem estar associados à similaridade, já que constituem os remanescentes mais distantes (cerca de 27 km) mas apresentam similaridade. De acordo com Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), o coeficiente de similaridade de Jaccard deve atingir valores superiores que 25% (0.25) para considerar semelhantes duas formações florestais. Em nossa análise de similaridade entre as Matas do Curado e a do Jardim Botânico do Recife mostrou o mesmo valor (0,35) já apontado por Ferreira et al. (2008) para esses dois remanescentes, o que pode estar relacionado ao tamanho e proximidade desses.

Foi possível verificar a formação de dois grupos de remanescentes similares floristicamente, um composto por fragmentos médios ($100 > \text{ha} > 500$) no qual estariam inclusos a MG, o PEDI, a USJ e a EEC e outro por duas localidades pequenas, MC e JBR, com área inferior a 50 ha.

5.2.2 Comparação de estudos fitossociológicos

Os estudos fitossociológicos dos remanescentes referidos nesse trabalho evidenciaram que algumas localidades apresentam semelhanças no que se refere à distribuição dos diâmetros das arbóreas. A distribuição das espécies por classe de diâmetro na Mata da Guabiraba a caracterizou como uma floresta em início de sucessão (Marangon, 1999). Tal cenário caracteriza florestas inequiâneas, nas quais, o número de indivíduos decresce com o aumento das classes (Longui, 1980), o que também ocorreu para os remanescentes do PEDI, da USJ e da MC. Nunes et al. (2003) sugerem que a grande quantidade de indivíduos pequenos e de diâmetro reduzido seria um indicativo de graves perturbações no passado. Esse tipo de distribuição diamétrica das espécies pode ser originado pela história natural de determinadas espécies e pelo histórico de perturbações da área (Machado et al. 2004).

As famílias Lauraceae e Sapotaceae foram encontradas com maior riqueza de espécies nos remanescentes do PEDI e de EEC que são considerados fragmentos médios em tamanho. A ocorrência dessas famílias pressupõe estágio de regeneração avançado e constituem importante fonte de recursos para os frugívoros (Tabarelli et al. 1999).

Em relação às espécies mais abundantes sobressaíram *E. ovata* e *Helicostylis tomentosa* (Poepp. & Endl.) J.F. Macbr sendo que, a primeira só não estava presente com elevada abundância no JBR, que apresentou a espécie *Helicostylis tomentosa* como mais abundante. Essa não constou como abundante em nenhuma das demais áreas.

As espécies mais frequentes nos remanescentes foram *Tapirira guianensis* Aubl, *Helicostylis tomentosa* e *E. ovata*, que também foram as três mais frequentes em um estudo de Silva Junior (2004) em outro remanescente de floresta Atlântica do nordeste. A espécie *T. guianensis* esteve entre as dez espécies mais freqüentes nos trabalhos realizados na floresta Atlântica de Pernambuco (Guedes 1992, Lins e Silva e Rodal 2008). Estudo de Liebsch et al (2008) aponta que a perturbação interfere na composição de uma comunidade vegetal reduzindo espécies endêmicas, não-pioneiras e de sub-bosque, além disso a floresta em estágios iniciais de sucessão apresentam maior incidência de espécies exóticas.

A espécie *Tapirira guianensis* Aubl também apresentou maior VI entre os remanescentes estudados, resultado também encontrado nos trabalhos de Silva Júnior (2004) e Lins e Silva e Rodal (2008) ambos na floresta Atlântica em Pernambuco e por Guedes (1992), que apontou que a alta densidade de indivíduos dessa espécie indica antropização. Essa espécie ocupa e se estabelece em clareiras, sendo assim considerada pioneira. *Parkia pendula* está presente entre as espécies que apresentaram maiores valores de dominância relativa, em virtude de sua alta área basal segundo Rocha et al. (2008). O estabelecimento de espécies do estrato regenerativo indica que a comunidade apresenta mudanças na sua composição florística em um processo de sucessão caracterizado pela elevada abundância de espécies típicas de estágios sucessionais iniciais (Salles e Schiavini 2006).

A concentração de muitos atributos fitossociológicos em poucas espécies caracteriza estágios iniciais da sucessão ecológica (Oliveira 2002), como por exemplo, poucas espécies pioneiras com elevadas densidade e frequência ao longo da floresta, apontam estratégias distintas de ocupação do ambiente por parte das famílias dessas espécies em relação às demais espécies vegetais que compõem a comunidade (Cervi et al. 2007).

O estudo da comunidade de arbóreas de remanescentes florestais propicia informações a respeito do seu nível de perturbação e do estágio sucessional, e pode sugerir que mudanças ocorrem ao longo do processo de regeneração, sendo uma dessas modificações na visita de polinizadores às flores (Aizen e Feinsiger 1994). Estudos mencionam que uma floresta secundária pode atingir em 65 anos 80% de sua fauna de dispersores (Liebsch 2008), o que justifica a necessidade de promover a conservação desses locais.

Em resumo, as arbóreas, de modo geral, posicionaram-se nas classes iniciais de diâmetro e em médias de altura, indicando que as áreas estudadas constituem estágios sucessionais iniciais. Na análise das espécies de maior VI, a maioria seguiu o mesmo padrão na composição das espécies, porém, algumas espécies apresentaram déficit de indivíduos em algumas classes de altura e diâmetro.

Pode-se, portanto, dizer que as áreas estudadas apresentam uma relativa heterogeneidade florística entre si, visto que nem todas as localidades podem ser consideradas similares no que se refere a esse aspecto, sobretudo as mais distantes umas das outras. Essa heterogeneidade pode ser resultante de diferenças na matriz, tipo de perturbação a que cada área tenha sido submetida à variação do esforço taxonômico empregado nos levantamentos.

As localidades próximas que apresentaram similaridade florística podem atuar como doadores de propágulos para as áreas florestais do entorno. Tal situação pode ser favorecida, no caso da restauração de fragmentos que interliguem tais remanescentes, como é o caso de uma área localizada entre a MG e o PEDI, que funcionará como um corredor ecológico entre as mesmas. Para que isso ocorra é fundamental o conhecimento da flora que ocupa essas localidades e das interações dessa com a fauna local, sendo esse conhecimento importante para a implementação de projetos de restauração na área intermediária.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de Mestrado à primeira autora e da bolsa de produtividade em pesquisa à última autora; ao Santuário dos Três Reinos pela permissão e apoio logístico para a realização do trabalho de campo na MG; à Dra Kelaine de Miranda Demétrio (UFPE) e a Marcos Antônio das Chagas pela ajuda no campo; ao Dr. Marcondes

Oliveira (ITEP) pela identificação de diversas espécies e as curadoras dos Herbários UFP e PEUFR, bióloga Marlene Carvalho de Alencar Barbosa e Dra. Maria Elizabeth Bandeira Pedrosa respectivamente, pelas autorizações de acesso aos acervos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aizen MA, Feinsinger P. 1994. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in Chaco dry forest, Argentina. *Ecology* 75: 330-351.
- Alves Junior FT, Brandão CFLS, Rocha, KD, Silva JT, Maragon, LC, Ferreira, RLC. 2007. Estrutura diamétrica e hipsométrica do componente arbóreo de um fragmento de Mata Atlântica, Recife-PE. *Cerne*, Lavras, 13(1): 83-95.
- Ayres M, Ayres Jr, Ayres DL, Santos, AS. 2007 *Bioestat 5.0.: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. IDSM/MCT/CNPq, Belém.
- Brearley FQ, Sukaesih-Prajadinata Kidd, PS, Suriantata, JP. 2004. Structure and floristics of an old secondary rain forest in Central Kalimantan, Indonesia, and a comparison with adjacent primary forest. *Forest Ecology and Management* 195: 385-397.
- Buril MT, Melo A, Araújo AA, Alves M. 2013. *Plantas da Mata Atlântica: Guia de árvores e arbustos da Usina São José-Pernambuco*. Olinda: Livro Rápido, 162p.
- Câmara, I. G. 2003. Brief history of conservation in the Atlantic Forest. In: Galindo-Leal C, Câmara IG. (Eds.). *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook*. CABS and Island Press, Washington, 31-42.
- Cervi AC, Hatschbach GG, Von Linsingen L. 2007. Composição florística de um trecho de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Floresta Atlântica) na Reserva Ecológica de Sapitanduva (Morretes, Paraná, Brasil). *Fontqueria* 55(52): 423-438.
- CPRH (Companhia Pernambucana do Meio Ambiente). 2003. *Diagnóstico socioambiental do litoral norte de Pernambuco*. Recife, 214 p.
- Dewalt SJ, Maliakal SK, Denslow JS, 2003. Changes in vegetation structure and composition. *Forest Ecology and Management* 182: 139-151.
- Ferraz EMN. 2002. *Estudo florístico e fitossociológico de um remanescente de Floresta Ombrófila Montana em Pernambuco, Nordeste do Brasil*. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. Tese de Doutorado. 146f.

- Governo do Estado de Pernambuco, 2014. Unidades de Conservação Estaduais de Pernambuco. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br>. Consulta em: 23/06/2013.
- Guariguata MR, Ostertag R. 2001. Neotropical secondary succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology Management* 148:185–206.
- Guedes LMS.1992. Estudo florístico e fitossociológico de um trecho da reserva ecológica da Mata de Dois Irmãos, Recife - Pernambuco. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA, Stevens PF, Donoghue MJ. 2009. Sistemática vegetal: um enfoque filogenético.3 ed. Porto Alegre, Artmed. 632p.
- Liebsch D, Goldenberg R, Marques MCM. 2007. Florística e estrutura de comunidades vegetais em uma cronosequência de Floresta Atlântica no estado do Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21(4): 983-992.
- Liebsch D, Marques MCM, Goldenberg R. 2008. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. *Biological Conservation* 141: 1717 – 1725
- Lins e Silva ACB, Rodal MJN. 2008. Tree community structure in an urban Atlantic Forest remnant in Pernambuco, Brazil. In: Thomas W. W. (ed.). The coastal forests of northeastern Brazil. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 511-534p.
- Longhi SJ. 1980. A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze no sul do Brasil. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Lorenzi H. 2008. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1. 368p.
- Machado ELM, Oliveira Filho AT, Carvalho WAC, Souza JSS, Borém RAT, Botezelli L. 2004. Análise comparativa da estrutura e flora do compartimento arbóreo-arbustivo de um remanescente florestal na Fazenda Beira Lago, Lavras, MG. *Revista Árvore* 28 (4): 499-516.
- Manzatto AG. 2001. Dinâmica de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no município de Rio Claro, SP: diversidade, riqueza florística e estrutura da

- comunidade no período de 20 anos (1978-1998). Dissertação de Mestrado. Rio Claro: UNESP.
- Magurran AE. 2004. Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell Publishing, 256 p.
- Maragon LC, Feliciano, ALP, Brandão CFLS, Alves-Junior F. T. 2008. Relações florísticas, estrutura diamétrica e hipsométrica de um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa (MG). *Revista Floresta*, Curitiba 38 (4): 699-709.
- Martins FR. 1989. Fitossociologia de florestas no Brasil: um histórico bibliográfico. *Pesquisa série Botânica*, São Leopoldo, 40.
- Meira Neto JAA, Martins F. 2000. Estrutura da Mata da Silvicultura, uma floresta Estacional Semidecidual Montana no município de Viçosa, MG. *Revista Árvore* 24(2): 151-160.
- Mueller-Dombois D, Ellemberg H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York, Wiley and Sons, 574p.
- Negrini M, Higuchi P, Silva AC, Spiazzi FR, Junior FB, Junior Vefago MB. 2014. Heterogeneidade florístico-estrutural do componente arbóreo em um sistema de fragmentos florestais no Planalto Sul catarinense. *Revista Árvore* 38 (5): 779-786.
- Nunes YRF, Mendonça AVR, Botezelli L, Machado ELM, Oliveira-Filho AT. 2003. Variações da fisionomia da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. *Acta Botânica Brasilica*, São Paulo, 17(2): 213-229,
- Oliveira-Filho AT, Machado JNM. 1993. Composição florística de uma floresta semidecídua montana na serra de São José, Tiradentes, Minas Gerais. *Acta Botanica Brasilica* 7 (2): 71-88.
- Oliveira-Filho AT, Fontes MAL. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in southeastern Brazil and influence of climate. *Biotropica*. 32: 793-810.
- Oliveira RR. 2002. Ação antrópica e resultantes sobre a estrutura e composição da Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ. *Rodriguesia* 51(83): 33-58.
- Oliveira MA, Grilo AS, Tabarelli M. 2004. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages. *Oryx* 38: 389–394.

- Piechowski D, Gottsberger G. 2009. Flower and fruit development of *Parkia pendula* (Fabaceae, Mimosoideae). *Acta Botanica Brasílica* 23(4): 1162-1166.
- Ranta P, Blom T, Niemela J, Joensuu E, Siitonen M. 1998. The fragmented atlantic rain forest of Brasil: size, shape and distribution of forest fragments. *Biodiversity Conservation* 7(3): 385-403.
- Recife. 2013. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/pr/secplanejamento/inforec/>. Acesso em: 07/06/2013.
- Ribas RF, Meira Neto JAA, Silva AF, Souza AL. 2003. Composição florística de dois trechos em diferentes etapas serais de uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore* 27(6): 821-830.
- Rocha KD, Chaves LFC, Maragon LC, Lins e Silva ACB. 2008. Characterization of adult arboreous vegetation in a fragment of Atlantic Rainforest, Igarassu-PE. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 3(1): 35–41.
- Salles JC, Schiaivini I. 2006. Estrutura e composição do estrato de regeneração em um fragmento florestal urbano: implicações para a dinâmica e a conservação da comunidade arbórea. *Acta Botânica Brasílica* 21(1): 223-233.
- Santos K. 2003. Caracterização florística e estrutural de onze fragmentos de Mata Estacional Semidecidual da área de proteção ambiental do município de Campinas – SP. Campinas: Unicamp. 225f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas.
- Silva JAA, Neto FP. 1979. Princípios básicos de dendrologia. Departamento de Ciência Florestal. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 191p. Disponível em: http://ipef.br/eventos/2014/tume/24_principios_dendrometria.pdf. Acesso em: 20/05/2014
- Silva Júnior JF. 2004. Estudo fitossociológico em um remanescente de floresta atlântica visando dinâmica de espécies florestais arbóreas no município do Cabo de Santo Agostinho, PE. Recife: UFRPE. 82f. Dissertação de Mestrado.
- Sousa Junior PRC. 2006. Estrutura da comunidade arbórea e da regeneração natural em um fragmento de floresta Atlântica urbana, Recife, PE. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Spigel MP. 1970. Estatística: teoria y problemas resueltos. México, McGraw, 357p.
- Tabarelli M, Mantovani W, Peres C. A. 1999. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. *Biological Conservation* (91): 119-127.

Veloso HP. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro. IBGE. 124p.

Tabela 1. Dados de localidades dos remanescentes urbanos estudados de floresta Atlântica da região metropolitana do Recife, Pernambuco.

Remanescente	Localização	Tamanho (ha)	Coordenadas geográficas	Referências
Mata da Guabiraba (MG)	Recife	200	08° 04' 03" S, 34° 55' 00" W	Este estudo
Parque Estadual Dois Irmãos (PEDI)	Recife	370	08° 07' 30" S, 34° 52' 30" W	Guedes (1992, 1998), Leite (2005)
Mata do Curado (MC)	Recife	43	08° 04' 29" S, 34° 57' 13" W	Alves Júnior et al. 2007
Jardim Botânico do Recife (JBR)	Recife	11	08° 04' S, 34° 55' W	Sousa-Junior (2006)
Estação Ecológica de Caetés (EEC)	Paulista	157	7°56'30" S, 34°56'30" W	Pessoa et al (2009)
Usina São José (USJ)	Igarassú	254	07° 50' 03" S, 34° 59' 27" W	Rocha et al. (2008)

Tabela 2. Esforço amostral e critérios de inclusão utilizados nos cinco inventários fitossociológicos nos remanescentes urbanos de floresta Atlântica, na Região Metropolitana do Recife. Mata da Guabiraba (MG), Parque Estadual Dois Irmãos (PEDI), Usina São José (USJ), Mata do Curado (MC), Jardim Botânico do Recife (JBR), Diâmetro a altura do peito (DAP). ^aRefere-se a táxons identificados apenas em nível espécies de morfoespécie ou gênero. ^bForam utilizadas desses estudos apenas as arbóreas identificadas em nível de espécie.

Áreas	Área amostrada (ha)	Unidade amostral	Crítérios de inclusão	Nº de indivíduos	Nº de espécies
MG	0,3	18 Parcelas (10m x 10m) e trilhas (0.12 km)	DAP $\geq$ 5cm	369	101 ^a
PEDI	1,2	12 Parcelas (20m x 50m)	DAP $\geq$ 10cm	506	118 ^b
USJ	1	40 parcelas (10m x 25m)	DAP $\geq$ 4.7cm	1372	77 ^b
MC	0,5	20 parcelas (10m x 25m)	DAP $\geq$ 4.7cm	461	43 ^b
JBR	1	40 Parcelas (10m x 25m)	DAP $\geq$ 4.7cm	914	73 ^b

Tabela 3. Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas amostradas em parcelas no remanescente florestal da Mata da Guabiraba, Recife, PE. N (Número de Indivíduos), FR (Frequência Relativa), DR (Densidade Relativa), DoR (Dominância Relativa) e VI (Valor de Importância).

Espécies	N	FR(%)	DR(%)	DoR(%)	VI
<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	50	4,9	13,5	13,48	31,9
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers	35	4,9	9,48	6,28	20,7
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Benth	30	4,4	8,13	2,16	14,7
<i>Richeria grandis</i> Vahl.	27	3,45	7,31	6,34	17,1
<i>Thyrsodium sprucearum</i> Benth.	22	2,46	5,96	1,44	9,8
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	11	3,45	2,98	2,3	8,7
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	9	2,46	2,43	0,54	6,4
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	8	2,46	2,16	4,59	9,2
<i>Davilla rugosa</i> Poir.	7	1,97	1,89	0,26	4,1
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz.	7	1,97	1,89	0,62	4,5
<i>Pera glabrata</i> Baill.	7	1,97	1,89	2,09	5,9
<i>Bowdichia virgiloides</i> Kunth.	7	2,46	1,89	2,6	6,9
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	7	2,95	1,89	1,04	5,9
<i>Eschweilera alwmii</i> S.A.Mori	5	1,47	1,35	0,85	3,7
<i>Bactris ferruginea</i> Burret.	5	2,46	1,35	0,086	3,9
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Walp.	4	1,97	1,08	24,46	27,5
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	4	2,47	1,08	2,05	4,6
<i>Brosimum guianenses</i> (Aubl.) Ducke	4	1,97	2,78	2,79	5,8
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	4	0,98	1,08	0,17	2,2
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	4	0,49	1,08	0,3	2,8
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	4	1,47	1,08	1,07	3,6
<i>Machaerium</i> sp.	4	0,98	0,81	0,19	2
<i>Pouteria</i> sp	4	0,98	0,81	1,2	3
<i>Shoepfia brasiliensis</i> A. DC.	3	1,47	0,81	0,42	2,7
<i>Maytenus distichophylla</i> Mart.	3	1,47	0,81	0,32	2,6
<i>Buchenavia tetraphylla</i> (Aubl.) R.A.Howard	3	1,47	0,81	2,09	4,4

<i>Albizia pedicellaris</i> (DC.) L.Rico	3	0,98	0,81	0,82	3,6
<i>Pradosia lactescens</i> (Vell.) Radlk.	3	0,98	0,81	0,2	2
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	3	1,47	0,81	0,54	2,8
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	3	1,47	0,81	0,23	2,5
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	3	0,98	0,81	0,82	2,6
<i>Cordia nodosa</i> Lam.	3	0,98	0,81	0,06	1,8
<i>Anaxagorea doligocharpa</i>	1	0,49	0,27	0,24	1
<i>Cordia superba</i> Cham.	2	0,49	0,54	0,09	1,1
<i>Inga cayennensis</i> Benth.	2	0,98	0,54	0,05	1,5
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	2	0,98	0,54	0,64	2,1
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	2	0,98	0,54	0,11	1,6
<i>Eugenia umbrosa</i> O.Berg	2	0,98	0,54	0,15	1,6
<i>Clusia nemorosa</i> G. Mey.	2	0,98	0,54	0,04	1,5
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	2	0,98	0,54	1,71	3,2
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	2	0,98	0,54	0,37	1,9
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	2	0,49	0,54	0,30	1,3
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers	2	0,49	0,54	0,08	1,1
<i>Serianthes grandiflora</i> Benth.	2	0,49	0,54	1,53	2,5
<i>Swartzia</i> sp.	2	0,49	0,54	0,20	1,2
<i>Apeiba albiflora</i> Ducke	2	0,49	0,54	0,55	1,6
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr	2	0,98	0,54	0,33	1,8
<i>Abarema cochliocarpos</i> (Gomes) Barneby & JWGrimes	2	0,49	0,54	0,08	1,1
<i>Lacistema robustum</i> Schnizl.	2	0,98	0,54	0,31	1,8
<i>Miconia affinis</i> DC.	2	0,98	0,54	0,31	1,8
<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	1	0,49	0,27	0,23	1
<i>Luehea ochrophylla</i> Mart.	1	0,49	0,27	0,09	0,8
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	1	0,49	0,27	0,11	0,8
<i>Paypayrola blanchetiana</i> Tul.	1	0,49	0,27	0,02	0,8
<i>Garcinia brasiliensis</i> Mart.	1	0,49	0,27	0,03	0,8
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC	1	0,49	0,27	0,01	0,8
<i>Ocotea gardnerii</i> (Meisn.) Mez.	1	0,49	0,27	0,19	0,9

<i>Ocotea limae</i> Vattimo	1	0,49	0,27	0,01	0,8
<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	1	0,98	0,27	0,13	1,6
<i>Sacoglottis mattogrossensis</i> Malme	1	0,49	0,27	0,03	0,8
<i>Miconia hypoleuca</i> (Benth.) Triana	1	0,49	0,27	0,04	0,8
<i>Plathymania foliolosa</i> Benth.	1	0,49	0,27	0,36	1,1
<i>Alseis pickelii</i> Pilger & Schmale	1	0,49	0,27	0,3	1
<i>Calyptranthes</i> sp	1	0,49	0,27	1,02	1,8
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., A.Juss. & Cambess.) Radlk.	1	0,49	0,27	0,12	0,8
<i>Psychotria carthaginensis</i> Jacq.	1	0,49	0,27	0,10	0,8
<i>Amphirrhox</i> sp	1	0,49	0,27	0,069	0,8
<i>Dipteryx</i> sp	1	0,49	0,27	0,25	1
<i>Eriotheca</i> sp	1	0,49	0,27	0,025	0,8
<i>Inga</i> sp	1	0,49	0,27	0,025	0,8
Leguminosae	2	0,98	0,81	0,83	2,3
Leguminosae	3	1,47	0,27	2,21	4,5
Malvaceae	1	0,49	0,27	0,06	0,8
Myrtaceae	3	0,49	0,81	0,65	2,9
Rubiaceae	1	0,49	0,27	0,35	1,1
Apocynaceae	1	0,49	0,27	0,01	0,7
Lauraceae	1	0,49	0,27	0,38	1,1
Indeterminada	3	1,47	0,81	0,08	2,3
Indeterminada	1	0,49	0,27	0,01	0,7
Indeterminada	1	0,49	0,27	0,02	0,7
Indeterminada	1	0,49	0,27	0,07	0,8
Indeterminada	1	0,49	0,27	1,3	2
Total	369	100	100	100	300

Tabela 4. Valores de índice de similaridade de Jaccard para remanescentes urbanos de Floresta Atlântica de Pernambuco. MG (Mata da Guabiraba), PEDI (Parque Estadual Dois Irmãos), USJ (Usina São José), JBR (Jardim Botânico do Recife), MC (Mata do Curado) e EEC (Estação Ecológica de Caetés).

	MG	PEDI	EEC	USJ	MC	JBR
MG	1	0,43	0,20	0,34	0,22	0,20
PEDI	0,43	1	0,36	0,27	0,23	0,30
EEC	0,20	0,36	1	0,36	0,22	0,21
USJ	0,34	0,27	0,36	1	0,19	0,30
MC	0,22	0,23	0,22	0,19	1	0,35
JBR	0,20	0,30	0,21	0,30	0,35	1

Tabela 5. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nos cinco remanescentes urbanos de floresta Atlântica Nordestina da Região Metropolitana da cidade do Recife. DR (Densidade Relativa), DoR (Dominância Relativa), FR (Frequência Relativa) e VI (Valor de Importância). MG (Mata da Guabiraba), PEDI (Parque Estadual Dois Irmãos), USJ (Usina São José), MC (Mata do Curado) e JBR (Jardim Botânico do Recife).

Remanescentes	DR	DoR	FR	VI
MG	<i>Chamaecrista.</i>	<i>Parkia</i>	<i>Chamaecrista</i>	<i>Chamaecrista</i>
	<i>ensiformis</i>	<i>pendula</i>	<i>ensiformis</i> (4.9%)	<i>ensiformis</i>
	(13,5%),	(24,45%)		(31,49%),
	<i>Pogonophora</i>	<i>Chamaecrista</i>	<i>Eschweilera</i>	<i>Parkia</i>
	<i>schomburgkiana</i>	<i>ensiformis</i>	<i>ovata</i> (4.9%)	<i>pendula</i>
	(8,13%)	(13,48%),		(27.5%)
PEDI	<i>Eschweilera</i>	<i>Richeria</i>	<i>Pogonophora</i>	<i>Eschweilera</i>
	<i>ovata</i> (9.48%)	<i>grandis</i>	<i>schomburgkiana</i>	<i>ovata</i> (20.7%)
		(6,34%)	(4.4%)	
	<i>Thyrsodium</i>	<i>Tapirira</i>	<i>Thyrsodium</i>	<i>Tapirira</i>
	<i>spruceanum</i>	<i>guianensis</i>	<i>spruceanum</i>	<i>guianensis</i>
	(7.59%)	(19,69%),	(7,59%)	(18,87%)
USJ	<i>Tapirira</i>	<i>Eschweilera</i>	<i>Tapirira</i>	<i>Thyrsodium</i>
	<i>guianensis</i>	<i>ovata</i>	<i>guianensis</i>	<i>spruceanum</i>
	(7,08%)	(19,54%)	(7,08%)	(16,42%)
	<i>Eschweilera</i>	<i>Parkia</i>	<i>Eschweilera</i>	<i>Eschweilera</i>
	<i>ovata</i> (6,75%)	<i>pendula</i>	<i>ovata</i> (6,48%)	<i>ovata</i>
		(16,26%)		(16,17%)
	<i>Eschweilera</i>	<i>Eschweilera</i>	<i>Eschweilera</i>	<i>Eschweilera</i>
	<i>ovata</i> (19,02%),	<i>ovata</i>	<i>ovata</i> (19,02%)	<i>ovata</i> (32,97)
		(10,13%),		
	<i>Brosimum</i>	<i>Dialium</i>	<i>Brosimum</i>	<i>Dialium</i>
	<i>discolor</i> (8,66%)	<i>guianensis</i>	<i>discolor</i> (8,66%)	<i>guianensis</i>
		(9,94%)		(21,85%)
	<i>Thyrsodium</i>	<i>Tapirira</i>	<i>Thyrsodium</i>	<i>Pogonophora</i>
	<i>spruceanum</i>	<i>guianensis</i>	<i>spruceanum</i>	<i>schomburgkian</i>

MC	(7,72%)	(7,45%)	(7,72%)	a (18,32%)
	<i>Helicostylis</i>	<i>Tapirira</i>	<i>Helicostylis</i>	<i>Eschweilera</i>
	<i>tomentosa</i>	<i>guianensis</i>	<i>tomentosa</i>	<i>ovata</i>
	(16,45%)	(19,69%)	(16,45%)	(44,62%)
	<i>Parkia pendula</i>	<i>Eschweilera</i>	<i>Parkia pendula</i>	<i>Tapirira</i>
JBR	(5,28%)	<i>ovata</i>	(5,28%)	<i>guianensis</i>
		(19,54%)		(33,77)
	<i>Dialium</i>	<i>Parkia</i>	<i>Dialium.</i>	<i>Parkia</i>
	<i>guianensis</i>	<i>pendula</i>	<i>guianensis</i>	<i>pendula</i>
	(3,89%)	(16,26%)	(3,89%)	(28,15%)
JBR	<i>Helicostylis</i>	<i>Parkia</i>	<i>Helicostylis</i>	<i>Helicostylis</i>
	<i>tomentosa</i>	<i>Pendula</i>	<i>tomentosa</i>	<i>tomentosa</i>
	(16,45%)	(10,35%)	(6,65%)	(29,88%)
	<i>Brosimum</i>	<i>Bowdichia</i>	<i>Parkia Pendula</i>	<i>Parkia.</i>
	<i>discolor</i> (5,98%)	<i>virgilioides</i>	(5,08%)	<i>Pendula</i>
JBR		(7,81%)		(20,72%)
	<i>Parkia pendula</i>	<i>Dialium</i>	<i>Brosimum</i>	<i>Dialium</i>
	(5,28%)	<i>guianensis</i>	<i>discolor</i> (4,20%)	<i>guianensis</i>
		(7,55%)		(14,77%)

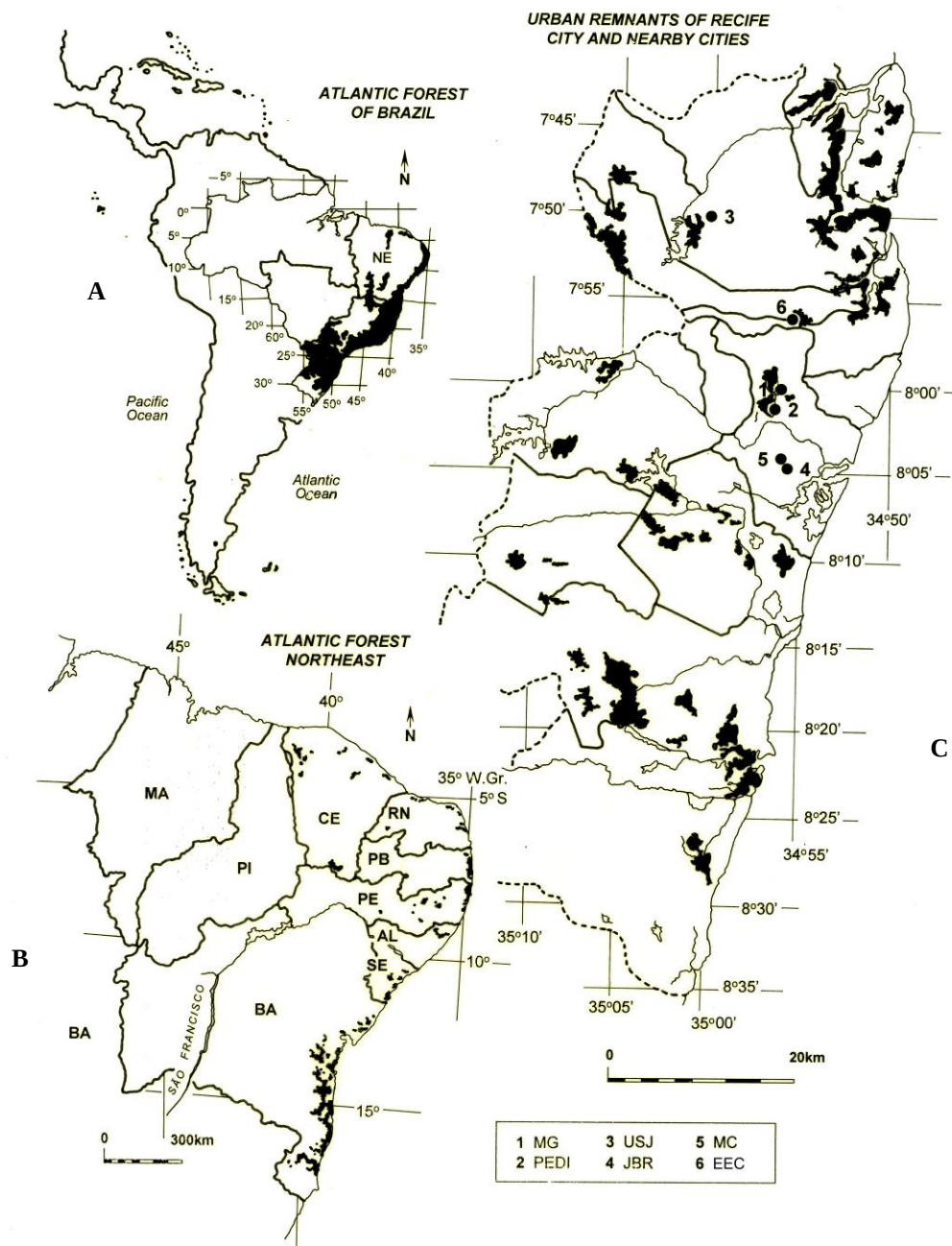


Figura 1. Localização dos remanescentes estudados de Floresta Atlântica Nordestina. A) América do Sul com a cobertura original da floresta Atlântica. B) Região Nordeste do Brasil com a cobertura atual de Floresta Atlântica. C) Região Metropolitana do Recife, destacando os remanescentes estudados: 1) MG (Mata da Guabiraba), 2) PEDI (Parque Estadual Dois Irmãos), 3) USJ (Usina São José), 4) JBR (Jardim Botânico do Recife), 5) MC (Mata do Curado) e 6) EEC (Estação Ecológica de Caetés).

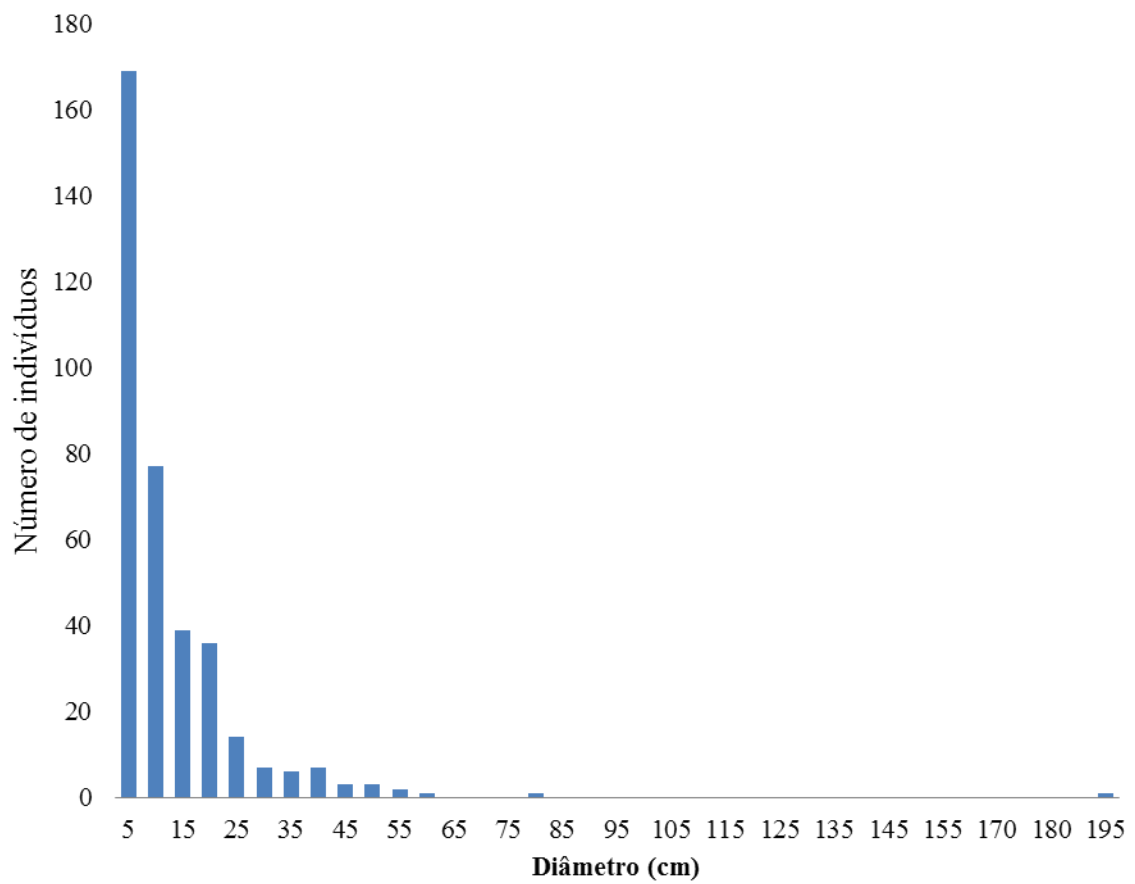


Figura 2. Distribuição do número de indivíduos em intervalos de diâmetro de 5 cm, com classes iniciando com $5 \leq d < 10$ cm no fragmento da Mata da Guabiraba, Recife, PE.

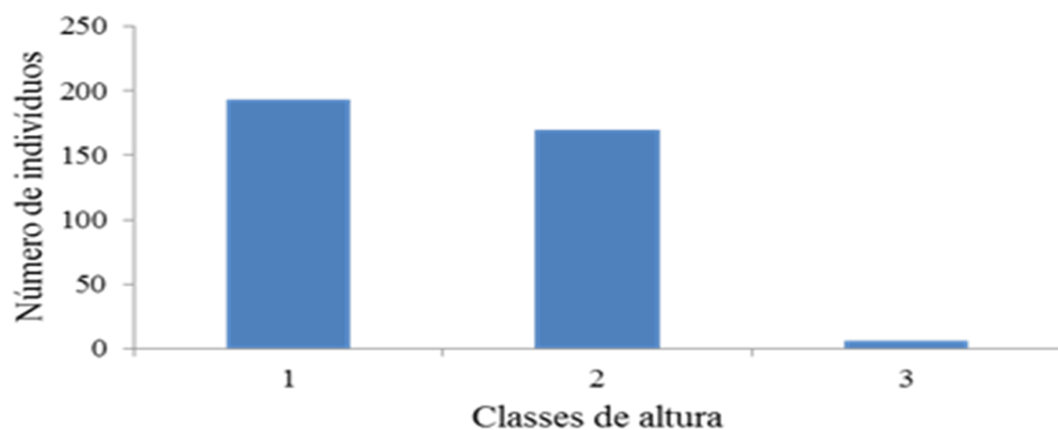


Figura 3. Distribuição do número de indivíduos por classe de altura em intervalos fixos de 9 m, sendo 1) arbóreas menores que 9 m; 2) arbóreas ≥ 9 m e < 18 m; e 3) arbóreas ≥ 18 m, no fragmento da Mata da Guabiraba, Recife, PE.

Capítulo II

Manuscrito a ser enviado ao periódico Flora

O que os atributos florais nos contam sobre diversidade funcional dos remanescentes florestais urbanos?

Lucineia Avelino da Silva¹, Marcelo Sobral Leite², Tarcila de Lima Nadia³, Isabel Cristina Machado⁴

1. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal. Av. Prof. Moraes Rego, 1235 – Cidade Universitária, Recife, PE, 50670-901, Brasil.

2. Universidade Estadual do Piauí - UESPI, Laboratório de Biologia Vegetal, Av. Joaquina Nogueira de Oliveira, s/n, Aeroporto, Corrente, PI, 64980-000, Brasil.

3. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Centro Acadêmico de Vitória, Rua Alto do Reservatório, s/n, Bela Vista, Vitória de Santo Antão, PE, 55608-680, Brasil.

4. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva. Av. Prof. Moraes Rego, 1235 – Cidade Universitária, Recife, PE, 50670-901, Brasil.

4. E-mail para correspondência: icsmachado@yahoo.com

1. RESUMO

A maioria dos remanescentes de floresta tropicais são pequenos, compostos por florestas secundárias em regeneração. Isso é ainda mais preocupante nos fragmentos da floresta Atlântica do nordeste do Brasil, sobretudo, naqueles de áreas urbanas. Nos estudos referentes à diversidade em remanescentes de floresta Atlântica predominam aqueles baseados na distribuição e na composição de espécies. Entretanto é necessário conhecer a diversidade funcional desses fragmentos, pois ela indica interações que os sustentam. O intuito desse trabalho foi comparar os remanescentes florestais urbanos da Região Metropolitana do Recife, a partir dos atributos florais e da diversidade funcional desses atributos. A hipótese testada foi que esses remanescentes diferem em relação aos atributos florais e síndromes de polinização e quanto à diversidade funcional, uma vez que, em remanescentes pequenos apresentam espécies cujas flores são polinizadas por vetores bióticos mais generalistas, reduzindo assim a funcionalidade dessa comunidade. Foram realizadas expedições quinzenais de setembro de 2013 a dezembro de 2014 em uma das localidades para coleta de espécies, já que não havia florística do local e de flores para análise dos atributos. Para os demais, listas de espécies foram obtidas por estudos fitossociológicos publicados e os dados de atributos mediante consulta a material de herbários e a literatura. Em todos os remanescentes predominaram flores do tipo disco (49% a 63%), que ofertavam néctar (53% a 74%) e de cor branca (32% a 45%). A melitofilia foi síndrome de polinização mais frequente (41% a 58%), exceto em uma das localidades. Ocorreu formação de grupos de remanescentes quanto à presença de atributos, o que corrobora em parte, a hipótese de que os fragmentos diferem quanto aos atributos florais. Em relação ao agrupamento dos atributos e síndromes de polinização, o fragmento da Mata do Curado ficou isolado dos demais. O remanescente com maior diversidade funcional de atributos florais foi a Usina São José (2,48) e o de menor a Mata do Curado (1,82), entretanto, tais valores não permitem diferenciá-los entre si, nem dos demais remanescentes no que se refere à medida de diversidade utilizada. O comportamento desses remanescentes frente à diversidade funcional difere do esperado por algumas teorias ecológicas como a teoria da Bioeografia de ilhas e isso pode estar relacionado com as particularidades de fragmentos inseridos numa paisagem urbana.

Palavras-chave: Flores. Florestas secundárias. Fragmentos urbanos. Funcionalidade. Regeneração.

ABSTRACT

Most tropical forest remnants are small, consisting of secondary forests in regeneration. This is all the more worrying fragments of Atlantic Forest northeastern Brazil, especially those in urban areas. In studies related to diversity in Atlantic Forest remnants predominantly those based on the distribution and composition of species. However it is necessary to know the functional diversity of these fragments, as it indicates interactions that sustain them. The purpose of this study was to compare the urban forest remnants of Recife, from the floral attributes and functional diversity of these attributes. The hypothesis tested was that these remnants differ in relation to floral traits and pollination syndromes and on the functional diversity, since, in species which have little remaining flowers are pollinated by more general biotic vectors, thereby reducing the functionality of the community. Field expeditions September 2013 were held in December 2014 in one of the locations for collection of species, since there was no local flora and flowers for analyzing attribute. For others, species lists were obtained by phytosociological published studies and data attributes in consultation with the herbarium material and literature. In all remaining predominant flowers of the disc type, that yielding nectar and white. The melittophily was more frequent pollination syndrome, except in one of the locations. There forming remaining groups by attributes, which partly supports the hypothesis that the fragments differ in floral attributes. Regarding the functional diversity, the fragment of lower diversity was isolated from the others in the grouping by attributes, which presupposes unlike the other regarding the functional diversity. In all the remaining disk type flowers predominated (49% to 63%), which offered nectar (53% to 74%) and the white color (32% to 45%). The melittophily was more frequent pollination syndrome (41% to 58%), except in one of the locations. It occurred formation of remaining groups for the presence of attributes, which corroborates in part, the hypothesis that the fragments differ in floral traits. Regarding the grouping of attributes and pollination syndromes, the Curado of Forest fragment was isolated from the others. The remaining more functional diversity of floral traits was the Usina São José (2,48) and the lower the Forest of Curado (1,82), however, such values do not allow to differentiate them from each other, or the others remaining in as regards the diversity measure used. The behavior of these remaining front functional diversity differs from expected by some ecological theories like the theory of islands biogeography and this can be related to the peculiarities of fragments inserted in an urban landscape.

Keywords: Flowers. Secondary forests. Urban fragments. Functionality. Regeneration.

2. INTRODUÇÃO

A cobertura original da Floresta Atlântica Brasileira (FAB) está reduzida a 12,5% (SOS Mata Atlântica, 2014), sendo sua devastação ainda mais intensa na floresta Atlântica nordestina (FAN), restando apenas 5% de sua formação original, dos quais 90% são fragmentos menores do que 50 ha, imersos em matrizes de cana-de-açúcar (Ranta et al. 1998, Oliveira et al. 2004, Tabarelli et al. 2009). A maioria dos fragmentos da FAN atual é formada por florestas secundárias em regeneração, processo caracterizado por mudanças na estrutura, riqueza e composição (Guariguata e Ostertag 2001, Campinili e Prochnow, 2006).

Segundo Tabarelli (2012) esses fragmentos atuam como estoque de biodiversidade, para a recomposição florestal de remanescentes próximos. Parte desses remanescentes apontam mudanças nos padrões de interação planta-animal associadas à fragmentação e ao efeito de borda, sendo uma delas, a redução dos grupos funcionais reprodutivos especializados (Girão et al. 2007, Tabarelli et al. 2009).

A diversidade de fenótipos impulsionada pela competição evidencia-se na montagem de comunidades (Sargent e Ackeely 2008). Esses fenótipos constituem atributos morfológicos e ecofisiológicos relacionados à dispersão e ao estabelecimento num determinado habitat. Quando esses atributos são compartilhados por diversas espécies e apresentam alguma funcionalidade no ambiente onde estão inseridos tem-se os grupos funcionais (Hérault 2007). Um exemplo desses grupos funcionais são as síndromes de polinização. Os atributos funcionais constituem a base da diversidade funcional (DF).

A DF aponta a variedade de atributos funcionais atuantes em processos ambientais (Ernest et al. 2006, Petchey e Gaston 2006). A diversidade dos grupos funcionais associada ao seu grau de redundância ecológica está relacionada com a resiliência diante da degradação do ambiente (Walker 1995, Girão et al. 2007). Tem sido mostrado que a DF em fragmentos florestais é menor em relação às áreas de floresta madura, da mesma forma que a frequência de sistemas de polinização (grupos funcionais) mais especializados. Além disso, áreas menores possuem menor frequência de atributos florais quando comparadas a locais de maior tamanho (Prado-Júnior 2012, Girão et al. 2007).

Pesquisas também apontam redução de frequência de determinados atributos florais de espécies arbóreas em áreas fragmentadas (Girão et al. 2007, Lopes et al. 2009)

e que o tamanho do fragmento florestal representa um fator determinante nas mudanças na composição e estrutura dessas guildas (Tabarelli et al. 1999). Embora esses fragmentos possam atuar como reservatórios de biodiversidade de arbóreas para paisagens antropizadas, a viabilidade dessas populações depende de seus atributos e da paisagem na qual estão inseridas (Tabarelli et al. 2012).

A partir desse cenário o principal objetivo desse trabalho foi verificar a frequência dos atributos florais e das síndromes de polinização e como a diversidade funcional (DF) dos atributos florais está representada em remanescentes florestais urbanos de tamanhos diversos. Uma vez que, os polinizadores constituem grupos funcionais que ajudam a garantir o fluxo gênico vegetal, já que dependem da disponibilidade de recursos oriundos das plantas (Garcia et al. 2014). Diante disso, é esperado que a DF dos atributos florais em remanescentes florestais urbanos seja menor em fragmentos de menor tamanho; e que ocorra redução na frequência dos atributos florais e das síndromes de polinização nesses fragmentos em relação aos fragmentos maiores.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

Foram analisados seis remanescentes florestais urbanos de Floresta Atlântica com áreas entre 11 ha e 370 ha. Tais fragmentos pertencem ao tipo vegetacional floresta ombrófila densa de terras baixas localizados no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil (Veloso, 1991) e apresenta temperatura e pluviosidade anuais médias de 25°C e 1800 mm, respectivamente e possuem clima tropical quente e úmido (As' de Köppen) (Sousa-Junior 2006, CPRH 2007, Rocha et al. 2008).

A geologia predominante é a formação barreiras, sendo o solo composto por sedimentos areno-argilosos, já o relevo constitui-se de tabuleiros de topo plano a ondulado (Veloso 1991, CPRH 2007, Espig 2003, Guedes 1992). Este setor da Floresta Atlântica Nordestina (FAN) ao norte do rio São Francisco é biogeograficamente conhecido como Centro de Endemismo Pernambuco (Silva e Casteleti 2005).

Os remanescentes florestais da Mata da Guabiraba (200 ha), da Estação Ecológica de Caetés (EEC, 154 ha), do Curado (43 ha), do Jardim Botânico do Recife (11 ha) e do Parque Estadual de Dois Irmãos (370 ha) estão localizados na matriz

periurbana da cidade do Recife. A mata da Guabiraba (MG) e o Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI) se distanciam por apenas 7,91 km, enquanto o Jardim Botânico do Recife (JBR) e a Mata do Curado (MC) por 0,092 km. Importante reforçar que esses dois últimos remanescentes estão separados por uma rodovia (BR-101), que constitui importante fluxo de veículos na região. O fragmento da Usina São José (USJ, 254 ha), localizado na cidade de Igarassú, Grande Recife, é o mais distante e é considerado um dos poucos remanescentes maiores que 100 ha dessa localidade, sendo considerada uma área mais conservada quando comparada aos demais fragmentos dessa usina. Esse remanescente foi o único inserido em uma matriz de monocultura de cana-de-açúcar (Rocha et al. 2008). A área destinada ao cultivo é separada do fragmento por uma estrada com cerca de 3 m de largura (Rocha et al. 2008). Os remanescentes mais distantes entre si são MG e USJ separados por 27,07 km.

3.2. Abundância de arbóreas nos remanescentes urbanos da Floresta Atlântica Nordestina

A abundância das espécies arbóreas foi obtida para quatro localidades a partir de levantamentos fitossociológicos da USJ (Rocha et al. 2008), do PEDI (Guedes 1998), da MC (Alves Junior 2007) e do JBR (Sousa-Junior 2006). Para a MG esses dados foram obtidos segundo metodologia descrita no capítulo I dessa dissertação, uma vez que não existia florística da localidade nem levantamento fitossociológico. Tais dados não estavam presentes nos estudos referentes ao remanescente da EEC, por isso essa localidade não foi incluída na obtenção e comparação da DF, sendo analisados apenas os atributos florais e síndromes de polinização de suas espécies.

As listas florísticas finais dos seis fragmentos foram padronizadas de acordo com o APG III (2009, Grupo de Filogenia de Angiospermas III), a validação dos nomes das espécies seguiu The Plant List (2010) e a grafia dos nomes dos autores o IPNI (2013, Internacional Plant Names Index). Com base nessas informações gerou-se um banco de dados com 233 espécies.

3.3. Atributos florais e síndromes de polinização das arbóreas dos remanescentes urbanos de floresta Atlântica da Região Metropolitana do Recife

Para a MG, foram coletadas amostras florais em 18 parcelas (10x10 m), distando cerca de 30 m entre si e nas trilhas no entorno dessas, quinzenalmente durante as expedições de campo de setembro de 2013 a dezembro de 2014. Botões e flores de cada espécie foram acondicionados em recipientes plásticos contendo etanol 70%, com informações como número da parcela, número de coletor, data de coleta e nome da espécie. No que se refere as demais áreas foram utilizadas para a classificação dos traços funcionais apenas táxons das listas (Guedes 1992, Sousa-Junior 2006, Alves-Junior 2007, Rocha et al. 2008, Pessoa et al. 2009) cuja identificação encontrava-se em nível de espécie.

Cada espécie foi classificada nas seguintes categorias de traços funcionais de acordo com Faegri e Pijl (1979): tipo floral, recurso, cor, simetria, deiscência da antera, período de antese, presença de perfume, tamanho floral, sistema sexual e expressão sexual, unidade de polinização e síndrome de polinização (Tabela 1).

Para a morfometria floral (dimensões das flores), utilizaram-se duas medidas: diâmetro, para flores ou unidades ecológicas de polinização (Faegri e Pijl 1979) do tipo disco e comprimento total da flor para os demais tipos florais. Para tanto, utilizou-se paquímetro digital e estereomicroscópio, sendo usado um n de 30 flores e/ou inflorescências por espécie.

Dados morfométricos e observações dos atributos florais e das síndromes de polinização de cada espécie foram obtidos com base no material proveniente de coleções de herbários apenas em duas situações: (I) para as arbóreas das listas florísticas e (II) para as arbóreas coletadas no inventário da Mata da Guabiraba que não foram encontradas em floração durante as expedições de campo.

A classificação dos táxons nessas categorias foi baseada em: (1) observações in loco, (2) análises em laboratório de material botânico fértil proveniente do remanescente da MG, (3) análises de material histórico dos herbários UFP e PEUFR, (4) estudos taxonômicos e ecológicos (5) consultas a especialistas.

3.4 Diversidade Funcional

A diversidade funcional dos atributos florais foi calculada de acordo com Petchey e Gaston (2002), seguindo os passos: (1) confecção da matriz de composição de espécies (abundância); (2) confecção da matriz de traços funcionais; que foi transformada em uma matriz de distância de Gower, indicada para matrizes que

empregam dados binários (emissão de odor, período de antese, expressão sexual), multi categóricos (cor, recurso, tipo floral, deiscência de anteras, sistema sexual, unidade de polinização) e dados quantitativos (dimensões das flores) (Gower 1971); (3) cujos valores foram utilizados para confecção do dendrograma e (4) calculadas as distâncias dos braços do dendrograma. A soma dessas distâncias foi o valor da diversidade funcional dos remanescentes. Todas essas etapas foram realizadas no ambiente R, com funções dos pacotes “vegan” (Oksanen et al. 2013) e “picante” (Kembel et al. 2010).

3.5 Análise de dados

Para verificar diferenças significativas entre os valores de DF foi realizada uma análise a partir do teste G, utilizando o software BioEstat 5.0 (Ayres et al. 2007). Em relação à frequência dos atributos florais e síndromes de polinização foi feita análise de NMDS e de agrupamento (Cluster) a partir do cálculo de similaridade de Bray-Curtis. Para isso, os dados foram transformados em $\log(x+1)$. As análises de NMDS e de Cluster foram feitas com auxílio do software Primer 7 (2015).

4. RESULTADOS

4.1 Atributos florais e síndromes de polinização das arbóreas de remanescentes urbanos de floresta Atlântica da Região Metropolitana do Recife

Verificou-se que em relação aos tipos florais predominou em todos os remanescentes o tipo disco com variação entre 49 e 63%, seguido do tubo com variação entre 4 e 15% na maioria deles. Na MG, o segundo tipo floral mais comum foi o pincel com 17% e o terceiro foi o tubo com 15%. No PEDI o tipo estandarte (11%) foi o terceiro mais frequente seguido do tubo (8%). Já na MC os tipos estandarte, pincel, inconspícuo e campânula representam 7% das flores cada um enquanto o tipo tubo apresentou o menor percentual (4%) (Figura 1A).

Néctar foi o recurso floral predominante nos remanescentes estudados, variando de 53 a 74% sendo o primeiro percentual atribuído a MG e o segundo ao PEDI, seguido de pólen com uma variação de 20 a 42%, percentuais encontrados para a MG e o PEDI respectivamente (Figura 1B). O recurso óleo representou de 1 a 2% e a resina entre 1 e

5%, tendo essa atingido maior valor na MC. O recurso néctar-pólen representou de 1 a 3% da oferta de recursos para o polinizador.

No que se refere à cor das flores predominaram as brancas, amarelas, creme e verdes, tendo as brancas uma variação entre 32% e 45% do total das espécies. Flores lilases, embora não estivessem presentes em todos os remanescentes, apresentaram variação entre 1 e 8%, já as de cor laranja foram encontradas apenas na localidade do PEDI, correspondendo a 1% das espécies (Figura 1C). Em relação à simetria, predominaram flores actinomorfas com uma variação de 77 a 91% do total de espécies de cada remanescente (Figura 1D).

Em relação ao tipo de abertura das anteras predominou a longitudinal com variação de 81 a 90% seguida de poricida com variação de 6 a 15% e da valvar com frequência entre 3 e 7% (Figura 1E). A maioria das espécies dos remanescentes apresentou antese diurna com variação entre 88 e 91% (Figura 1F). Além disso, 53 a 70% dessas espécies não exalaram odor perceptível ao olfato humano (Figura 1G). A unidade de polinização predominante foi a intermediária (flor/inflorescência), representando 51 a 62% das flores (Figura 1H).

A ocorrência de flores pequenas variou entre 60 e 77%, enquanto as flores de tamanho médio de 11 a 20% e as muito grandes de 2 a 14%. Flores muito grandes prevaleceram sobre grandes na MG em contraste com os demais remanescentes (Figura 1I).

Em relação à expressão sexual predominaram flores hermafroditas com variação de 76 a 85% em todos os remanescentes (Figura 1J) e a maioria dessas eram homostílicas com variação de 95 a 97%. Além disso, predominaram também espécies monóicas para todas as localidades apresentando uma variação entre 84 e 90% (Figura 1K).

Em relação às síndromes de polinização foi possível encontrar localidades que diferem tanto em relação à síndrome mais frequente quanto na ordem de frequência das demais. Na maioria dos remanescentes predominou a melitofilia, variando de 41 a 58%, exceto o PEDI, que apresentou a polinização por diversos pequenos insetos (40%) como síndrome mais frequente (Figura 1L).

A polinização por diversos pequenos insetos foi a segunda na maioria dos remanescentes com variação entre 14 e 37%. Apenas o PEDI diferiu das demais áreas, com melitofilia como segunda síndrome mais frequente. A quiropterofilia foi a terceira síndrome mais frequente na MG, no JBR e na MC, enquanto na USJ foi a esfingofilia.

O PEDI apresentou como terceira síndrome mais comum a cantarofilia (9%). Algumas síndromes estavam ausentes em alguns remanescentes como a psicofilia, que não ocorreu na MC e no JBR, e a miofilia e a ornitofilia ausentes na MC, enquanto a falenofilia (1%) foi encontrada apenas na USJ, embora com baixo percentual.

Os remanescentes do PEDI, da MG e da MC possuem atributos florais que permitem diferenciá-los entre si e dos demais, USJ, JBR e EEC, que compartilham atributos similares (Figura 2). A análise de agrupamento gerou dois grupos, o primeiro formado pela MC e o segundo pelos demais remanescentes. Este segundo ainda agrupa as localidades da MG e do PEDI num grupo e os fragmentos da EEC, USJ e JBR em outro. A MC foi remanescente que mais se distanciou dos demais (Figura 3).

4.2 Diversidade funcional

Os três remanescentes com maior DF foram a USJ (2,48), seguida pelo PEDI (2,34) e o JBR (2,27). A MC (1,82) apresentou o menor índice (Tabela 2). Esses valores de DF não apresentaram diferenças significativas entre as localidades ($p=0.99$), ou seja, a DF de cada remanescente não permitem diferenciá-los entre si no que se refere ao aspecto de funcionalidade ecossistêmica dos atributos florais.

5. DISCUSSÃO

5.1 Atributos florais e síndromes de polinização das arbóreas de remanescentes urbanos de floresta Atlântica da Região Metropolitana do Recife

De modo geral a frequência dos atributos florais nos remanescentes estudados é similar, com pequenas variações em poucos atributos e apenas para algumas localidades, como por exemplo, a predominância de polinização por diversos pequenos insetos no PEDI em contraste com as demais áreas desse estudo e a ausência de algumas síndromes em um dos remanescentes.

O predomínio do tipo disco nos fragmentos analisados foi semelhante ao já registrado por Leite (2005) em um estudo no remanescente do PEDI considerando todos os hábitos. No entanto, resultados diferentes foram encontrados por Girão et al. (2007) em um outro remanescente de floresta Atlântica, no Estado de Alagoas, no qual verificaram predominância do tipo floral inconspícuo, seguido do tipo disco e presença

do tipo goela, não registrado nesta dissertação. Isso pode ser explicado tanto pela diferença florística como pelos diferentes cenários onde os remanescentes se inserem, uma vez que em Alagoas todos os remanescentes estão inseridos em uma matriz de cana-de-açúcar, havendo também um fragmento de 3000 ha que possibilita maior diversidade de atributos (Girão et al. 2007).

A maior frequência de néctar como recurso floral já era esperada uma vez que, alguns polinizadores nectarívoros como morcegos e aves são menos sensíveis a antropização de habitats quando comparados a polinizadores que buscam outro recurso floral (Tscharntke et al. 2008). Na MG e no trabalho de Girão et al. (2007) as espécies nectaríferas apresentaram frequência três vezes maior que as que ofertam pólen. Isso pode estar associado à diminuição de algumas espécies por corte seletivo, como representantes de Leguminosae, sobretudo daquelas que tem flores do tipo estandarte, o que explicaria também a baixa frequência desse tipo floral em algumas localidades desse estudo e também em pequenos fragmentos (Girão et al. 2007).

Uma análise de recursos florais do PEDI e da USJ evidenciaram praticamente os mesmos resultados, entretanto os dois fragmentos apresentam uma diferença menor entre a frequência de néctar e de pólen. Tal situação aponta uma redução da oferta de pólen nas demais localidades, o que, segundo Winfree et al (2011), estaria relacionado a antropização, uma vez que, flores de pólen seriam mais vulneráveis nesse cenário (Winfree et al. 2011).

As cores mais frequentes nesse estudo podem ser indicativas de polinização entomófila, uma vez que, a sensibilidade visual para a faixa do ultravioleta, o verde e o amarelo foi comprovada em vários grupos de insetos (Faegri e Pijl, 1979; Proctor et al. 1996). Isso pode ser um indicador da elevada frequência dessa síndrome nas localidades estudadas.

Verificou-se ainda que a simetria actinomorfa das flores foi predominante em todos os remanescentes, o que sugere que as mesmas sejam polinizadas por vetores de pólen mais generalistas. Flores actinomorfas estão associadas a sistemas de polinização mais generalistas (Girão et al. 2007).

A maioria das anteras das flores apresentou deiscência longitudinal o que é um indicativo de flores que possuem néctar, um recurso típico de flores mais generalistas, exceto, quando essas apresentam guias de néctar ou mantêm esse recurso pouco acessível aos visitantes florais. As anteras poricidas representaram o segundo tipo mais comum de deiscência, indicando dependência de abelhas especializadas para a liberação de

pólen nessas espécies (Buchmann 1983). Os remanescentes do JBR e da MC foram os que menos apresentaram flores com esse tipo de deiscência. Já espécies com flores de anteras valvares foram encontradas em representantes da família Lauraceae presentes em maior número no remanescente de Dois Irmãos (6%), família comumente associada a florestas em estágio de sucessão tardio.

Flores de antese diurna predominaram em todos os remanescentes em contrapartida, as flores noturnas foram encontradas com menor frequência na USJ (9%), o que indica redução de recursos para os polinizadores noturnos, o que pode ser um efeito da matriz de cana-de-açúcar onde o remanescente se encontra. Estudo de Girão et al. (2007) apontou redução de quiropterofilia e esfingofilia em um remanescente cuja matriz também é de monocultura de cana-de-açúcar.

As flores sem odor constituíram maioria nos remanescentes estudados. Como a capacidade olfativa desenvolvida é típica de alguns insetos como abelhas, moscas e mariposas, dentre outros e ausente em aves e insetos como borboletas e sabe-se que a polinização por abelhas e por diversos pequenos insetos se sobressaem dos demais tipos nessas localidades e esperado a atuação de outro(s) atrativo(s) que não o odor, sobre a melitofilia e a polinização por diversos pequenos insetos.

O pequeno tamanho relativo das flores ocorrentes nos remanescentes está relacionado com polinizadores mais generalistas como os diversos pequenos insetos como já mencionado por Machado e Lopes (2004) e Girão et al. (2007).

No que se refere à expressão sexual, em todos os remanescentes predominaram espécies hermafroditas homostílicas o que sugere para os casos de autoincompatibilidade, outros mecanismos além de barreiras morfológicas. Já que, a heterostilia representa um entrave à autofecundação (Karasawa et al. 2009b). O hermafroditismo também predominou de maneira semelhante em outros estudos e em outros ecossistemas (Bawa 1990, Leite 2005, Girão et al. 2007).

Em relação ao sistema sexual predominaram espécies monóicas, embora as espécies dióicas já se encontrem em um percentual reduzido nos ecossistemas de forma geral. Espécies dióicas são mais susceptíveis aos impactos com a degradação ambiental que as espécies monóicas tendendo a reduzir sua ocorrência (Gehring e Linhart 1993). Geralmente os vetores de pólen de espécies dióicas são representados por grupos de animais mais generalistas (Bawa 1980).

Estudos apontam que plantas pistiladas tem maiores índices de mortalidade em habitats estressantes que plantas estaminadas (Gehring e Linhart 1993), podendo

explicar a diferença de frequência da dioícia em alguns dos remanescentes estudados como USJ e os demais remanescentes e desses com os resultados de Girão et al. (2007).

Nesse trabalho encontrou-se uma maior frequência da unidade de polinização intermediária, na qual as flores organizam-se em inflorescências, facilitando, portanto, a visita de diversos insetos. Segundo Araújo et al. (2009) flores pequenas são geralmente polinizadas por diversos pequenos insetos, entretanto se organizadas em inflorescências permitem a visita de insetos maiores.

No que tange às síndromes de polinização prevaleceu a melitofilia como mais frequente, exceto no PEDI cujos diversos pequenos insetos predominaram o que pode indicar tendência à polinização por grupos mais generalistas. Girão et al. (2007) comparando alguns fragmentos com interior de florestas verificaram que a melitofilia também foi considerada a síndrome mais frequente, no interior do remanescente entretanto, nos pequenos fragmentos houve um aumento na proporção de polinização por diversos pequenos insetos.

Na localidade da MC, o segundo menor fragmento encontrado, as síndromes de ornitofilia e miofilia estiveram ausentes, padrão também encontrado por Girão et al. (2007) comparando fragmentos com interior de florestas. A segunda síndrome mais comum nessa dissertação foi a polinização por diversos pequenos insetos, seguida pela alternância entre quiropterofilia e esfingofilia.

Importante confrontar a ausência de algumas síndromes como a psicofilia, miofilia e ornitofilia na localidade da MC, que é a segunda menor localidade em tamanho com o remanescente da USJ, segunda maior área, que foi o único remanescente com ocorrência de falenofilia. Tal situação aponta redução de grupos funcionais de polinizadores na MC e ocorrência de uma síndrome especializada representada pela falenofilia na USJ. A ausência de psicofilia e de miofilia na MC pode estar associada à escassez de fonte de alimento larval nessas localidades, para espécies fitófagas e saprófagas (Schweiger et al. 2007).

A redução desses grupos funcionais pode ser atribuída também ao efeito de borda, que interfere em interações como a polinização (Tabarelli et al. 2009). Além disso, o processo de urbanização e a utilização de recursos florestais pela população que vive no entorno de remanescentes, pode afetar a resiliência dessas florestas (Malta et al. 2012). A ausência de planejamento urbano, na maioria das cidades brasileiras, estimula o avanço da população sobre formações florestais o que dificulta à conservação até mesmo quando a área se encontra protegida por Lei (Cavalcante et al. 2010).

A análise de similaridade de Bray-Curtis apontou a MC como a localidade mais heterogênea no que se refere aos atributos florais, o que pode estar associado à DF dessa localidade ter sido a menor, quando comparada a dos demais remanescentes estudados. Além disso, tal remanescente é próximo a outros fragmentos não estudados nesse trabalho e pode apresentar maior similaridade com esses últimos, que com os presentes nesse estudo.

Em relação aos três remanescentes que são similares quanto aos atributos analisados, o JBR foi o menor e apresentou diversas espécies exóticas e cultivadas, a USJ foi o único remanescente ocorrente numa matriz de cana-de-açúcar e a EEC, a única Estação Ecológica desse estudo. Isso pode indicar que o status de conservação do fragmento e o enriquecimento de um fragmento com espécies exóticas e cultivadas podem influenciar na funcionalidade dos mesmos, uma vez que, espécies exóticas podem ocupar o espaço de uma espécie nativa.

5.2 Diversidade funcional

Apesar das diferenças de tamanho e de paisagem os índices de DF não apresentaram diferença significativa, ou seja, as localidades não diferem em relação a DF dos atributos funcionais reprodutivos. A localidade de maior índice de DF foi 2,41 na USJ e o menor, 1,82 na MC. O fato de as localidades não diferirem quanto a DF indica que as comunidades encontradas em pequenos e médios fragmentos são similares no que se refere à funcionalidade das espécies que possuem (Magnago et al. 2013). Além disso, pode-se inferir que essas espécies compartilham muitos dos traços funcionais florais analisados.

A ausência de diferenças na DF dos atributos funcionais das flores das áreas de estudo deste trabalho difere do encontrado por Magnago et al. (2013) que analisaram a DF de frutos de arbóreas de floresta Atlântica do sudeste a partir das métricas de equabilidade (regularidade na distribuição dos traços no espaço funcional) e divergência funcional (indica o quanto os traços funcionais são distintos no espaço funcional). Magnago et al. (2013) verificaram relação negativa entre equabilidade e divergência funcional com o tamanho da área. Entretanto as medidas de DF utilizadas pelos autores citados não correspondem às utilizadas nessa dissertação. Além disso, as áreas dos fragmentos utilizados nessa dissertação só incluem áreas de tamanhos pequeno e médio.

Para Magnago et al. (2013), a redução da equabilidade funcional indica irregularidade na distribuição dos traços funcionais. A diminuição da equabilidade pode indicar perda de grupos funcionais importantes como os zoocóricos (Magnago 2013). Redução da divergência funcional e na equabilidade funcional em fragmentos grandes sugere homogeneização de nicho e redundância funcional (Mouchet et al. 2010, Laliberté et al. 2010) e pressupõe competição entre as espécies. Magnago et al (2013) alertam que reduções no tamanho de fragmentos grandes, podem reduzir essa redundância funcional e consequentemente a resiliência. Elevada divergência funcional foi encontrada em pequenos fragmentos estudados por Magango et al (2013), ocorrendo o inverso nos fragmentos maiores, os mesmos autores sugerem que remanescentes pequenos apresentam redução da redundância funcional e da resiliência.

Segundo Tabarelli et al. (1999), o tamanho do fragmento é um dos principais determinantes das mudanças na composição lenhosa e na estrutura das guildas das espécies arbóreas e em fragmentos menores que 10 ha e que essa alteração não permitiria distinguir a flora desses remanescentes daquela presente nas suas bordas. Sendo assim, o JBR pode ser considerado uma borda e, embora apresente mais espécies que a MC que possui área maior, sua flora possui muitas espécies exóticas e invasoras.

Então poderiam ser atribuídas duas razões para essa DF ser similar para as localidades estudadas, uma baseada no estabelecimento de espécies invasoras em fragmentos pequenos (Tabarello et al. 1999) e outra de que a alteração da composição lenhosa dessas comunidades não parece ter efeitos sobre a DF dos atributos florais das arbóreas dessas assembleias.

Um fator que pode ter contribuído para a que a DF das localidades não tenha apresentado diferenças significativas, mesmo entre os fragmentos menores e médios é a elevada probabilidade dos primeiros incorporarem espécies exóticas ou invasoras na comunidade vegetal (Janzen 1986), uma vez que, essas espécies podem competir com as espécies nativas e substituí-las no que se refere a sua funcionalidade naquele ecossistema.

Além disso, a capacidade de rebrota de algumas espécies pode influenciar na abundância das mesmas (Zanini 2011). Nesse estudo algumas parcelas apresentaram elevada abundância de espécies como *Richeria grandis* e *Chamaecrista ensiformis* e muitas dessas eram oriundas de rebrote (Zanini 2011), sendo essa última polinizada por abelhas especializadas.

A proliferação de espécies pioneiras (ruderais) associada ao declínio das espécies tolerantes à sombra e à redução no tamanho das populações de polinizadores constituem processos relacionados com a fragmentação (Girão et al. 2007). Tais processos conduzem às mudanças em características reprodutivas, na DF e na abundância de árvores em fragmentos florestais (Girão et al. 2007).

Nessa dissertação também foram encontradas espécies de arbóreas ruderais (tolerantes ao sol), algumas delas apresentando atributos funcionais mais especializados como o pólen em *Senna macranthera* (Collad.) H.S.Irwin & Barneby (Leguminosae) que consiste numa recompensa destinada a abelhas adaptadas a processo de “*buzz pollination*” (ver Buchmann 1983).

Tabarelli et al. (1999) verificaram redução de espécies de algumas famílias como Lauraceae, Myrtaceae e Sapotaceae, que constituem importantes recursos para os frugívoros em fragmentos pequenos. Aqui nessa dissertação foi encontrada também uma diminuição de espécies de anteras com deiscência do tipo valvar resultante de redução de representantes da família Lauraceae.

Dois fragmentos pequenos (JBR e Curado) com área inferior a 50 ha, apresentaram índices de DF similares à fragmentos médios (MG, PEDI e USJ) por apresentarem áreas entre 100 e 500 ha. Magnago et al (2013) encontraram índices de DF distintos para fragmentos de tamanhos diferentes, entretanto consideraram uma influência menor do tamanho do fragmento sobre a DF. Eles perceberam que a redução de árvores de frutos grandes e pequenos em fragmentos menores foi contrabalanceada pelo aumento de árvores com frutos médios nessas áreas.

No que se refere a MG, em processo de regeneração natural entre 18 e 20 anos, seu índice de DF não difere significativamente dos demais remanescentes analisados. De acordo com Garcia et al. (2015) isso seria um indicativo de que a DF dos atributos florais dessa localidade se comporta como a DF dos atributos florais de uma floresta madura. Esses autores encontraram que a DF dos atributos florais de espécies arbóreas se recupera após vinte anos de restauração. Entretanto, o mesmo não ocorre no que se refere à redundância, uma vez que nem após 55 anos esse fator alcançou valores similares às da floresta de referência (remanescente mais maduro), ver Garcia (2015). A redundância indica que na ausência de uma espécie, exista outra para substituí-la aumentando assim a resiliência do ecossistema.

Em resumo, encontramos neste trabalho em todos os fragmentos analisados a predominância de flores pequenas, do tipo tubo e cores claras (branco, creme e verde),

similar ao encontrado por Garcia et al. (2015), que também verificaram que a DF das mesmas se apresentou inferior à esperada ao acaso e sugeriram a influência de fatores de filtragem resultando na convergência de traços florais das arbóreas da floresta estudada.

Para Garcia et al. (2015), flores do tipo estandarte foram consideradas traços indicadores de localidades com mais de 50 anos de regeneração. Nas localidades aqui estudadas, o tipo floral estandarte não foi predominante em qualquer um dos fragmentos, o que pode indicar corte seletivo das arbóreas que apresentam esse tipo floral, entretanto foi mais frequente no remanescente do PEDI, quando comparados às outras localidades o que pode ter contribuído para elevar a DF essa localidade.

O valor dos índices de diversidade dos remanescentes estudados está associado aos agrupamentos das localidades por atributos florais, o que sugere que os fragmentos apresentam caracteres florais que os distinguem em maior ou menor grau entre si. O estudo evidenciou que um dos remanescentes pequenos se distanciou dos demais no agrupamento de atributos, indicando que o mesmo retém menor diversidade de traços florais.

Segundo Magnago (2014) populações arbóreas de fragmentos pequenos podem ser sustentadas pela dispersão de sementes oriundas de remanescentes maiores, ou seja, na ausência de fragmentos maiores a diversidade funcional dos pequenos pode sofrer alteração. É importante frisar que pequenos fragmentos representam reservatórios importantes de espécies arbóreas e podem atuar na conexão entre paisagens retendo elevado valor de conservação (Arroyo-Rodriguez et al. 2009; Santos et al. 2010; Magnago, 2014).

Diante do elevado número de remanescentes de floresta Atlântica urbanos médios, pequenos, e em regeneração, da capacidade de retenção de espécies e da contribuição desses para os remanescentes próximos é necessário o desenvolvimento de pesquisas relacionadas à DF dos atributos florais para que se conheça funcionalidade de interações como a polinização. Pois tais estudos são ferramentas para o manejo e restauração desses remanescentes. Além disso, pequenos e médios fragmentos podem contribuir para a conectividade em nível de paisagem, no caso do desenvolvimento de corredores ecológicos favorecendo a dispersão de sementes para localidades. Essa conectividade pode ocorrer entre dois fragmentos desse estudo (MG e PEDI) separados por uma área em estágio inicial de sucessão, que foi incorporado recentemente ao PEDI.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de Mestrado à primeira autora e da bolsa de produtividade em pesquisa à última autora; ao Santuário dos Três Reinos pela permissão e apoio logístico para a realização do trabalho de campo na MG; à Dra Kelaine de Miranda Demétrio (UFPE) e a Marcos Antônio das Chagas pela ajuda no campo; ao Dr. Marcondes Oliveira (ITEP) pela identificação de diversas espécies e as curadoras dos Herbários UFP e PEUFR, bióloga Marlene Carvalho de Alencar Barbosa e Dra Maria Elizabeth Bandeira Pedrosa respectivamente, pelas autorizações de acesso aos acervos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves Junior, F.T., Brandão, C.F.L.S., Rocha, K.D., Silva, J.T., Maragon, L.C., Ferreira, R.L.C., 2007. Estrutura diamétrica e hipsométrica do componente arbóreo de um fragmento de Mata Atlântica, Recife-PE. *Cerne*, Lavras. 13 (1) 83–95.
- APG (Angiosperm Phylogeny Group) III., 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 161, 105-121.
- Araújo, J.L.O., Quirino, Z.G.M., Neto, P.C.G. Araújo, A.C., 2009. Síndromes de polinização ocorrentes em uma área de Mata Atlântica, Paraíba, Brasil. *Revista Biotemas*, 22 (4).
- Arroyo-Rodriguez, V., Pineda, E., Escobar, F., Benetiz-Malvido, J., 2009. Value of small patches in the conservation of plant-diversity in highly fragmented rainforest. *Conservation Biology* 23, 729-739.
- Ayres, M., Ayres, Jr., Ayres, D.L., Santos, A.S., 2007. Bioestat 5.0.: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. IDSM/MCT/CNPq, Belém.
- Barbosa, L.M., 2006. Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo: Matas Ciliares do Interior Paulista. São Paulo: Instituto de Botânica, 129.
- Bawa, K.S., 1980. Evolution e dioecy in flowering plants. *Annual Review in Ecology and Systematics*. 11, 15-39.
- Bawa, K.S., 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forest *Annual Review of Ecology and Systematics* 21, 399–422.

- Campanili, M., Prochnow, M., 2006. Mata Atlântica: uma rede pela floresta. Editora Globaltec Produções Gráficas. 332p. Brasília.
- Cavalcante, D.G., Pinheiro, E.S., Macedo, M.A., Martinot, J.F., Nascimento, A.Z.A. Marques, J.P.C., 2010. Análise da vulnerabilidade ambiental de um fragmento florestal urbano na Amazônia: Parque Estadual Sumaúma. *Sociedade e Natureza*. Uberlândia, 22 (2): 391-403.
- Cepan (Centro de pesquisas ambientais do nordeste). Guia de plantas. 2013. Disponível em <http://cepan.org.br/guia-plantas-detalle.php?id=75>. Consulta em: 12/04/2013.
- 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 07/06/2014.
- Endress, P.K., 1994. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Cambridge University Press, Cambridge.
- Espig, S.A. 2003. Distribuição de nutrientes em fragmento de Mata Atlântica em Pernambuco. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Faegri, K., Pijl, V., 1979. The principles of pollination ecology. 3. Ed. Pergamon Press. London.
- Filardi, F.L.R., Garcia, F.C.P., Okano, R.M.C., 2009. Caesalpinioideas (Leguminosae) lenhosas na Estação Ambiental de Volta Grande, Minas Gerais, Brasil. *Revista Árvore*, Viçosa, MG. 33 (6),1071-1084.
- Fukami, T., Bezemer, T.M., Mortimer, S.R., Putten, W.H., 2005. Species divergence and trait convergence in experimental plant community assembly. *Ecology Letters*. 8, 1283–1290.
- Garcia, L. C., Cianciaruso, M. V., Ribeiro, D. B. Santos, F. A. M., Rodrigues, R. R. 2015. Flower functional trait responses to restoration time. *Applied Vegetation Science* 18, 402-412.
- 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.

- Guariguata, M.R., Ostertag, R., 2001. Neotropical secondary succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology Management*. 148,185–206.
- Guedes, L.M.S., 1992. Estudo florístico e fitossociológico de um trecho da reserva ecológica da Mata de Dois Irmãos, Recife – Pernambuco. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Gehring J.L., Linhart, Y.B., 1993 Sexual dimorphisms and response to low resources in the dioecious Plant *Silene Latifolia* (Caryophyllaceae). *International Journal of Plant Sciences* 154, 152–162.
- Gower, J.C., 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics* 27(4), 857–871.
- Gurevit, J., Scheiner, S.M., Fox, G.A., 2006. The ecology of plants. 2ª Ed. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Sunderland, Massachusetts. USA. 574p.
- Hérault, B., 2007. Reconciling niche and neutrality through the emergent group approach. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. 9, 71–78.
- Oksanen, J., Guillaume Blanchet, F., Kindt, R., Legendre, P., Michin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G.L. Simpson, P.S., Henry, M. Stevens, H., Wagner, H., 2013. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.0-7. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Karasawa, M.M.G., Oliveira, G.C.X., Williams, J.H., Veasey, E.A., 2009a. Evolução das plantas com ênfase na forma de reprodução. 1–22p. In: Karasawa, M. M. G. (Org.). *Diversidade reprodutiva das plantas: uma perspectiva evolutiva e bases genéticas*. Editora SBG, Ribeirão Preto, São Paulo.
- Karasawa, M.M.G., Dornelas, M.C., Araújo, A.C.G., Oliveira, G.C.C., 2009b. *Biologia e genética dos sistemas reprodutivos*. 26-46p. In: Karasawa, M.M.G. (Org.). *Diversidade reprodutiva das plantas: uma perspectiva evolutiva e bases genéticas*. Editora SBG, Ribeirão Preto, São Paulo.
- Kembel, S.W., Cowan, P.D., Helmus, M.R., Cornwell, W.K., Morlon, H., Ackerly, D.D., Blomberg, S.P., Webb, C.O., 2010. Picante: R tools for integrating phylogenies and ecology. *Bioinformatics* 26,1463-1464.
- Leão, T., 2013. Guia fotográfico online de árvores nativas da Mata Atlântica no nordeste do Brasil. Disponível em: <https://www.flickr.com/groups/identificandoarvores/> Acesso em: 12/04/2013.

- Leite, I.R.M., 2005. Fenologia de Três Espécies de Palmae e Síndromes de Polinização em um Remanescente Urbano de Mata Atlântica – Recife-PE, Brasil, Tese de doutorado – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Machado, I.C., Lopes, A.V., 1998. A polinização biótica e seus mecanismos na Reserva Ecológica de Dois Irmãos: 173–195p. In: Machado, I.C., Lopes, A.V., Pôrto, K.C. (Orgs.). Reserva ecológica de Dois Irmãos: estudos em um remanescente de Mata Atlântica em Área Urbana (Recife-Pernambuco-Brasil). Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – SECTMA– Editora Universitária da UFPE.
- Machado, I.C., Lopes, A.V., 2004. Floral traits e pollination systems in the caatinga, a Brazilian tropical dry forest. *Annals of Botany* 94, 365–376.
- Magnago, L.F.S., Edwards, D.P., Edwards, F.A., Magrac, A., Martins, S.V., Laurance, W.F., 2014. Functional attributes change but functional richness is unchanged after fragmentation of Brazilian Atlantic forests. *Journal of Ecology*. 102, 475–485.
- Malta, J.A.O., Sousa, H.T.R., Melo e Souza, R., 2012. Fitogeografia e regeneração natural em florestas urbanas de São Cristóvão/SE-Brasil. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. 77, 48-62.
- Mouchet, M.A., Villegger, S., Mason, N.W.H., Mouillot, D., 2010. Functional diversity measures: an overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. *Functional Ecology*. 24, 867–876.
- Oliveira, M.A., Grilo, A.S., Tabarelli, M., 2004. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages. *Oryx*. 38, 389–394.
- Pessoa, L.M., Pinheiro, T.S., Alves, M.C.J.L., Pimentel, R.M.M., Zickel, C.S. 2009. Flora lenhosa em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco. *Revista de Geografia*. Recife: UFPE – DCG/NAPA. 26 (3), 247–262.
- Petchey, O.L., Gaston, K.J., 2002. Functional diversity (FD), species richness and community composition. *Ecology Letters, Oxford*. 5(3), 402–411.
- Petchey, O.L., Gaston, K.J., 2006. Functional diversity: back to basics and looking Forward. *Ecology Letters*. 9, 741–758.
- Prado-Júnior, J.A., 2012. Traços funcionais como preditores da similaridade funcional entre sub-bosques de florestas estacionais semidecíduais: subsídios para a conservação destes ecossistemas. 84f. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

- Primer, 2015. Primer-e: Multivariaty Statistics for Ecologists. Disponível em: <http://www.primer-e.com/>. Acesso em: 07/2015.
- Proctor, M., Yeo, P., Lack, A., 1996. The natural history of pollination. London: Harper Collins Publishers. 479p.
- Ramirez, N., Gil, C., Hokche, O., Seres, A., Britto, Y., 1989. Biologia floral de una comunidade arbustiva tropical en la Guayanna venezollana. *Annals of the Missouri Botany Garden*. 77, 1260–1271.
- Ranta P., Blom T., Niemala J., Joensuu, E., Siitonen, M., 1998. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. *Biodiversity and Conservation* 7, 385–403.
- R Development Core Team, 2013. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: <http://www.R-project.org>. (Acesso em: 07/06/2013).
- Recife 2013, Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/pr/secplanejamento/inforec/>. Acesso em: 07/06/2013.
- Rocha, K.D., Chaves, L.F.C., Maragon, L.C., Lins e Silva, A.C.B., 2008. Characterization of adult arboreous vegetation in a fragment of Atlantic Rainforest, Igarassu-PE. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 3(1), 35–41.
- Santos, B.A., Arroyo-Rodriguez, V., Moreno, C.E., Tabarelli, M., (2010). Edge-related loss of tree phylogenetic diversity in the severely fragmented Brazilian Atlantic Forest. *Plos One*. 5(9).
- Sargent, R.D., Arckerly, D.D., 2008. Plant-pollinator interactions, and the assembly of communities. *Trends in ecology e evolution*. 23, 123-130.
- Silva, J.M.C., Casteleti, C.H.M., 2005. Estado da biodiversidade da Mata Atlântica brasileira, In: Galindo-Leal, C., Câmara, I.G. (Eds.), *Mata Atlântica, biodiversidade, ameaças e perspectivas*, Fundação SOS Mata Atlântica Conservação Internacional, Belo Horizonte, 43–59p.
- Schweiger, O., Musche, M., Bailey, D., Billeter, R., Diekotter, Hendrickx, F., Herzog, F., Liira, J., Maelfait, J., Speelmans, M., Dziock, F., 2007. Functional richness of local hoverfly communities (Diptera, Syrphidae) in response to land use across temperate Europe. *Oikos*. 116,461–72.
- Tabarelli, M., Mantovani, W., Peres, C.A., 1999. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. *Biological Conservation*. (91), 119-127.

- Tabarelli, M., Pinto, S.R., Leal, I.R. 2009., Floresta Atlântica Nordeste: fragmentação, degeneração e perda de biodiversidade. *Ciência Hoje*. 44 (263), 36–41.
- Tabarelli, M., Santos, A.B., Arroyo-Rodriguez, V., Melo, L.P.F., 2012. Secondary forests as biodiversity repositories in human-modified landscapes: insight from the Neotropics. *Boletim do Museu Paranaense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*. 7 (3), 319–328.
- Tscharntke T, Sekercioglu, C.H., Dietsch T.V., Sodhi, N.S., Hoehn, P., Tylianakis, J.M., 2008. Landscape constraints on functional diversity of birds and insects in tropical agroecosystems. *Ecology*. 89, 944–51.
- Veloso, H.P., 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro. IBGE. 124p.
- Walker, B.H., 1995. Conserving biological diversity through ecosystem resilience. *Conservation Biology*. 9,747–752.
- Willmer, P., 2011. Pollination and floral ecology. Princeton. University Press. New Jersey, 828p.
- Winfree, R., Bartomeus, I., Cariveau, D.P., 2011. Native pollinators in anthropogenic habitats. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 42,1–22.
- Zanini, K.J., 2011. Dinâmica da regeneração da Mata Atlântica: análise funcional da composição de espécies vegetais em diferentes estágios sucessionais. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 86p.

Tabela 1. Atributos florais e reprodutivos de árvores e síndromes de polinização com as respectivas classificações utilizadas nesse estudo. Os atributos florais analisados foram: dimensões, cor, simetria, deiscência de anteras, unidade de polinização, recursos, tipo floral e sistemas sexuais. Para a morfometria floral, dimensão das flores utilizou-se duas medidas: diâmetro, para flores ou unidades ecológicas de polinização “blossoms” (sensu FAEGRI & PIJL, 1979) do tipo disco e comprimento total da flor para os demais tipos florais. ^aConforme classificação de FAEGRI e PIJL, 1979, ^bMACHADO e LOPES, 2004, ENDRESS 1994, PROCTOR, 1996. ^cGUREVIT 2006, KARASAWA 2009. ^dRAMIREZ, 1989.

Atributos florais e reprodutivos e síndromes de polinização	Classificação
Tipo floral ^a	Tubo, disco, estandarte, pincel, campânula, goela, funil e inconspícuo.
Recurso floral ^b	Pólen, néctar, pólen/néctar, óleo, resina.
Cor da corola ^b	Branca, vermelha, verde, creme, amarela, laranja, lilás, azul, rosa e laranja.
Simetria	Actinomorfa, zigomorfa ou assimétrica.
Deiscência da antera	Rimosa, poricida ou valvar.
Período de antese ^a	Diurna, noturna.
Perfume	Presença ou ausência.
Tamanho floral ^b	Inconspícuas (≤ 4 mm), pequenas (> 4 e ≤ 10 mm), médias (> 10 e ≤ 20 mm), grandes (> 20 e ≤ 30 mm), muito grandes (> 30 mm).
Sistema sexual ^c	Monóico, dióico e fenótipos intermediários.
Expressão sexual ^c	Hermafrodita ou unissexual
Unidade de polinização ^d	Individual (flor), intermediária (flores e inflorescências) e coletivista (inflorescência).
Síndromes de polinização ^a	Melitofilia, ornitofilia, cantarofilia, falenofilia, esfingofilia, quiropterofilia, psicofilia, miofilia, ambofilia, anemofilia, hidrofilia.

Tabela 2. Remanescentes urbanos de floresta Atlântica nordestina analisados, valores de diversidade funcional (DF) e número de espécies por localidade. MG (Mata da Guabiraba). PEDI (Parque Estadual Dois Irmãos), MC (Mata do Curado), USJ (Usina São José), JBR (Jardim Botânico do Recife).

Remanescente	DF	Nº Espécies
MG	2,21	53
PEDI	2,34	48
MC	1,82	31
USJ	2,41	59
JBR	2,27	45

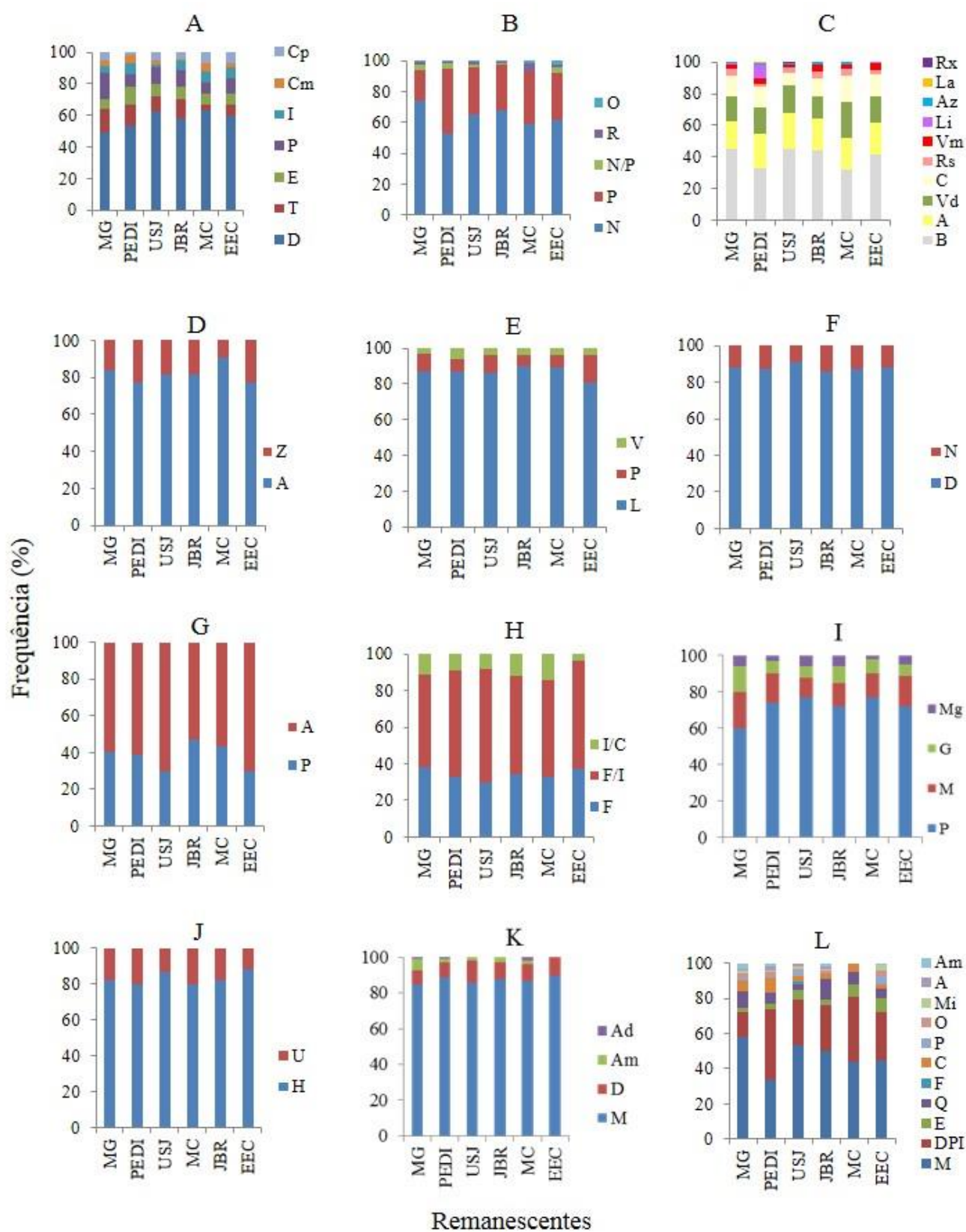


Figura 1. Frequência dos atributos florais e síndromes de polinização dos remanescentes urbanos da Região Metropolitana do Recife: MG – Mata da Guabiraba; PEDI – Parque Estadual Dois Irmãos; USJ – Usina São José; MC – Mata do Curado; JBR – Jardim Botânico do Recife; EEC – Estação Ecológica de Caetés. A) Tipos florais: Cp (campânula), Cm (MARTINI), I (inconspícuo), P (pínel), E (estandarte), T (tubo), D (disco); B) Recurso floral: O (óleo), R (resina), N/P (néctar/pólen), P (pólen), N (néctar); C) Cor: Rx (Roxo), L (laranja), Az (azul), Li (lilás), Vm (vermelho), R (rosa), C (creme), Vd (verde), A (amarelo), B (branco); D) Simetria: Z (zigomorfa), A (actinomorfa); E) Abertura de antera: V (valvar), P (poricida), L (longitudinal); F) Antese: N (noturna), D (diurna); G) Presença de odor: A (ausente), P (presente); H) Unidade de polinização: I/C (inflorescência/coletiva), I/F (inflorescência/flor), F (flor); I) Tamanho: Mg (muito grande), G (grande), M (médio), P (pequeno); J) Expressão sexual: U (unissexual), H (hermafrodita); K) Sistema sexual: Ad (androdióico), Am (andromonóico), D (dióico), M (monóico); L) Síndromes de polinização: Am (ambofilia), A (anemofilia), Mi (miiofilia), O (ornitofilia), P (psicofilia), C (cantarofilia), F (falenofilia), Q (quiropterofilia), E (esfingofilia), DPI (diversos pequenos insetos), M (melitofilia).

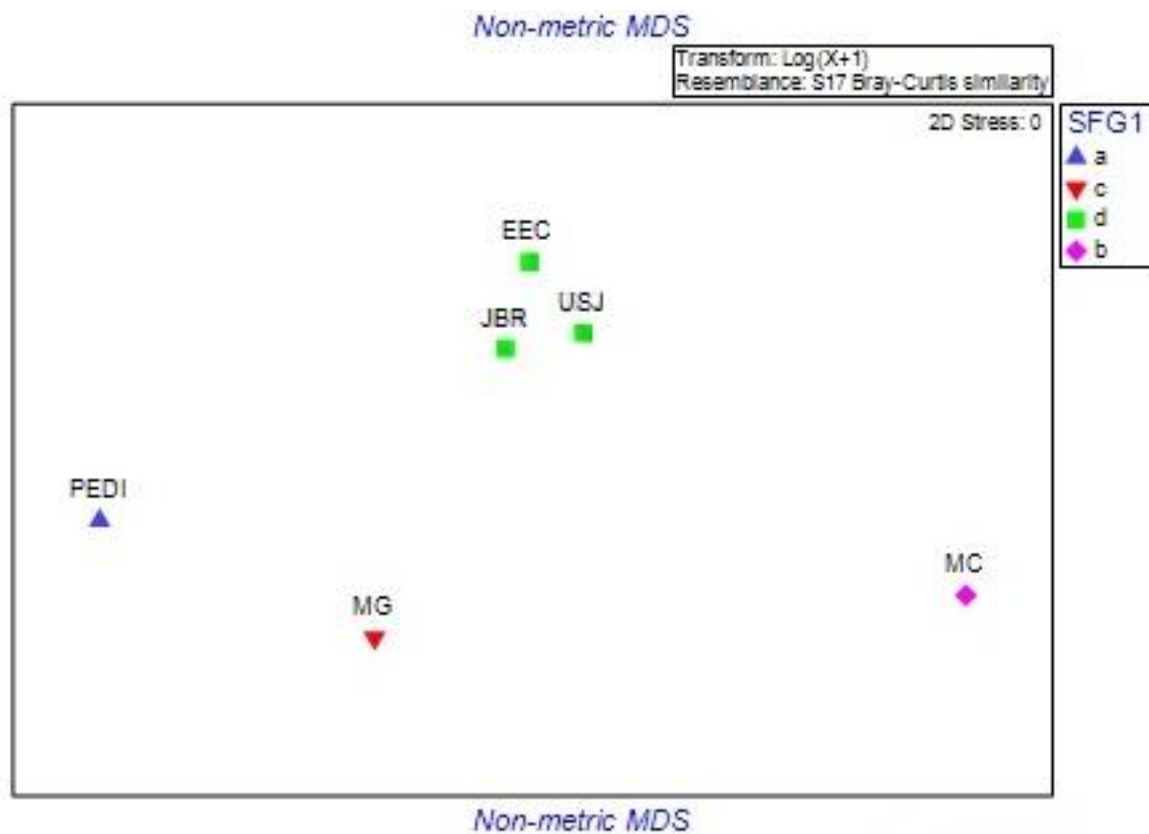


Figura 2. Análise de NMDS a partir dos dados de frequência dos atributos florais e síndromes de polinização entre os remanescentes urbanos da Região Metropolitana do Recife. PEDI) Parque Estadual Dois Irmãos; MG) Mata da Guabiraba; MC) Mata do Curado; EEC) Estação Ecológica Caetés; JBR) Jardim Botânico do Recife; USJ) Usina São José.

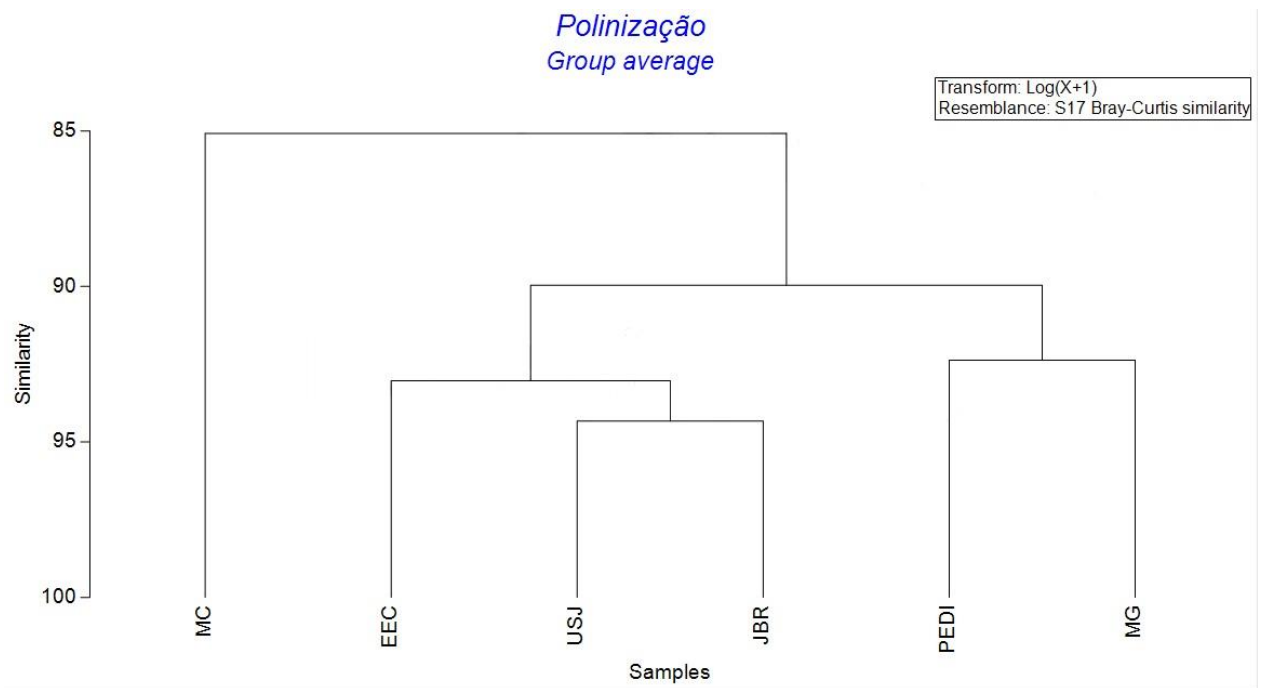


Figura 3. Análise de agrupamento (Cluster) a partir dos dados de frequência dos atributos florais e síndromes de polinização entre os remanescentes urbanos da Região Metropolitana do Recife. MC) Mata do Curado; EEC) Estação Ecológica Caetés; USJ) Usina São José; JBR) Jardim Botânico do Recife; PEDI) Parque Estadual Dois Irmãos; MG) Mata da Guabiraba.

Apêndice 1. Espécies coletadas no remanescente da Mata da Guabiraba, Recife-PE.
ARB (Arbóreo), ABT (Arbusto), L (Liana), H (herbácea) e E (Epífita).

Família/Espécie	Hábito
Acanthaceae	
<i>Ruellia cearensis</i> Lindau	H
Aliaceae	
<i>Notocordum</i> sp	H
Amaryllidaceae	
<i>Hippeastrum stylosum</i> Herb.	H
Anacardiaceae	
<i>Anacardium occidentale</i> L.	ARB
<i>Mangifera indica</i> L.	ARB
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	ARB
<i>Spondias mombin</i> L.	ARB
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	ARB
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	ARB
Annonaceae	
<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> Sprague & Sandwith	ARB
<i>Annona montana</i> Macfad.	ARB
<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	ARB
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	ARB
Apocynaceae	
<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	ARB
<i>Mandevilla hirsuta</i> (A. Rich.) K. Schum.	ABT
<i>Tabernaemontana flavicans</i> Roem. & Schult.	ARB
<i>Tabernaemontana</i> sp.	ABT
Apocynaceae sp1	L
Araceae	
<i>Anthurium gracile</i> (Rudge) Lindl.	E
<i>Philodendrum rudgeanum</i> Schott	H
Arecaceae	
<i>Attalea</i> sp.	ARB
Araliaceae	ARB

<i>Schefflera morototoni</i> Aubl.	ARB
Compositae	
<i>Lantana camara</i> L	H
<i>Lippia alba</i> (Mill.) Britton & P.Wilson	H
<i>Mikania argyreia</i> DC.	H
<i>Bidens</i> sp.	H
Bignoniaceae	
<i>Adenocalymma comosum</i> (Cham.) DC.	L
<i>Fridericia dispar</i> L.G.Lohmann	L
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	ARB
<i>Lundia cordata</i> (Vell.) DC.	L
Boraginaceae	
<i>Cordia nodosa</i> Lam.	ARB
<i>Cordia superba</i> Cham.	ARB
Bromeliaceae	
<i>Aechmea muricata</i> (Arruda) L.B.Sm.	H
<i>Aechmea mertensii</i> (G.Mey.) Schult. & Schult.f.	E
<i>Cryptanthus zonatus</i> (Vis.) Beer	H
<i>Tillandsia bulbosa</i> Hook.	E
<i>Hohenbergia blanchetii</i> Baker	H
Burmaniaceae	
<i>Apteria aphylla</i> Small	H
Campanulaceae	
<i>Centropogon cornutus</i> (L.) Druce	ABT
Cannabaceae	
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	ARB
Celastraceae	
<i>Maytenus distichophylla</i> Mart.	ARB
Chrysobalanaceae	
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	ARB
Ciclantaceae	
<i>Asplundia</i> sp.	H
Clusiaceae	

<i>Clusia nemorosa</i> G. Mey.	ARB
Connaraceae	
<i>Connarus blanchetii</i> Planch	L
Convolvulaceae	
<i>Bonamia maripoides</i> Hallier f.	L
<i>Evolvulus</i> sp.	H
<i>Merremia macrocalyx</i> (Ruiz & Pav.) O'Donell	L
Costaceae	
<i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Roscoe	H
Dilleniaceae	
<i>Davilla rugosa</i> Poir.	L
<i>Doliocarpus dentatus</i> (Aubl.) Standl	L
Elaeocarpaceae	
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	ARB
Erythroxylaceae	
<i>Erythroxylum mucronatum</i> Benth.	ARB
Euphorbiaceae	
<i>Chaetocarpus myrsinites</i> Baill	ARB
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	ARB
<i>Mabea occidentalis</i> Benth.	ARB
<i>Sapium argutum</i> (Müll.Arg.) Huber	ARB
Gentianaceae	
<i>Chelonanthus alatus</i> Aubl.	H
<i>Coutobea spicata</i> Aubl.	H
<i>Voyria aphylla</i> (Jacq.) Pers.	H
Heliconiaceae	
<i>Heliconia psittacorum</i> L.F	H
Hypericaceae	
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	ARB
Lacistemataceae	
<i>Lacistema robustum</i> (PJ Bergius) Rusby	ARB
Lauraceae	
<i>Ocotea gardnerii</i> (Meisn.) Mez.	ARB

<i>Ocotea limae</i> Vattimo	ARB
<i>Persea americana</i> Mill.	ARB
Lecythidaceae	
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart.	ARB
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	ARB
Leguminosae	
<i>Abarema cochliocarpos</i> (Gomes) Barneby &	ARB
JWGrimes	
<i>Albizia pedicellaris</i> (Dc.) L.Rico	ARB
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	ARB
<i>Centrosema</i> sp.	L
<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) Irwin & Barneby	ARB
<i>Clitoria</i> sp	L
<i>Dioclea violacea</i> Benth.	L
<i>Dioclea virgata</i> (Rich.) Amshoff.	L
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	ARB
<i>Hymenaea rubriflora</i> Ducke	ARB
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	ARB
<i>Pterodon emarginatus</i> VOGEL	ARB
<i>Inga ruiziana</i> G.Don	ARB
<i>Inga cayennensis</i> Benth.	ARB
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	ARB
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	ARB
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	ARB
<i>Senna quinquangulata</i> (Rich.) HS Irwin & Barneby	ARB
<i>Serianthes grandiflora</i> Benth.	ARB
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	ARB
<i>Stylosanthes</i> sp.	L
Lentibulariaceae	
<i>Utricularia gibba</i> L.	H
Loganiaceae	
<i>Spigelia</i> sp	H
Loranthaceae	

<i>Psittacanthus calyculatus</i> (DC.) G. Don	E
Malpighiaceae	
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	ARB
<i>Stigmaphyllon blanchetii</i> C.E. Anderson	L
Malvaceae	
<i>Apeiba albiflora</i> Ducke	ARB
<i>Luehea ochrophylla</i> Mart	ARB
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	ARB
<i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav	H
Maranthaceae	
<i>Calathea brasiliensis</i> Körn.	H
<i>Calathea</i> sp.	H
<i>Stromanthe thalia</i> (Vell.)	H
Melastomataceae	
<i>Clidemia capitellata</i> (Bonpl.) D. Don	H
<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	H
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	ARB
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	ARB
<i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.	ABT
<i>Miconia hypoleuca</i> (Benth.) Triana	ARB
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	ARB
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	ABT
Moraceae	
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	ARB
Myrtaceae	
<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	ARB
<i>Eugenia florida</i> DC	ABT
<i>Myrcia racemosa</i> (O.Berg) Kiaersk	ARB
<i>Psidium guineense</i> Sw.	ARB
Myrtaceae	ARB
Nyctaginaceae	
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	ARB
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	ARB

Ochnaceae	
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	ARB
Orchidaceae	
<i>Dichaea panamensis</i> Lindl.	H
<i>Epidendrum latilabre</i> Lindl.	H
<i>Epidendrum rigidum</i> Jacq.	H
<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl	H
<i>Polystachya estrellensis</i> Rchb.f.	H
<i>Rodriguezia bahiensis</i> Rchb.f.	E
Passifloraceae	
<i>Passiflora alata</i> Curtis	L
Peraceae	
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp.	ARB
Phyllantaceae	
<i>Richeria grandis</i> Vahl	ARB
Piperaceae	
<i>Piper aduncum</i> Linn.	ABT
<i>Piper caldense</i> C. DC.	ABT
<i>Piper marginatum</i> Jacq.	ABT
<i>Piper</i> sp	ABT
Poaceae	
<i>Ichnanthus bambusiflorus</i> (Trin.) Döll	H
Polygalaceae	
<i>Polygala</i> sp.	H
Polygonaceae	
Primulaceae	
<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	ARB
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	ARB
<i>Coccoloba ochreolata</i> Wedd.	ARB
Rubiaceae	
<i>Alseis pickelii</i> Pilg. & Schmale	ARB
<i>Coccocypselum pulchellum</i> Cham.	H
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum	ARB

<i>Palicourea crocea</i> (SW.) Roem. & Schult	ABT
<i>Posoqueria longiflora</i> Aubl.	ABT
<i>Psychotria hoffmannseggiana</i> (Willd.) Müll.Arg.	ABT
<i>Psychotria bracteocardia</i> (DC.) Müll.Arg.	ABT
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	ARB
<i>Psychotria</i> sp.	ABT
<i>Richardia</i> sp.	
<i>Sabicea grisea</i> Cham. & Schltdl.	H
<i>Salzmannia nitida</i> DC.	H
<i>Spermacoce verticillata</i> L.	H
Rutaceae	
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	ARB
Rutaceae sp1	ARB
Rutaceae sp2	ARB
Salicaceae	
<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	ARB
<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	ARB
Sapindaceae	
<i>Serjania salzmänniana</i> Schltdl.	L
<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk	ARB
<i>Paullinia racemosa</i> Wawra	L
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., A.Juss. & Cambess.)	ARB
Radlk.	
Sapotaceae	
<i>Pradosia lactescens</i> (Vell.) Radlk.	ARB
<i>Chrysophyllum splendens</i> Spreng.	ARB
Schoepfiaceae	
<i>Schoepfia brasiliensis</i> A.DC.	ARB
Simaroubaceae	
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	ARB
Smilacaceae	
<i>Smilax siphilitica</i> Humb. & Bonpl.	L
Solanaceae	

<i>Solanum paludosum</i> Moric.	H
<i>Solanum asperum</i> Rich.	H
<i>Solanum stramoniiifolium</i> Jacq.	H
Turneraceae	
<i>Turnera subulata</i> Sm.	H
Urticaceae	
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	ARB
Verbenaceae	
<i>Aegiphyla</i> sp.	H
Violaceae	
<i>Paypayrola blanchetiana</i> Tul.	ARB
Vitaceae	
<i>Cissus erosa</i> Rich.	L
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & CE Jarvis	L
Vochysiaceae	
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	ARB



INSTRUCTIONS TO AUTHORS

- [Scope](#)
- [Preparation of manuscripts](#)
- [Instructions to the Authors](#)

ISSN 1806-9959 *versión online*

Scope

The **Brazilian Journal of Botany** is a periodical published by the Sociedade Botânica de São Paulo - SBSP reporting the results of original botanical research written in **English**.

Preparation of manuscripts

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication in any other journal; that its publication has been approved by all of the co-authors, if any, as well as by the responsible authorities - tacitly or explicitly - at the institute where the work was carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation. Authors are responsible for all the informations contained in their papers.

The complete manuscript (including figures and tables) must be sent to the Editor-in-Chief online (<http://submission.scielo.br/index.php/rbb/index>). All manuscripts are peer-reviewed, and their acceptance depends on the decision of the Editorial Board. Manuscripts should only contain information essential to understanding their content. Articles longer than 15 printed pages (approximately 30 typed pages, including figures and tables) may be published at the discretion of the Editorial Board, **although the author(s) will be charged for extra pages. The costs of color figures in the printed version, if approved by the Editorial Board, will also be charged to the author(s).** Colour art is free of charge for online publications. Scientific notes should represent original contributions to scientific research. Instructions for organizing scientific notes are the same as described for complete articles; they should not exceed 10 typed pages including up to three figures

or tables. Review papers can be solicited by the Editorial Board.

Instructions to the Authors

The Brazilian Journal of Botany (BrazJBot) is a periodical published by the Sociedade Botânica de São Paulo (SBSP) reporting the results of original botanical research as complete articles or scientific notes in English. Either British English or American English spelling and terminology may be used, but must be consistent throughout the text.

Manuscripts should be double-spaced throughout, with consecutive page numbering. Use Word for Windows 2000 (or later versions), font Times New Roman, size 12. Place only one space between words and do not hyphenate them at the end of a line. Do not use tabulation (Tab key) except at the beginning of each paragraph. Do not use bold or underline (except in subtitles). Restrict italics to scientific names, descriptions or diagnosis of new taxa, the names and numbers of collectors, and for genetic or statistical symbols.

Manuscript format

First page - Title: concise and informative (in bold); authors' full names (**in capital letters**); affiliation, complete address, corresponding author and respective e-mail, all as footnotes; running title.

Second page - ABSTRACT (include title), Key words (up to 5, in alphabetical order without repeating any title words).

Text - Start a new page each according to the following sequence of items: **INTRODUCTION, MATERIAL AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION,** and **REFERENCES**. Acknowledgements should be placed before the references.

First-level headings - capitalize the first letter, bold, not centered.

Second-level headings- italic, bold, same font as the first-level heading, followed by the text on the same line but separated by dash (-).

Do not use third-level headings.

Cite each figure and table in the text in numerical order.

Present references according to the following examples: Smith (1960) or (Smith 1960); Smith (1960, 1973); Smith (1960a, b); Smith & GOMEZ (1979) or (Smith & GOMEZ 1979); Smith et al. (1990) or (Smith et al. 1990); (Smith 1989, Liu & Barros 1993, Araujo et al. 1996, Sanches 1997).

In taxonomic papers, cite botanical material in detail in the following sequence: place and date of collection, collector's name and number, and herbarium abbreviation, according to the samples below: BRAZIL. Mato Grosso: Xavantina, s.d., *HS Irwin s.n.* (HB3689). São Paulo: Amparo, 23-

XII-1942, *JR Kuhlmann & ER Menezes* 290 (SP); Matão, BR 156, 8-VI-1961, *G Eiten et al.* 2215 (SP, US).

All other papers should cite vouchers.

Authors of scientific names of vascular plants should be abbreviated according to IPNI (<http://www.ipni.org/ipni/plantnamesearchpage.do>). Species author(s) name(s) should be included when first mentioned in the text; in the title only when essential. Abbreviations of original works on taxonomy must follow BPH.

References to unpublished results or submitted papers should appear as follows: (SE Sanchez, unpublished data).

Provide numbers and units as follows:

- Numbers up to nine should be written in full, except if followed by units, or if indicating tables or figures (Examples: 21 L, 20.32 mg, Table 1).

- Separate units from values by placing a space (except for percentages, or geographical degrees, minutes and seconds); use abbreviations whenever possible.

- For compound units, use exponentiation, not slash (Example: mg day⁻¹ instead of mg/day, $\mu\text{mol min}^{-1}$ instead of $\mu\text{mol/min}$).

Do not insert spaces to move to the next line if the unit does not fit into the same line. **Do not insert figures into the text file.**

References

Adopt the format used in the examples as follows:

Zar JH. 1999. Biostatistical analysis. 4th ed., Prentice Hall, Upper Saddle River.

Yen AC, Olmstead RG. 2000. Phylogenetic analysis of *Carex* (Cyperaceae): generic and subgeneric relationships based on chloroplast DNA. *In* Monocots: systematics and evolution (KL Wilson, DA Morrison, eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, p.602-609.

Bentham G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. *In* Flora brasiliensis (CFP Martius, AG Eichler, eds.). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

Döbereiner J. 1998. Função da fixação de nitrogênio em plantas não leguminosas e sua importância no ecossistema brasileiro. *In* Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros (S Watanabe, coord.). Aciesp, São Paulo, v.3, p.1-6.

Farrar JF, POLLOCK CJ, Gallagher JA. 2000. Sucrose and the integration of metabolism in vascular plants. *Plant Science* 154:1-11.

Punt W, Blackmore S, Nilsson S, Le Thomas A. 1999. Glossary of pollen and spore

terminology. <http://www.biol.ruu.nl/~palaeo/glossary/glosint.htm> (accessed 2003 Apr 10).

Cite dissertations or theses **only in exceptional cases**, when the information provided is essential for a better understanding of the paper, and when the information has not been published as a scientific paper. In this case, use the format below:

Sano PT. 1999. Revisão de *Actinocephalus* (Koern.) Sano - Eriocaulaceae. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Do not cite meeting abstracts.

Tables

Use Word for Windows design resources and table formatting.

Avoid abbreviations (except for units).

Tables should be placed on separate pages, with their titles positioned above them, according to the example:

Table 1. Total flavonoids and total phenol production (% of dry mass) in leaves of *Pyrostegia venusta*.

Do not insert vertical lines; use horizontal lines only to stress the header and close the table.

Figures

Submit **a set of high-resolution original figures. Send digital images with a minimum of 300 dpi. Send the original file (in a CorelDraw, Photoshop, or similar format) as well as a .tif file of each digital image.** The space available for plates (photographs, drawings, charts, maps, or diagrams) is 23.0 × 17.5 cm at most, including when possible the space required for the legend. Any figure exceeding these dimensions will be resized. These should never be attached to MS Word or Power Point files. Charts or other figures may be reduced to fit into a single column (8.5 cm); therefore, be sure that the numbers or font sizes will remain visible even after reduction. The font type and size of both the legends and charts should be the same as used in the text. Charts and figures made using Excel spreadsheets must be accompanied by the file with the original sheet. Each plate must appear on a separate page. Type all figure legends together (numbered sequentially) on another page. Use bar scales to indicate size. Bar scales should be placed at the bottom of the page on the left hand side. The right hand side should contain the figure number. Avoid the use of letters that are used for internal legends. Failure to correctly follow these instructions concerning illustrations may result in poor quality figures in the printed version; in such cases, the Editorial Board can decide on their elimination or the rejection of manuscripts already accepted. Each figure should have a concise caption accurately describing what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.

Permission

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both printed and online formats, and to include evidence that such permission was granted when submitting their papers. Any material received without these qualifications will be assumed to be original.

Additional information

Details of manuscript organization can be found in the final pages of every journal issue. For further information, refer to the journal's latest issue. The authors will only be informed of the final acceptance of a paper after its approval by the Editorial Board, both in terms of scientific merit and graphic format. For further information please contact us: brazjbot@gmail.com

[[Home](#)] [[About the journal](#)] [[Editorial board](#)] [[Subscriptions](#)]



All the content of the journal, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons License

Sociedade Botânica de São Paulo
Caixa Postal 57088, CEP 04089-972
São Paulo, SP - Brazil
Tel.: +55 (11) 5067-6059



rbbot@ig.com.br



FLORA

Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants

AUTHOR INFORMATION PACK

TABLE OF CONTENTS

• Description	p.1
• Audience	p.1
• Impact Factor	p.1
• Abstracting and Indexing	p.2
• Editorial Board	p.2
• Guide for Authors	p.4



ISSN: 0367-2530

DESCRIPTION

FLORA is the scientific botanical journal with the longest uninterrupted publication sequence (since 1818). Manuscripts will be considered for publication dealing with plant structure (morphology and anatomy), plant distribution (incl. phylogeography) and plant functional ecology (ecophysiology, population ecology and population genetics, organismic interactions, community ecology, ecosystem ecology).

Manuscripts will be considered if they appeal a broad scientific readership. Manuscripts focused on floristics and vegetation science will only be considered if they exceed the pure descriptive approach and have relevance for interpreting plant morphology, distribution or ecology. Manuscripts whose content is restricted to purely systematic and nomenclature matters, to geobotanical aspects of only local interest, to pure applications in agri-, horti- or silviculture and pharmacology, and experimental studies dealing exclusively with investigations at the cellular and subcellular level will not be accepted. Manuscripts dealing with comparative and evolutionary aspects of morphology, anatomy and development are welcome.

AUDIENCE

Botanists, ecologists, ecophysiolegists, specialists in vegetation science, vegetation ecology, plant geography, conservation biology, plant morphologists

IMPACT FACTOR

2013: 1.462 © Thomson Reuters Journal Citation Reports 2014

GUIDE FOR AUTHORS

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Conflict of interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>. Further information and an example of a Conflict of Interest form can be found at: http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/286/p/7923.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service CrossCheck <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

Changes to authorship

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts:

Before the accepted manuscript is published in an online issue: Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed.

After the accepted manuscript is published in an online issue: Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

Copyright

This journal offers authors a choice in publishing their research: Open access and Subscription.

For subscription articles

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright, see <http://www.elsevier.com/copyright>). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <http://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <http://www.elsevier.com/permissions>.

For open access articles

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' (for more information see <http://www.elsevier.com/OAauthoragreement>). Permitted reuse of open access articles is determined by the author's choice of user license (see <http://www.elsevier.com/openaccesslicenses>).

Retained author rights

As an author you (or your employer or institution) retain certain rights. For more information on author rights for:

Subscription articles please see <http://www.elsevier.com/journal-authors/author-rights-and-responsibilities>.

Open access articles please see <http://www.elsevier.com/OAauthoragreement>.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, 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>.

Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse
- An open access publication fee is payable by authors or their research funder

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our access programs (<http://www.elsevier.com/access>)
- No open access publication fee

All articles published open access will be immediately and permanently free for everyone to read and download. Permitted reuse is defined by your choice of one of the following Creative Commons user licenses:

Creative Commons Attribution (CC BY): lets others distribute and copy the article, to create extracts, abstracts, and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), to include in a collective work (such as an anthology), to text or data mine the article, even for commercial purposes, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, and do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike (CC BY-NC-SA): for non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, to create extracts, abstracts and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), to include in a collective work (such as an anthology), to text and data mine the article, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation, and license their new adaptations or creations under identical terms (CC BY-NC-SA).

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND): for non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

To provide open access, this journal has a publication fee which needs to be met by the authors or their research funders for each article published open access.

Your publication choice will have no effect on the peer review process or acceptance of submitted articles.

The open access publication fee for this journal is **\$1500**, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <http://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/languageediting/>) or visit our customer support site (<http://support.elsevier.com>) for more information.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Submit your article

Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/flora>.

Referees

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. For more details, visit our [Support site](#). Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

PREPARATION

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Number pages and lines consecutively throughout the manuscript.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Theory/calculation

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

- **Author names and affiliations.** Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that phone numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address. Contact details must be kept up to date by the corresponding author.**

- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. See <http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples.

Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements: [Illustration Service](#).

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using British spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Database linking

Elsevier encourages authors to connect articles with external databases, giving their readers one-click access to relevant databases that help to build a better understanding of the described research. Please refer to relevant database identifiers using the following format in your article: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN). See <http://www.elsevier.com/databaselinking> for more information and a full list of supported databases.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the printed version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications that can arise by converting color figures to 'gray scale' (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition usable black and white versions of all the color illustrations.

Illustration services

Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/illustrationservices>) offers Illustration Services to authors preparing to submit a manuscript but concerned about the quality of the images accompanying their article. Elsevier's expert illustrators can produce scientific, technical and medical-style images, as well as a full range of charts, tables and graphs. Image 'polishing' is also available, where our illustrators take your image(s) and improve them to a professional standard. Please visit the website to find out more.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure, and add them at the very end of the manuscript file. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication and a copy of the title page of the relevant article must be submitted.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) have recently shown'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the List of Title Word Abbreviations: <http://www.issn.org/services/online-services/access-to-the-ltwa/>.

Video data

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 50 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary data

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please provide the data in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Data deposit and linking

Elsevier encourages authors to deposit raw data sets underpinning their research publication in data repositories, and to enable interlinking of articles and data. Please visit <http://www.elsevier.com/databaselinking> for more information on depositing and linking your data with a supported data repository.

The journal *FLORA* requires authors to deposit the data associated with accepted papers in a public archive. For gene sequence data and phylogenetic trees, deposition in GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>) or TreeBASE (<http://www.treebase.org>), respectively, is required. There are many possible archives that may suit a particular data set, including the Dryad repository for ecological and evolutionary biology data (<http://datadryad.org>). All accession numbers for GenBank, TreeBASE, and Dryad must be included in accepted manuscripts before they go to Production.

Interactive Phylogenetic Trees

You can enrich your online articles by providing phylogenetic tree data files (optional) in Newick or NeXML format, which will be visualized using the interactive tree viewer embedded within the online article. Using the viewer it will be possible to zoom into certain tree areas, change the tree layout, search within the tree, and collapse/expand tree nodes and branches. Submitted tree files will also be available for downloading from your online article on ScienceDirect. Each tree must be contained in an individual data file before being uploaded separately to the online submission system, via the 'phylogenetic tree data' submission category. Newick files must have the extension .new or .nwk (note that a semicolon is needed to end the tree). Please do not enclose comments in Newick files and also delete any artificial line breaks within the tree data because these will stop the tree from showing. For NeXML, the file extension should be .xml. Please do not enclose comments in the file. Tree data submitted with other file extensions will not be processed. Please make sure that you validate your Newick/NeXML files prior to submission. For more information please see <http://www.elsevier.com/phylogenetictrees>.

Submission checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address
- Phone numbers

All necessary files have been uploaded, and contain:

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)

Printed version of figures (if applicable) in color or black-and-white

- Indicate clearly whether or not color or black-and-white in print is required.
- For reproduction in black-and-white, please supply black-and-white versions of the figures for printing purposes.

For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.

AFTER ACCEPTANCE

Use of the Digital Object Identifier

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. Example of a correctly given DOI (in URL format; here an article in the journal *Physics Letters B*):

<http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2010.09.059>

When you use a DOI to create links to documents on the web, the DOIs are guaranteed never to change.

Proofs

One set of page proofs (as PDF files) will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post) or, a link will be provided in the e-mail so that authors can download the files themselves. Elsevier now provides authors with PDF proofs which can be annotated; for this you will need to download Adobe Reader version 9 (or higher) available free from <http://get.adobe.com/reader>. Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs (also given online). The exact system requirements are given at the Adobe site: <http://www.adobe.com/products/reader/tech-specs.html>.

If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return them to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and return by fax, or scan the pages and e-mail, or by post. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication: please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a personalized link providing 50 days free access to the final published version of the article on ScienceDirect. This link can also be used for sharing via email and social networks. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for

publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/offprints>). Authors requiring printed copies of multiple articles may use Elsevier WebShop's 'Create Your Own Book' service to collate multiple articles within a single cover (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/booklets>).

AUTHOR INQUIRIES

You can track your submitted article at http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/89/p/8045/. You can track your accepted article at <http://www.elsevier.com/trackarticle>. You are also welcome to contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

© Copyright 2014 Elsevier | <http://www.elsevier.com>