

Sistemas de Polinização em um remanescente de Mata Atlântica Paraibana

Pollination systems in a remnant of Atlantic forest

Sistema de polinización en un remanente de Mata Atlántica en Paraíba

Recebido: 14/08/2020 | Revisado: 16/08/2020 | Aceito: 20/08/2020 | Publicado: 23/08/2020

Sanna Rocha Nóbrega

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4080-7138>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: sannarocha@gmail.com

Zelma Glebya Maciel Quirino

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0396-107X>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: zelmaglebya@gmail.com

Resumo

Os processos de interação planta-animal são importantes para a compreensão da dinâmica na comunidade, entre eles a polinização, que é a transferência de pólen das anteras para o estigma através de vetores bióticos e/ou abióticos. Neste estudo foram descritos os sistemas de polinização presentes em uma área de Mata Atlântica paraibana e caracterizada a morfologia floral das espécies. A Reserva Biológica Guaribas localiza-se no município de Mamanguape – PB, nesta área foi coletado o material botânico em trilhas pré-existentes e posteriormente analisado em laboratório. Foram estudadas 111 espécies, pertencentes a 96 gêneros e 46 famílias, nas quais, predominaram: flores de cor clara, com ausência de odor, tamanho pequeno, corola tubular, simetria actinomorfa e hermafroditas. As espécies se distribuíram entre cinco principais síndromes de polinização, predominando a melitofilia (82%), seguida da ornitofilia (8%), psicofilia e esfingofilia (4,5%), e quiropterofilia (1%). Em ecossistemas naturais as interações planta-animal são importantes na estrutura e dinâmica ambiental. A ocorrência de espécies melitófilas tem sido descrita como um atributo predominante no domínio Mata Atlântica, o que também foi constatado neste estudo.

Palavras-chave: Entomofilia; Interações; Tabuleiro.

Abstract

Pollination systems in a remnant of Atlantic forest – Plant-animal interaction processes, such as pollination, which is the transference of pollen from the anthers to the stigma through biotic and/or abiotic vectors, are important to the comprehension of communities' dynamics. This study describes the pollination systems found at an area of Atlantic forest in the Brazilian State of Paraíba and characterizes the floral morphology of the species therein. Guaribas' Biological Reserve is located at Mamanguape's municipality – Paraíba. The floral material was collected at pre-existent trails and analyzed in laboratory. A total of 111 species belonging to 96 genera and 46 families was studied. The most common traits were: light-colored flowers, with no smell, small size, tubular-type corolla, actinomorphic symmetry and hermaphroditism. Five main pollination syndromes were found, in which species were self-distributed as follows: melittophily (82%), ornithophily (8%), psicophily and sphingophilous (4.5%), and chiropterophily (1%). In natural ecosystems plant-animal interactions are important to environmental dynamics and structure. The occurrence of melittophilous species has been describe as a prevalent attribute in the Atlantic forest, also found in this study.

Keywords: Entomophily; Interactions; Tabuleiro formation.

Resumen

Los procesos de interacción planta-animal son importantes para comprender la dinámica en la comunidad, incluida la polinización, que es la transferencia de polen de las anteras al estigma a través de vectores bióticos y / o abióticos. En este estudio se describieron los sistemas de polinización presentes en un área de Mata Atlántica en Paraíba y se caracterizó la morfología floral de la especie. La Reserva Biológica Guaribas está ubicada en el municipio de Mamanguape - PB, en esta zona se recolecta material botánico de senderos preexistentes y posteriormente se analiza en laboratorio. Se estudiaron 111 especies, pertenecientes a 96 géneros y 46 familias, en las que predominaron: flores de color claro, sin olor, de pequeño tamaño, corola tubular, simetría actinomorfa y hermafroditas. Las especies se distribuyeron en cinco síndromes principales de polinización, con predominio de melitofilia (82%), seguida de ornitofilia (8%), psicofilia y esfingofilia (4,5%) y quiropterofilia (1%). En los ecosistemas naturales, las interacciones planta-animal son importantes en la estructura y la dinámica ambiental. La ocurrencia de especies melitófilas ha sido descrita como un atributo predominante en el dominio de Mata Atlántica, lo cual también fue observado en este estudio.

Palabras clave: Entomofilia; Interacciones; Tabuleiro.

1. Introdução

A polinização é um processo natural, realizado por vetores bióticos e/ou abióticos, no qual o pólen da flor é transferido das anteras para o estigma, podendo ocasionar a fecundação (Faegri & Pijl 1979). A interação planta-animal através da polinização é um recurso que aumenta as chances de polinização cruzada, assim como os mecanismos de autoincompatibilidade, heterostilia, dicogamia e hercogamia decorrentes da especialização dos vegetais (Richards 1986).

O conjunto de caracteres morfológicos florais como cor, odor, tamanho e formato da corola associados caracterizam as seis principais síndromes de polinização: melitófila (abelhas), miofilia (moscas), esfingofilia (esfingídeos), psicofilia (borboletas), ornitofilia (pássaros – principalmente beija-flores) e quiropterofilia (morcegos) (Faegri & Pijl 1979). O conceito de síndromes é um guia importante para estudar a ecologia reprodutiva e compreender os mecanismos de diversificação das características florais, assim como a fauna associada a esses mecanismos, uma vez que utilizam os recursos florais (Mittermeier *et al.* 1992, Endress 1994). A determinação das síndromes de polinização também é importante em termos de comunidade, uma vez que contribui para o entendimento da biologia reprodutiva, permitindo a comparação de diferentes tipos de vegetação e a compreensão de como ocorre a partilha e a competição por recursos e seus efeitos na estrutura da comunidade (Griz & Machado 2001, Machado & Lopes 2004, Kinoshita *et al.* 2006, Yamashiro *et al.* 2007).

Entretanto, o conceito de síndrome de polinização tem sido questionado (Herrera 1996, Ollerton 1996, Waser *et al.* 1996), pois a generalização pode ser um resultado evolutivo usual, ocorrendo raramente especializações, como o relatado por Waser *et al.* (1996) quando compararam a flora de áreas da América do Norte. Em grande escala, as síndromes não foram confirmadas, pois não foi realizada qualquer forma de teste rigoroso (Ollerton *et al.* 2009). Porém, autores como Momose *et al.* (1998), Dicks *et al.* (2002), Muchhala (2003), Machado & Lopes (2004), Fenster *et al.* (2004) e Stuurman *et al.* (2004) têm relatado que frequentemente a comunidade de polinizadores converge com as síndromes de polinização, e Pauw (2006) relata haver fortes provas para a especialização em áreas tropicais e regiões temperadas ao sul.

Os visitantes florais são atraídos por recursos nutritivos, como pólen, néctar e óleos, ou não nutritivos, como resina, perfumes, gomas, locais para acasalamento, abrigo e ovoposição (Vogel 1974, Faegri & Pijl 1979, Buchmann 1987, Vogel 1990, Endress 1994, Proctor *et al.* 1996, Machado & Lopes 1998). Existem espécies miméticas que, com flores de

engano, atraem os visitantes sem disponibilizar recompensas (Vogel 1968, Machado & Lopes 1998, Thien *et al.* 2009).

A Mata Atlântica *sensu stricto* estendia-se ao longo do litoral brasileiro do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, ocupando uma área de aproximadamente 1 milhão de km² (Joly *et al.* 1991). Atualmente, extremamente fragmentada, está reduzida a manchas disjuntas, principalmente em locais inadequados à agricultura e nas unidades de conservação (Kurtz & Araújo 2000). Os remanescentes de Mata Atlântica têm mostrado uma extraordinária diversidade florística e um alto índice de endemismos (Mori *et al.* 1981, Joly *et al.* 1991, Gentry *et al.* 1997), sendo reconhecida internacionalmente como uma das prioridades em termos de conservação de florestas tropicais (IUCN 1988, Mori 1989).

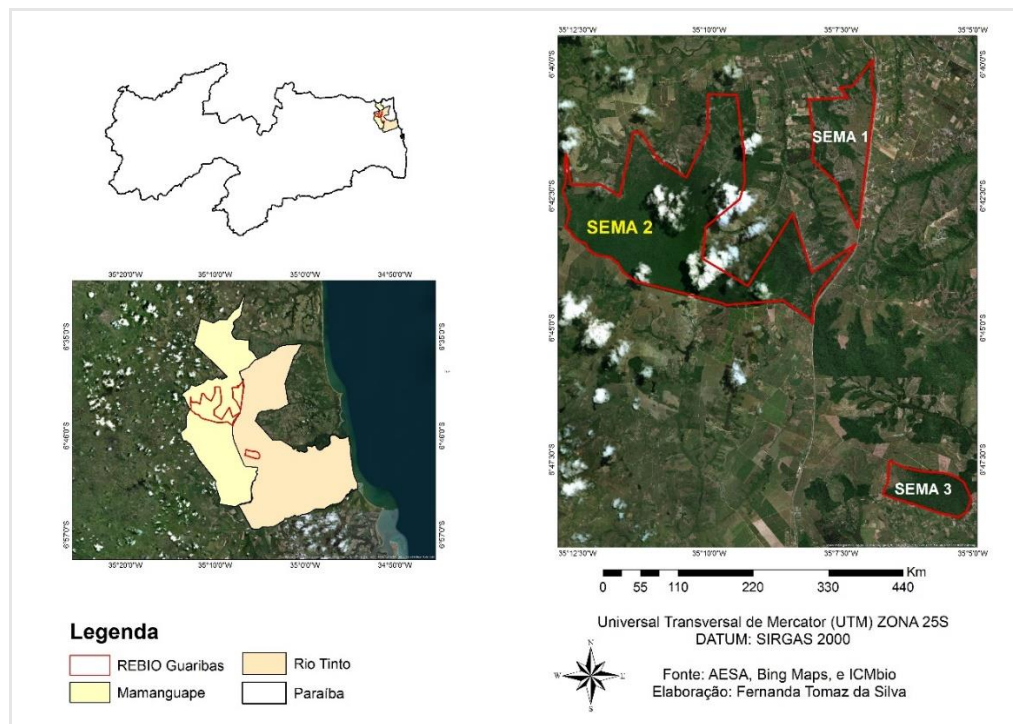
Estudos de interações planta-animal são ferramentas para compreender a estruturação e dinâmica das comunidades, assim a determinação de sistemas de polinização pode auxiliar no planejamento de estratégias de manejo e conservação de ecossistemas naturais.

O estudo teve como objetivo identificar os principais sistemas de polinização ocorrentes na Reserva Biológica Guaribas e caracterizar a morfologia floral das espécies analisadas.

2. Metodologia

Área de Pesquisa: O estudo foi desenvolvido na Reserva Biológica Guaribas (ReBio Guaribas), composta por três fragmentos isolados entre si. A vegetação da área é de Mata Atlântica (Floresta Estacional Semidecídua e Floresta Ombrófila Densa Aluvial) e Cerrado (Tabuleiro). Entre as formações surgem zonas de transição apresentando uma flora com espécies das vegetações vizinhas. As coletas foram realizadas no maior fragmento da ReBio, localizado no município de Mamanguape, Paraíba (6°44'3''S e 35°08'29''W) (Figura 1). O clima é do tipo As', segundo a classificação de Köppen, tropical úmido, com chuvas de outono-inverno (Köppen 1948, Atlas Geográfico da Paraíba 1985). As temperaturas mais elevadas ocorrem entre os meses de dezembro e fevereiro variando de 28°C a 30°C. A pluviosidade média anual é de 1.500 mm (Nimer 1979), sendo os dados de pluviosidade mensal acompanhados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba que possui estação meteorológica em Mamanguape (AESAs 2010). Os solos são do tipo quartzoso ou podzólico vermelho, apresentando uma pequena variação em textura (Prates *et al.* 1981, Salgado *et al.* 1981).

Figura 1: Mapa de localização dos municípios de Mamanguape e Rio Tinto da Reserva Biológica Guaribas, Litoral Norte da Paraíba, Nordeste, Brasil. Elaborado pelo LCG - Campus IV.



Fonte: Autores.

Coleta de Dados: As coletas foram realizadas em trilhas preexistentes, em duas etapas: a primeira em expedições mensais entre agosto de 2007 e julho de 2008, e a segunda em visitas aleatórias entre agosto de 2008 e julho de 2010. Em planilha de campo foram registrados os seguintes caracteres florais: cor, odor, simetria, sistema sexual e unidade de polinização. Foram coletadas flores ($n=20$) e botões florais ($n=10$) de indivíduos ($n=5$) em fase reprodutiva nas duas etapas de coleta. O material botânico coletado foi conservado em álcool 70% para posterior análise morfométrica no laboratório de Ecologia Vegetal da Universidade Federal da Paraíba – *Campus IV*. O material coletado foi depositado no Herbário Lauro Pires Xavier (JPB), na Universidade Federal da Paraíba, sendo as identificações realizadas por especialistas e com auxílio de bibliografia especializada.

Análise de Dados: Através da observação direta do material e com auxílio de literatura disponível, as síndromes de polinização ocorrentes foram classificadas segundo de Faegri & Pijl (1979). Em laboratório com auxílio de paquímetro digital foram registradas as medidas florais e a partir desses dados as flores foram classificadas em três categorias de tamanho: pequenas (≤ 10 mm), médias ($>10 \leq 20$ mm) e grandes (>20 mm) (ver Machado & Lopes 2003, 2004). As cores identificadas foram branca, amarela, verde, cor-de-rosa, lilás/violeta

(incluindo azul), vermelha, laranja e roxo. Os tipos florais (*sensu* Faegri & Pijl 1979) foram tubo, disco, estandarte, séssil, pincel e inconspícuo. Para determinar a presença de odor em campo, as flores foram coletadas e armazenadas em recipientes fechados e após 30min foram abertos registrando se possuíam odor. A análise do sistema sexual foi realizada no laboratório de Ecologia Vegetal, com auxílio de estereomicroscópio.

Para verificar a significância das síndromes de polinização ocorrentes na ReBio Guaribas foi realizado um teste *t* utilizando o programa STATISTICA 7.

3. Resultados e Discussão

Do total de 339 espécies de eudicotiledôneas que ocorrem em toda a ReBio Guaribas (Barbosa *et al.* 2011), no fragmento estudado foram acompanhadas 111 espécies, pertencentes a 96 gêneros e 46 famílias, o que corresponde a 33% das espécies vegetais que ocorrem na ReBio (excluindo Poaceae e Cyperaceae). Neste estudo as famílias mais representativas foram Fabaceae (16), Rubiaceae (10) e Myrtaceae (8). Os hábitos das espécies variaram desde arbóreos 30% (33), arbustivos 32% (36), herbáceos 30% (33) a trepadeiras 8% (9).

As cores predominantes nas flores das espécies estudadas foram branca (36%) e lilás (15%) (Tabela 1). A cor é uma característica que está relacionada à captação do comprimento de onda da luz dos diferentes grupos de visitantes florais, como por exemplo: flores de cor amarela, violeta e azul são visitadas principalmente por abelhas, capazes de enxergar o ultravioleta, enquanto cores como vermelho e laranja são atrativas para as aves (Vogel 1990, Machado & Lopes 1998, Freitas & Sazima 2006).

A distribuição do hábito das espécies estudadas demonstra a estrutura vertical da vegetação. Árvores, arbustos e herbáceas possuem maior percentual de espécies de cor clara, e as trepadeiras apresentaram percentual igual para flores claras e vistosas. Este resultado é semelhante ao de Araújo *et al.* (2009), diferindo em relação às herbáceas. Outros estudos realizados na Mata Atlântica em diferentes regiões do Brasil demonstram que a coloração clara é uma característica constante no domínio (Silva *et al.* 1997, Cara 2006, Araújo *et al.* 2009). Entretanto, em floresta seca, as flores vistosas predominam (Machado & Lopes 2003, 2004). A ausência de variação em relação às síndromes de polinização entre estes ecossistemas confirma a pouca significância da coloração floral nos sistemas de polinização (Momose *et al.* 1998).

Tabela 1. Características morfológicas e síndromes de polinização das espécies vegetais estudadas na ReBio Guaribas, Paraíba.

	Caracteres florais	% (N)
Coloração	Clara	74 (83)
	Vistosa	23 (25)
	Outra	3 (3)
Odor	Ausente	59 (66)
	Presente	41 (45)
Tamanho floral	Pequena	67 (75)
	Média	16 (18)
	Grande	16 (18)
Simetria	Actinomorfa	84 (94)
	Zigomorfa	16 (17)
Tipo floral	Tubo	42 (48)
	Disco	30 (33)
	Inconspícua	9 (10)
	Pincel	8 (9)
	Estandarte	6 (6)
	Séssil	5 (5)
Unidade de polinização	Inflorescência	87 (96)
	Individual	13 (15)
Sistema sexual	Hermafrodita	89 (99)
	Dióica	6 (7)
	Monóica	5 (5)
Síndromes de polinização	Melitofilia	82 (91)
	Ornitofilia	8 (9)
	Esfingofilia	4,5 (5)
	Psicofilia	4,5 (5)
	Quiropterofilia	1 (1)

Fonte: Autores.

Cerca de 60% das flores não apresentaram odor. Entre as flores com odor, 42 foram classificadas como tendo odor adocicado, associado à polinização por abelhas da família

Apidae (Faegri & Pijl 1979, Gressler *et al.* 2006), e duas espécies como tendo odor azedo, comumente associado à polinização por moscas. Uma das espécies que apresentou odor mais característico foi a *Sterculia* sp. (Malvaceae), uma espécie introduzida.

As flores observadas apresentaram variação de tamanho, predominando flores pequenas (67%), seguida por flores médias e grandes, ambas com 16%. O tamanho floral variou desde 0,65 a 81 mm e foi relacionado com o hábito das espécies (Tabela 2).

Tabela 2. Características florais morfológicas relacionadas ao hábito das espécies vegetais estudadas na ReBio Guaribas, Paraíba.

	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Trepadeira
Clara	83%	71%	61%	50%
Vistosa	17%	29%	29%	50%
Pequena	60%	74%	67%	62%
Média	20%	13%	19%	25%
Grande	20%	12%	12%	13%
Inflorescência	88%	95%	77%	75%
Individual	12%	5%	23%	25%

Fonte: Autores.

O tamanho floral é uma característica morfológica importante, pois influencia na disponibilidade dos recursos ofertados aos polinizadores, uma vez que restringe o acesso ao néctar e/ou mesmo aos grãos de pólen. Em mata úmida a predominância de espécies com flores pequenas foi relatada por diversos autores (Silva *et al.* 1997, Cara 2006, Araújo *et al.* 2009). Apesar do mosaico formado pela presença de Tabuleiro e Mata que resulta em uma distribuição vertical equitativa, predominaram flores pequenas em todos os hábitos.

Na comunidade, observou-se maior proporção de flores reunidas em inflorescência (87%). Este agrupamento aumenta o campo visual dos visitantes, tornando as flores mais atrativas, possibilitando um maior número de visitas. Porém, se não existir mecanismos para evitar a autopolinização pode ocorrer geitonogamia.

Flores reunidas em inflorescência predominaram em todos os hábitos nas espécies do estudo, com as arbustivas reunindo o maior percentual dentre os hábitos analisados (36%), enquanto que flores dispostas individualmente ocorrem principalmente em herbáceas (60%). Estes resultados assemelham-se aos de Araújo *et al.* (2009), variando em relação às

herbáceas, que apresentaram maior porcentagem de espécies com flores dispostas individualmente. Esta variação ocorre devido à presença de espécies de Tabuleiro que possuem uma estratégia de polinização diferente das espécies de Mata.

As flores foram predominantemente do tipo tubo (42%), seguido por disco (30%), inconspícuo (9%), pincel (8%), sésstil (6%) e estandarte (5%). A diversidade de tipo floral varia em relação às diferentes formações vegetacionais, por exemplo, quando comparado à mata úmida (Araújo *et al.* 2009), aos campos de altitude (Freitas & Sazima 2006) e à Caatinga (Machado & Lopes 2003, 2004). A variação do tipo de corola das flores em diferentes tipos de vegetações está relacionada à divergência evolutiva para adaptação às condições abióticas desses ecossistemas, assim como aos grupos de polinizadores predominantes de forma a assegurar o sucesso reprodutivo.

As flores apresentaram simetria actinomorfa ou zigomorfa, com predominância da actinomorfa em 84% das espécies. Em geral, as espécies de Fabaceae da subfamília Papilonoideae são zigomorfas, como *Periandra mediterranea* (Vell.) Taub., *Centrosema brasilianum* (L.) Benth. e *Stylosanthes viscosa* (L.) Sw. Espécies de simetria bilateral são consideradas mais derivadas, associadas a determinados grupos de visitantes, como Papilonoideae a abelhas de grande porte capazes de movimentar a estrutura floral e acessar os recursos (Vogel 1990).

As espécies estudadas foram predominantemente hermafroditas (89%), sendo cinco monoicas, *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae), *Croton* sp. (Figura 2) e *Microstachys corniculata* (Vahl) Griseb. (Euphorbiaceae), *Cupania revoluta* Radlk. e *Serjania* sp. (Sapindaceae); seis dioicas, *Schinus terebinthifolius* Raddi e *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), *Pera glabrata* (Schott) Poepp. ex Baill (Euphorbiaceae) (Freitas *et al.* 2011), *Guapira pernambucensis* (Casar.) Lundell (Nyctaginaceae), *Coccolobasp.* (Polygonaceae) e *Allophylus laevigatus* Radlk. (Sapindaceae); e *Ocotea duckei* Vattimo-Gil (Lauraceae), espécie gimnodióica. As espécies hermafroditas predominam em diferentes áreas, como em mata úmida (Silva *et al.* 1997, Araújo *et al.* 2009) e na Caatinga (Quirino 2006). As angiospermas têm evoluído de sistemas unissexuados na tentativa de evitar depressão endogâmica (Gibson & Diggle 1997). E no caso da espécie gimnodióica, *O. duckei*, esse sistema sexual é considerado uma condição evolutiva intermediária (Gibson & Diggle 1997, Nóbrega *et al.* 2016).

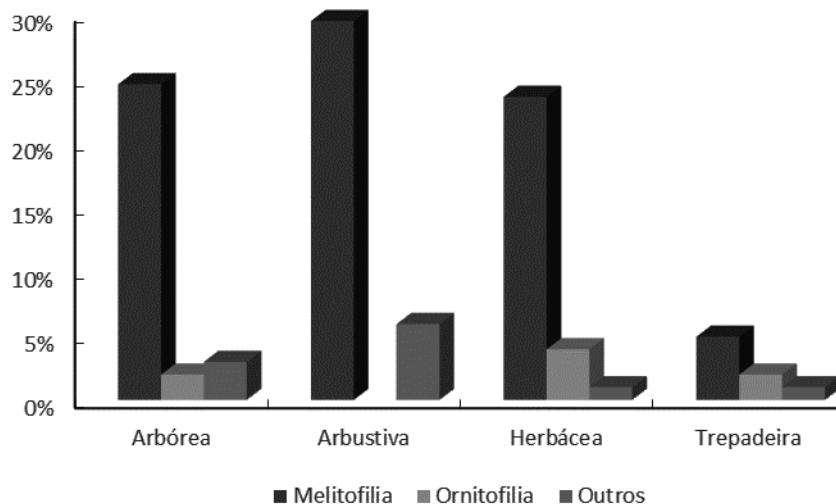
O hermafroditismo é uma condição menos derivada nas angiospermas, pois as flores funcionam como dispersores de pólen e receptores geradores de frutos (Cara 2006), um mecanismo que despende menos energia, uma vez que o sistema inclui a necessidade de

apenas um perianto. As espécies arbóreas hermafroditas apresentam mecanismos que asseguram a polinização cruzada, sendo estas predominantemente autoincompatíveis (Bawa 1974, Gibbs & Bianchi 1999). Nos demais estratos verticais mecanismos que evitam a autopolinização também foram encontrados, por exemplo, a heterostilia, registrada em *Erythroxylum squamatum* Sw. Prodr. (DC.) (Erythroxylaceae) e *Chiococca* sp. (Rubiaceae).

Síndromes de polinização

No estudo, as espécies foram predominantemente entomófilas 91% (101), seguida pelas ornitófilas 8% (9). Entre as espécies entomófilas, a melitofilia foi mais representativa, com 82% (91), seguida pela psicofilia 4,5% (5) e esfingofilia 4,5% (5), sendo a quiropterofilia constatada apenas para uma única espécie. Foi possível observar ainda a ocorrência de diferentes síndromes de polinização entre os diferentes estratos (Figura 2), com a melitofilia predominando em todos os hábitos.

Figura 2. Distribuição das principais síndromes de polinização em relação aos hábitos do total de espécies estudadas na Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, PB.



Fonte: Autores.

A predominância da entomofilia era esperada, pois de acordo com Smith-Ramírez *et al.* (2005), Diptera, Coleoptera e Hymenoptera são os principais polinizadores, sendo Hymenoptera os visitantes mais frequentes e os polinizadores mais eficientes (Proctor *et al.*

1996). Dentre as espécies entomófilas, a melitofilia foi mais representativa. Segundo Bawa (1990), as abelhas são um grupo muito importante em comunidades neotropicais, responsável pela polinização em diferentes ecossistemas, além de possuírem relações específicas, com mecanismos especializados, para coleta de pólen por vibração (*buzz-pollination*) e óleo através de patas modificadas, ou mesmo grãos de pólen que aderem aos pelos (Buchmann 1983, Vogel 1990). Esta relação se confirma com a predominância da melitofilia nos estudos em áreas de floresta tropical (Ramírez 2004, Cara 2006, Araújo *et al.* 2009, Dutra *et al.* 2009).

A predominância da melitofilia na comunidade não foi significativa ($t=12,10$; $p=0,93$) quando comparadaas demais síndromes de polinização. Algumas destas espécies foram *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) e *Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis (Fabaceae), *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *B. gardneriana* A. Juss. e *B. sericea* DC. (Malpighiaceae) e *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers (Lecythidaceae). A polinização por abelhas é comum às flores que em geral são zigomorfas, possuem cores vistosas (amarelo, azul, lilás), antese diurna e odor agradável (Faegri & Pijl 1979). Entretanto, na área estudada as espécies melitófilas foram associadas a flores de coloração branca (36%). Esta associação está relacionada à presença de guia de néctar e a associação de cores com sinais florais olfativos que em conjunto aumentam a perceptividade da abelha em relação a um atributo floral individual (Leonard *et al.* 2011).

Síndromes de polinização vs. características florais, vegetais e ambientais

Na ReBio Guaribas a comunidade é predominantemente formada por espécies com flores pequenas reunidas em inflorescências, indicando a importância da associação de pequenas abelhas com o tamanho floral. Enquanto flores de tamanho grande parecem ser polinizadas por abelhas maiores, como a *Pavonia cancellata* (L.) Cav. (Malvaceae) e a *Periandra mediterranea* (Vell.) Taub. (Fabaceae), registradas também por Freitas & Sazima (2006). No dossel predominaram espécies com flores polinizadas por abelhas médias a grandes (Appanah 1981, Bawa *et al.* 1985). Contudo, as espécies melitófilas estiveram em todos os hábitos.

As espécies com anteras porcidas foram *Chamaecrista ensiformis* (Vell.) H.S. Irwin & Barneby e *C. flexuosa* (L.) Greene (Fabaceae), *Comolia villosa* (Aubl.) Triana (Melastomataceae), *Sauvagesia erecta* L. e *S. sprengelii* A. St-Hil. (Ochnaceae), e *Solanum* sp. (Solanaceae). Estas espécies são polinizadas exclusivamente por vibração (Freitas & Sazima 2006). Nadia & Machado (2005) registraram os visitantes florais de *Sauvagesia*

erecta e *S. sprengelii*, em Pernambuco, e determinaram espécies de Apidae e Halictidae, enquanto que apenas uma espécie de *Paratetrapedia* não realizava vibração pilhando o pólen caído nas pétalas. As demais tiveram comportamento similar de *buzz-pollination*.

Existe ainda a relação entre abelhas e espécies vegetais que oferecem óleo como recompensa. Espécies de Malpighiaceae, como *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *B. gardnerana* A.Juss. e *B. sericea* DC, as quais apresentam elaióforos, disponibilizam óleo floral coletado principalmente por abelhas fêmeas de Centridini, as quais possuem patas especializadas para a coleta deste recurso (Anderson 1979).

A psicofilia foi encontrada em 4,5% das espécies, sendo estas representadas por *Hyptis* sp. (Lamiaceae), *Bredemeyera* sp. (Polygalaceae), *Couratea hexandra* (Jacq.) K.Schum. (Rubiaceae) e duas espécies de Verbenaceae, *Lantana camara* L. e *Stachytarpheta* sp. Os resultados encontrados para a psicofilia, assemelharam-se apenas aos estudos de Kinoshita *et al.* (2006) em mata ciliar, sendo superior ao valor encontrado por Ramírez (2004) em mata tropical venezuelana e inferior ao de Dutra *et al.* (2009) em campo rupestre, um importante grupo de polinizadores para as espécies de diferentes áreas. A associação de borboletas e espécies vegetais vem sendo relatada como resultante de coevoluções (Ramírez *et al.* 1990, Yamashiro *et al.* 2008), tendo um importante papel no fluxo gênico através da transferência de pólen a longas distâncias devido ao seu comportamento em rotas (*traplining*) (Freitas & Sazima 2006).

Os esfingídeos são responsáveis pela polinização de flores de antese crepuscular e noturna, com cores claras e tubos longos (Faegri & Pijl 1979). Evolutivamente as espécies vegetais tem se diferenciado quanto à morfologia floral, o que tornou mais eficiente a polinização por esfingídeos (Vogel 1990). *Hancornia speciosa* Gomes (mangabeira) é esfingófila e se destaca por sua importância ecológica e econômica, sendo uma espécie de Tabuleiro. Darrault & Schlindwein (2002), em estudo com esfingídeos da ReBio Guaribas, identificaram os grãos de pólen presentes na peça bucal dos animais e entre as espécies com grãos mais representativos está *H. speciosa*. Posteriormente, Darrault & Schlindwein (2006) realizaram um estudo com uma população natural de mangabeira e determinaram que a espécie é autoincompatível, exigindo genótipos diferentes da espécie e polinizadores específicos para que ocorram a fecundação cruzada e a produção de frutos. Portanto a conservação de áreas naturais é essencial para a preservação desta espécie.

Dentre as aves, os beija-flores são o grupo mais importante de visitantes florais, responsáveis pela polinização de diversas espécies vegetais (Proctor *et al.* 1996, Galetto & Bernardello 2003), os quais apresentam comportamento de visita em rota (*traplining*). Essas

interações foram as mais especializadas em nível de comunidade no estudo de Freitas & Sazima (2006). A ornitofilia foi registrada em 8% das espécies estudadas e encontrada em flores com antese diurna, corola tubular resistente, cores vistosas (vermelho, laranja) e ausência de odor. Estudos relatam a existência de evolução de flores polinizadas por abelhas de grande porte para a polinização por aves, como em fabáceas das tribos Sophoreae, Phaseoleae e Mirbelieae (Vogel 1990, Crisp 1994).

Entre as espécies ornitófilas encontradas estão *Heliconia* sp. (Heliconiaceae), *Psittacanthus dichrous* Mart. (Loranthaceae), *Tillandsia bulbosa* Hook. e *T. gardneri* Lindl. (Bromeliaceae), entre outras, que possuem características morfológicas comuns, como tamanho grande e coloração vistosa. A maior porcentagem (50%) de espécies ornitófilas possui hábito herbáceo, o que também foi registrado em uma área de Mata Atlântica por Freitas & Sazima (2006), caracterizando a estratificação da vegetação.

A quiropterofilia foi encontrada em apenas uma espécie, *Inga marginata* Willd. (Fabaceae), que apresenta flores dispostas em inflorescência, do tipo pincel, cor branca, odor doce, tamanho grande, antese crepuscular e como principal recurso floral o néctar. Morcegos e esfingídeos têm sido apontados como principais polinizadores de espécies do gênero *Inga* (Vogel 1968, Koptur 1983, Endress 1994, Cruz Neto 2007), sendo a primeira exclusiva dos trópicos e mais frequente em espécies arbóreas (Endress 1994).

O resultado para quiropterofilia assemelhou-se aos resultados de Dutra *et al.* (2009), que encontraram apenas *Bauhinia unguolata* var. *cuiabensis* (Fabaceae) sendo polinizada por morcegos, assim como ao percentual encontrado por Ramírez (2004). Contudo, diferencia-se dos trabalhos de Araújo *et al.* (2009) e Cara (2006), que apresentaram percentuais entre 5,6% e 9,4%, principalmente quando comparada áreas de vegetação seca onde Machado & Lopes (2003, 2004) e Quirino (2006) encontraram respectivamente 13% e 11% de quiropterofilia. Os quirópteros, depois de mamíferos não voadores, são o grupo de polinizadores com maior fragilidade ao processo de modificação da paisagem natural (Renner 1998; Aizen & Feinsinger 2003; Fahrig 2003; Cavallero *et al.* 2013), como, por exemplo, a fragmentação florestal.

A distribuição das síndromes de polinização variou de acordo com as estações chuvosa e seca na região. Nos meses de outubro a janeiro (estação seca) foram encontrados os maiores índices de espécies em floração, durante o qual foram registradas espécies esfingófilas e quiropterófilas. Durante a estação chuvosa houve menos espécies em floração, as quais apresentaram características morfológicas de espécies principalmente entomófilas (melitófilas e psicófilas), havendo ainda espécies ornitófilas.

A melitofilia é relatada como predominante em áreas de Mata Atlântica, o que se confirmou neste estudo, onde as características morfológicas florais resultaram em um alto percentual de espécies polinizadas por abelhas. A presença das demais síndromes de polinização demonstra a importância das interações planta-animal, na qual os vegetais se beneficiam com a transferência de pólen, possibilitando maior chance de reprodução cruzada e os animais pelo consumo de recursos disponibilizados pelas plantas.

A Rebio Guaribas, caracterizada por uma estrutura fragmentada, a presença de diferentes síndromes em seus fragmentos aqui estudados, indica a possibilidade do fluxo de genes entre as áreas, amenizando assim a ação antrópica sobre as espécies vegetais.

A fragmentação altera os padrões de distribuição espacial nas florestas, afetando a biodiversidade (Laurance *et al.* 2000) e podendo conduzir a um declínio indireto na população dos agentes polinizadores (Aizen & Feisinger 1994, Cascante *et al.* 2002) ou afetá-los diretamente. Por exemplo, segundo Dick (2001) e Harris & Johnson (2004) a fragmentação pode acarretar mudanças na composição das espécies de polinizadores. Na Amazônia Central, em *Dinizia excelsa* Ducke houve substituição dos polinizadores efetivos em áreas de floresta contínua, abelhas sem ferrão (Apidae – Meliponini), pela abelha exótica *Apis mellifera* (Apidae-Apini) (Dick 2001). Na Floresta Nacional dos Tapajós, Maués *et al.* (2007) registraram mudanças na composição dos polinizadores após a exploração de impacto reduzido nas espécies *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. e *Symphonia globulifera* L. F.

4. Considerações Finais

Características florais que são predominantes em espécies de Mata Atlântica foram encontradas nas espécies da comunidade estudada: flores de cores claras, tamanho pequeno, reunidas em inflorescências, com corola do tipo tubular e actinomorfa. Em relação aos sistemas de polinização, o predomínio de melitofilia em todos os hábitos estudados foi o responsável pelo alto percentual de espécies entomófilas, seguido pela ornitofilia, que esteve presente principalmente em espécies herbáceas. A ocorrência de espécies vegetais melitófilas e ornitófilas é um atributo que vem sendo descrito como predominante em áreas de Mata Atlântica. Estudos de caso incluindo as diferentes síndromes futuramente, de maneira comparativa entre os fragmentos, poderão acrescentar, dados para o melhor entendimento dos efeitos da fragmentação na Rebio sobre as comunidades de vegetais e seus polinizadores.

Referências

- AESA, Agência Executiva de Gestão de Águas da Paraíba. 2010. Recuperado de: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarChuvrasMensaisAnterior>>
- Aizen, M. A. & Feisinger, P. 1994. Forest fragmentation, pollination and plant reproduction in a Chaco Dry Forest, Argentina. *Ecology* 75, 330-351.
- Aizen, M. A., & Feinsinger, P. 2003. Bees not to be? Responses of insect pollinator faunas and flower pollination to habitat fragmentation. In: *How landscapes change*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin. 111-129.
- Anderson, W.R. 1979. Floral conservatism in Neotropical Malpighiaceae. *Biotropica*. 11, 219-223.
- Appanah, S. 1981. Pollination in Malaysian primary forest. *Malaysian Forester* 44, 37-42.
- Araújo, J. L. O., Quirino, Z. G. M., Gadelha Neto, P. C., & Araújo, A. C. 2009. Síndromes de polinização ocorrentes em uma área de Mata Atlântica, Paraíba, Brasil. *Revista Biotemas* 22(4), 83-94.
- Atlas Geográfico da Paraíba. 1985. Governo do Estado. Secretaria de Educação, UFPB. João Pessoa, 100p.
- Barbosa, M. R. V., Thomas, W. W., Zárate, E. L. P., Lima, R. B., Agra, M. F., Lima, I. B., Pessoa, M. C. R., Lourenço, A. R. L., Delgado Júnior, G. C., Pontes, R. A. S., Chagas, E. C. O., Viana, J. L., Gadelha Neto, P. C., Araújo, C. M. L. R., Freitas, G. B., Lima, R., Silva, F. O., Vieira, L. A., Pereira, L. A., Costa, R. M. T., Duré, R. C., & Sá, M. G. V. 2011. Checklist of the vascular plants of the Guaribas Biological Reserve, Paraíba, Brazil. *Revista Nordestina de Biologia* 20(2), 79-106.
- Bawa, K. S. 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. *Evolution* 28, 85-92.

- Bawa, K. S., Bulloch, S. H., Perry, D. R., Coville, R. E., & Grayum, M. H. 1985. Reproduction biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination system. *American Journal of Botany* 72, 346-356.
- Bawa, K. S. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rainforest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21, 399-422.
- Buchmann, S. L. 1983. Buzz pollination in angiosperms. 73-113. In: Jones, C. E., & Litter, R. J. (eds.). *Handbook of experimental pollination biology*. New York, Van & Reinhold.
- Buchmann, S. L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18, 343-369.
- Cara, P. A. A. 2006. *Efeito de borda sobre a fenologia, as síndromes de polinização e a dispersão de sementes de uma comunidade arbórea na Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco*. Tese. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Cascante, A., Quesada, M., Lobo, J. J. & Fuchs, E. A. 2002. Effects of dry Forest fragmentation on the reproductive success and genetic structure of the tree *Samanea saman*. *Conservation Biology* 16(1), 137-147.
- Cavallero, L., Raffaele, E., & Aizen, M. A. 2013. Birds as mediators of passive restoration during early post-fire recovery. *Biological Conservation* 158, 342-350.
- Crisp, M. D. 1994. Evolution of bird-pollination in some Australian legumes (Fabaceae). In: Eggleton, P. and Vane-Wright, R. (Eds.), *Phylogenetics and Ecology* 281-309. Academic Press, London, UK.
- Cruz Neto, O. 2007. *Fenologia, biologia reprodutiva e eficiência dos visitantes florais de espécies simpátricas de Inga (Leguminosae-Mimosoideae) em remanescente de floresta atlântica no Nordeste do Brasil*. Dissertação. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

- Darrault, R. S., & Schlindwein, C. 2002. Esfingídeos (Lepidoptera, Sphingidae) no Tabuleiro Paraibano, nordeste do Brasil: abundância, riqueza e relação com plantas esfingófilas. *Revista Brasileira de Zoologia* 19(2), 429-443.
- Darrault, R. O., & Schlindwein, C. 2006. Polinização. In: Silva Júnior, J. F., & Ledo, A. S. (Org.). *A cultura da mangabeira*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 43-56.
- Dick, C. 2001. Genetic rescue of remnant tropical trees by an alien pollinator. *Proceedings of the Royal Society of London* 268, 2391-2396.
- Dicks, L. V., Corbet, S. A., & Pywell, R. F. 2002. Compartmentalization in plant-insect flower visitor webs. *Journal of Animal Ecology* 71, 32-43.
- Dutra, V. F., Vieira, M. F., Garcia, F. C. P., & Lima, H. C. 2009. Fenologia reprodutiva, síndromes de polinização e dispersão em espécies de Leguminosae dos Campos Rupestres do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia* 60(2), 371-387.
- Endress, P. K. 1994. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 407p.
- Faegri K., & van der Pijl, L. 1979. *The principles of pollination ecology*. London, Pergamon Press Ltda. 244p.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 34, 487-515.
- Fenster, C. B., Armbruster, W. S., Wilson, P., Dudash, M., & Thonson, D. 2004. Pollination syndromes and floral specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35, 375-403.
- Freitas, L., & Sazima, M. 2006. Pollination biology in a tropical high-altitude grassland in Brazil: interactions at the community level. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 93, 465-516.

Freitas, J. R., Figueiredo, R. A., Nadai, I. C. & Hardman, L. 2011. Aspectos da ecologia reprodutiva de *Pera glabrata* (Scott) Poepp. ex Bail. (Euphorbiaceae) em uma área de Cerrado no Estado de São Paulo. *Revista Árvore* 35(6), 1227-1234.

Galetto, L., & Bernardello, G. 2003. Sugar nectar composition in angiosperms from Chaco and Patagonia (Argentina): an animal visitor's matter? *Plant Systematics and Evolution* 238, 69-86.

Gentry, A. H., Herrera-Macbride, O., Huber, O., Nelson, B.,W., & Villamil, C. B. 1997. Regional overview: South America. In: WWF & IUCN. *Centres of plant diversity. A guide and strategy for their conservation*. Cambridge, IUCN Publications Unit, 3, 269-307.

Gibbs, P. E., & Bianchi, M. B. 1999. Does late-acting self-incompatibility (LSI) show family clustering? Two more species of Bignoniaceae with LSI: *Dolichandra cynanchoides* and *Tabebuia nodosa*. *Annals of Botany* 84, 449-457.

Gibson, J. P., & Diggle, P. K. 1997. Structural analysis of female and hermaphroditic flowers of a gynodioecious tree, *Ocotea tenera* (Lauraceae). *American Journal of Botany* 84(3), 298–307.

Gressler, E., Pizo, M. A., & Morellato, L. P. C. 2006. Polinização e Dispersão de Sementes em Myrtaceae do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 29(4), 509-530.

Griz, L. M. S., & Machado, I. C. S. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17, 303-321.

Harris, F. L., & Johnson, S. D. 2004. The consequences of habitat fragmentation for plant-pollinator mutualisms. *Journal of Tropical Insect Science* 24(1), 29-43.

Herrera, C. M. 1996. Floral traits and plant adaptation to insect pollinators: A devil's advocate approach. In: Lloyd, D. G. & Barrett, S. C. H. ed. *Floral biology: studies on floral evolution in animal-pollinated plants*. New York, Chapman and Hall. 65-86.

IUCN. 1988. *Brazil: Atlantic Coastal Forests*. Cambridge, Tropical Forest Programme, Conservation Monitoring Centre, 19p.

Joly, C. A., Leitão-Filho, H. F., & Silva, S. M. 1991. O patrimônio florístico. In: Cecchi, J.C. & Soares, M.S.M. (Coords.) *Mata Atlântica/Atlantic Rain Forest*. Ed. Index, Fundação SOS Mata Atlântica, 95-125.

Kinoshita, S. L., Torres, R. B., Forni-Martins, E. R., Spinelli, T., Ahn, Y. J. & Constâncio, S. S. 2006. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. *Acta Botânica Brasil* 20(2), 313-327.

Köppen, W. 1948. *Climatologia*. México, Buenos Aires, Ed. Fundo de Cultura Econômica.

Koptur, S. 1983. Flowering phenology and floral biology of *Inga* (Fabaceae: Mimosoideae). *Systematic Botany* 8(4), 354-368.

Kurtz, B. C., & Araújo, D. S. D. 2000. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia* 51(78/115), 69-112.

Laurance, W. F., Delamônica, P., Laurance, S. G., Vasconcelos, H. L. & Lovejoy, T. E. 2000. Rainforest fragmentation kills big trees. *Nature* 404, 836.

Leonard, A. S., Dornhaus, A., & Papaj, D. R. 2011. Flowers help bees cope with uncertainty: signal detection and the function of floral complexity. *Journal of Experimental Biology* 214, 113-121.

Machado, I. C. & Lopes, A. V. 1998. A polinização biótica e seus mecanismos na Reserva Ecológica de Dois Irmãos, 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*. SECTMA (Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente). Editora Universitária-UFPE, Recife.

Machado, I. C., & Lopes, A. V. 2003. Recursos Florais e Sistemas de Polinização e Sexuais na Caatinga. In: *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Cap. 12, 515-563.

Machado, I. C. & Lopes, A. V. 2004. Floral Traits and Pollination Systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. *Annals of Botany* 93(3), 365-376.

Maués, M. M., Oliveira, P. E. A. M., & Kanashiro, M. 2007. Reduced impact logging and its effects on the pollination of Amazonian plants, 50-51. In: *Annals of 9th International Pollination Symposium on Plant-Pollinator Relationships - Diversity in Action*. Iowa State University, Ames, Iowa.

Mittermeier, R. A., Werner, T., Ayres, J. M. & Fonseca, G. A. B. 1992. O país da megadiversidade. *Ciência Hoje*, 14(81), 20-27.

Momose, K., Yumoto, T., Nagamitsu, T., Kato, M., Nagamasu, H., Sakai, S., Harrison, R. D., Itioka, T., Hamid, A. A., & Inoue, T. 1998. Pollination biology in a lowland Dipterocarp forest in Sarawak, Malaysia. I. Characteristic of the plant-pollinator community in a lowland Dipterocarp forest. *American Journal of Botany* 85, 1477-1501.

Mori, S. A., Boom, B. M., & Prance, G. T. 1981. Distribution patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest tree species. *Brittonia* 33(2), 233-245.

Mori, S. A. 1989. Eastern, extra-Amazonian Brazil. In: Campbell, D. G., & Hammond, H. D. (Eds.) *Floristic inventory of tropical countries: the status of plant systematics, collections, and vegetation, plus recommendations for the future*. New York, The New York Botanical Garden, 427-454.

Muchhala, N. 2003. Exploring the boundary between pollination syndromes: bats and hummingbirds as pollinators of *Burmeistera cyclostigmata* and *B. tenuiflora* (Campanulaceae). *Oecologia* 134, 373-380.

Nadia, T. L. & Machado, I. C. 2005. Polinização por vibração e sistema reprodutivo de duas espécies de *Sauvagesia* L. (Ochnaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 28(2), 255-265.

Nimer, E. 1979. *Climatologia do Brasil*. IBGE, 421p.

- Nóbrega, S. R., Fortunato, M. E. M., & Quirino, Z. G. M. 2016. Biologia reprodutiva, visitantes florais e dispersão de *Ocotea duckei* Vattimo-Gil (Lauraceae) na Reserva Biológica Guaribas, Paraíba, Brasil. *Gaia Scientia* 10(4), 252-261.
- Ollerton, J. 1996. Reconciling ecological processes with phylogenetic patterns: the apparent paradox of plant-pollinator systems. *Journal of Ecology* 84, 767-769.
- Ollerton, E., Alarco, R., Waser, N. M., Price, M. V., Watts, S., Cranmer, L., Hingston, A., Peter, C. I., & Rotenberry, J. 2009. A global test of the pollination syndrome hypothesis. *Annals of Botany* 103, 1471-1480.
- Pauw, A. 2006. Floral syndromes accurately predict pollination by a specialized oil-collecting bee (*Rediviva peringueyi*, Melittidae) in a guild of South African orchids (Coryciinae). *American Journal of Botany* 93, 917-926.
- Prates, D. W., Gatto, L. C. S., & Costa, M. I. P. 1981. Geomorfologia – Projeto RADAMBRASIL, *Levantamento dos recursos naturais*. Rio de Janeiro, Ministério de Minas e Energia, 23, 301-348.
- Proctor, M., Yeo, P., & Lack, A. 1996. *The natural history of pollination*. London: Harper Collins.
- Ramírez, N., Gil, C., Hokche, O., Seres, A., & Brito, Y. 1990. Biologia floral de una comunidad arbustiva tropical en la Guayana Venezolana. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 77, 1260-1271.
- Ramírez, N. 2004. Pollination specialization and time of pollination on a tropical Venezuelan plain: variations in time and space. *Botanical Journal of the Linnean Society* 145, 1–16.
- Renner, S. S. 1998. Effects of habitat fragmentation on plant pollinator interactions in the tropics. In: Newbery, D.M., Prins, H.H.T. & Brown, N.D. *Dynamics of tropical communities*. Blackwell Science, New Jersey. 339-360.
- Richards, A. J. 1986. *Plant breeding systems*. George Allen & Unwin, London. 528p.

Salgado, O. A., Filho, S. J., & Gonçalves, L. M. C. 1981. As Regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico, pp. 485-544. In: Projeto RADAMBRASIL. *Levantamento de Recursos Naturais*. Rio de Janeiro, IBGE, 23, Folhas SB 24/25, 744.

Silva, A. G., Guedes-Bruni, R. R., & Lima, M. P. M. 1997. Sistemas sexuais e recursos florais do componente arbustivo-arbóreo em mata preservada na Reserva Ecológica de Macaé de Cima pp. 187-211. In: Lima, H. C., & Guedes-Bruni, R. R. (Eds.). *Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em mata atlântica*, Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Smith-Ramírez, C., Martínez, P., Nuñez, M., González, C., & Armesto, J. J. 2005. Diversity, flower visitation frequency and generalism of pollinators in temperate rain forests of Chiloé Island, Chile. *Botanical Journal of the Linnean Society* 147, 399-416.

Stuurman, J., Hoballah, M. E., Broger, L., Moore, J., Basten, C., & Kuhlemeier, C. 2004. Dissection of floral pollination syndromes in *Petunia*. *Genetics* 168, 1585-1599.

Thien, L. B., Bernhardt, P., Devall, M. S., Chen, Z., Luo, Y., Fan, J., Yuan, L. & Williams, J. H. 2009. Pollination biology of basal angiosperms (ANITA grade). *American Journal of Botany* 96(1), 166-182.

Vogel, S. 1968. Chiropterophilie in der neotropischen Flora. Neue Mitteilungen I. *Flora* 157, 562-602.

Vogel, S. 1974. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. Tropische und Subtropische Pflanzenwelt 7, 285-547.

Vogel, S. 1990. *The role of scent glands in pollination*. Washington, D.C., The National Science Foundation.

Waser, N. M., Chittka, L., Price, M. V., Williams, N. M., & Ollerton, J. 1996. Generalization in pollination systems, and why it matters. *Ecology* 77, 1043-1060.

Yamashiro, T., Kinoshita, L. S., & Martins, F. R. 2007. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. *Acta Botânica Brasil* 21(3), 553-573.

Yamashiro, T., Yamashiro, A., Yokoyama, J., & Maki, M. 2008. Morphological aspects and phylogenetic analyses of pollination systems in the *Tylophora–Vincetoxicum* complex (Apocynaceae-Asclepiadoideae) in Japan. *Biological Journal of the Linnean Society* 93, 325-341.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Sanna Rocha Nóbrega – 50%

Zelma Glebya Maciel Quirino – 50%