**Iheringia**
Série Botânica
ISSN ON-LINE 2446-8231



# Características reprodutivas de plantas em florestas de vegetação costeira tropical do Nordeste do Brasil

**Daniel Portela Wanderley de Medeiros[1*], Eduardo Bezerra de Almeida Jr.[2], Brenda Hellen Izídio de Paiva[3] & Carmen Silvia Zickel[4]**

[1]Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Caixa Postal 63, Serra Talhada, Pernambuco, Brasil. *dpwmedeiros@gmail.com
[2]Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Biologia, CEP 65080-805, São Luís, Maranhão, Brasil.
[3]Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Biologia, CEP 65080-805, São Luís, Maranhão, Brasil.
[4]Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Área de Botânica, CEP 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil.

Recebido em 17.IV.2020
Aceito em 7.XII.2023

**RESUMO -** Estudos relacionados a estratégias ecológicas são importantes para o entendimento dos processos biológicos, principalmente às interações planta-animal. O objetivo desse estudo foi descrever os atributos biológicos da vegetação lenhosa das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco (CEP) para compreender a diversidade vegetal e comparar com estudos realizados nas restingas e ecossistemas adjacentes. Foi montado um banco de dados das espécies lenhosas a partir de levantamentos florísticos e fitossociológicos com informações sobre: forma biológica, atributos florais e carpológicos, síndromes de polinização e frutificação. Os resultados mostraram atributos biológicos similares aos de outras florestas tropicais, variando conforme as diferenças fisionômicas e abióticas. Destacaram-se as flores inconspícuas, tamanho médio, hermafroditas, com néctar, polinizadas por abelhas, frutos carnosos e síndromes de dispersão biótica, características da maioria das espécies das restingas do CEP. Pesquisas assim fornecem dados sobre o funcionamento das restingas, servindo como uma importante ferramenta para aplicação da restauração de ecossistemas antropizado.

**Palavras-chave:** atributos florais, centro de endemismo, recursos florais, restinga

**ABSTRACT - Plant reproductive traits in Tropical Coastal Vegetation forests of northeastern Brazil**. Studies related to ecological strategies are important for understanding biological processes, mainly to plant-animal interactions. The aim of this study was to describe the biological attributes of the woody vegetation of the restingas of the Pernambuco Endemism Center (PEC) to understand plant diversity and compare with studies carried out on restinga, and adjacent ecosystems. A database of woody species was assembled from floristic and phytosociological surveys with information on: biological form, floral and carpological attributes, pollination and fruiting syndromes. The results showed biological attributes similar to those of other tropical forests, varying according to physiognomic and abiotic differences. The inconspicuous flowers stood out, average size, hermaphrodites, with nectar, pollinated by bees, fleshy fruits and syndromes of biotic dispersion, characteristics of most species of the restingas of the PEC. Research like this provides data on the functioning of restingas, serving as an important tool for the application of anthropized ecosystem restoration.

**Keywords:** endemism center, floral attributes, floral resources, restinga

## INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica sul americana apresenta um alto nível de endemismo, correspondente a 40% de sua flora vascular (Metzger *et al*. 2009). No Brasil, a floresta tropical pode ser dividida em sub-regiões biogeográficas, que abrigam um maior número de espécies endêmicas e apresentam grande sobreposição quanto a distribuição, como os Brejos Nordestinos, Pernambuco, São Francisco, Diamantina, Bahia e Serra do Mar; além das áreas de transição como as Florestas Interioranas e as Florestas com Araucária (Silva & Casteleti 2003). Essas áreas têm elevada riqueza, além de contemplar a maioria das espécies endêmicas, incluindo plantas, borboletas, anfíbios, aves e mamíferos (Tabarelli *et al*. 2010); sendo fundamental para a manutenção dos serviços ambientais deste *hotspot* de biodiversidade (Cunha *et al*. 2019).

A zona costeira do Brasil tem uma grande diversidade de ecossistemas (manguezais, restingas, tabuleiros, Floresta Atlântica). No entanto, fatores como a ocupação humana, a poluição, o extrativismo e a agricultura são os principais fatores responsáveis pela destruição desses ambientes (Zickel *et al*. 2004). Os impactos antropogênicos ao longo do litoral levaram muitas plantas à extinção, apesar de serem oficialmente protegidas pela legislação estadual e federal (Araújo & Henriques 1984).

As florestas de restingas são áreas que sempre necessitam de estudos com direcionamentos ecológicos. Scarano (2002) ressalta que a restinga parece ser negligenciada quando associada a pesquisas com esse enfoque por possuírem baixa diversidade e baixo endemismo quando comparado à floresta Atlântica *stricto sensu*. Porém, deve-se ter uma atenção diferenciada a esse ecossistema que, por possuir uma origem recente (Freire 1990), pode fornecer

dados importantes relacionados a processos adaptativos e evolutivos, servindo como ponto de partida para a dispersão e recolonização de espécies (Scarano 2002).

As restingas têm sido contempladas com estudos florístico-estruturais desde Ule (1901) até a presente data, e as pesquisas com enfoque ecológico foram sendo ampliadas no Nordeste brasileiro (Medeiros *et al*. 2007, Silva *et al*. 2010, Medeiros *et al*. 2012, Pinheiro *et al*. 2013, Nascimento *et al*. 2021, Pires *et al*. 2021, entre outros). Trabalhos relacionados às estratégias ecológicas possuem uma importância fundamental para o entendimento de vários processos biológicos, principalmente àqueles relacionados às interações planta-animal (Ramirez & Brito 1990). Estudos sobre os sistemas reprodutivo, sexual e de polinização nos ecossistemas tem sido realizados de diversas formas, inclusive abordando a comunidade do componente arbustivo-arbóreo (Oliveira & Gibbs 2000).

Esforços significativos, por intermédio de um grande número de pesquisas, procuram compreender a diversidade dos sistemas reprodutivos em angiospermas (Matallana *et al*. 2005), assim como análises florais morfológicas, ecológicas e fisiológicas estão sendo relacionadas com vetores de polinização (Machado & Lopes 2004). Essas análises podem ajudar na predição dos polinizadores (Faegri & van der Pijl 1979, Dafni & O'Toole 1994, Endress 1994, Proctor *et al*. 1996), caracterizando as síndromes de polinização (Faegri & van der Pijl 1979) que provêm um valioso guia para análises em ecologia reprodutiva (Machado & Lopes 2004).

Os estudos sobre a biologia floral, associados à dispersão de frutos e sementes, contribuem para o entendimento da coevolução entre plantas e animais, principalmente nos trópicos (Fournier 1974, Piña-Rodrigues & Aguiar 1993, Ferraz *et al*. 1999). Assim pesquisas relacionadas à biologia reprodutiva, incluindo polinização e dispersão, em comunidades florestais (Bawa *et al*. 1985, Kress & Beach 1994, Yamamoto *et al*. 2007), no Cerrado (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988, Oliveira & Gibbs 2000, Martins & Batalha 2006, Selwyn & Parthasarathy 2006), e na Caatinga (Machado & Lopes 2004) vem aumentando nos últimos anos.

Além desses, as pesquisas que abordam atributos carpológicos e síndromes de dispersão em comunidades na Floresta Atlântica (Griz & Machado 1998, Talora & Morellato 2000, Spina *et al*. 2001), Caatinga (Griz & Machado 2001, Vasconcelos *et al*. 2010) na Floresta Amazônica (Macedo 1977, Vieira *et al*. 2002) e no Cerrado (Batalha & Mantovani 2000, Ribeiro & Tabarelli 2002, Costa *et al*. 2004) também contribuem para o entendimento da comunidade. E entre os dados relacionados aos atributos biológicos para o ecossistema restinga destacam-se os estudos de Ormond *et al*. (1993), Matallana *et al*. (2005), Medeiros *et al*. (2007), Medeiros *et al*. (2012), Pinheiro *et al*. (2013), Nascimento *et al*. (2021) e Pires *et al*. (2021).

A partir do exposto, o presente estudo tem como objetivo descrever os atributos reprodutivos das espécies de restinga do Centro de Endemismo Pernambuco com a finalidade de responder as seguintes questões: Quais as principais síndromes de dispersão? Existe um tipo de flor mais comum na restinga? Ocorreu variação entre as síndromes de polinização no Centro de Endemismo Pernambuco?

## MATERIAL E MÉTODOS

### Áreas de estudo

O estudo foi desenvolvido em 12 áreas de restingas situadas ao norte do Rio São Francisco, entre as coordenadas 05° 00' 00" e 10° 30' 00" S e 34° 50' 00" e 37° 12' 00" W (Fig. 1) (de Alagoas ao Rio Grande do Norte). Com baixas latitudes da Zona Tropical, em que o predomínio dos ventos alísios confere estabilidade e bom tempo para quase toda a área (RADAMBRASIL 1983). Os solos são arenosos, com teores de areia variando de 98% a 100% nas fisionomias de floresta, no fruticeto e no campo, classificados como neossolos quartzarênicos (EMBRAPA 1999).

Inicialmente, um banco de dados foi montado a partir da compilação dos levantamentos florísticos e fitossociológicos já realizados (Tab. 1). Para a formulação da listagem das espécies do Centro de Endemismo Pernambuco foi definido como critério de inclusão o perímetro a altura do solo > 10 cm.

### Coleta de dados das estratégias reprodutivas

As informações referentes às estratégias reprodutivas das espécies lenhosas foram obtidas a partir de literatura especializada (artigos em periódicos, livros, dissertações e teses) e consultas a órgãos especializados em informações sobre distribuição de plantas, além do conhecimento da biologia das espécies estudadas. A partir dessas informações foi gerado um segundo banco de dados. Posteriormente, as espécies foram classificadas e quantificadas, em termos percentuais, de acordo com os atributos/ recompensas florais e síndromes de polinização e os atributos carpológicos e as síndromes de frutificação.

### Atributos, recompensas florais e síndromes de polinização

Para cada espécie foram registrados os atributos florais, como tamanho, tipo e/ou forma das flores, recurso ou recompensa floral, sistema sexual e síndromes de polinização (Tab. 2). Além dos atributos florais, a maioria das espécies listadas no banco de dados foi classificada de acordo com o tipo e tamanho dos frutos, assim como as síndromes de dispersão de seus respectivos diásporos, a partir da literatura especializada.

Os frutos foram classificados em 19 "tipos" diferentes seguindo o tratamento de Spjut (1994) com algumas adaptações. Alguns tipos foram classificados em subcategorias como a "série II B" - frutos capsulares, outros foram classificados em último nível de categoria, como: nuculânio, drupa, folículo, sâmara, cápsula, esquizocarpo, legume, anfisarca, pixídio, bolota, carcérulos, acrossarco, baga e camara.

Para o critério "tamanho" seguiu-se a sugestão de Ribeiro & Tabarelli (2002) em: pequeno (frutos menores que 0,6 cm de largura), médio (frutos entre 0,6 e 1,5 cm de largura), grande (frutos entre 1,6 e 3,0 cm); e muito grande (frutos maiores que 3,0 cm de largura).

As síndromes de dispersão dos diásporos foram classificadas de acordo com Van der Pijl (1982) adaptadas por Vicente *et al*. (2003) em: abiótica - tipo de dispersão não mediada por animais sendo os diásporos alados, plumosos, em forma de balão, ou seja, dispersos pelo vento ou outra

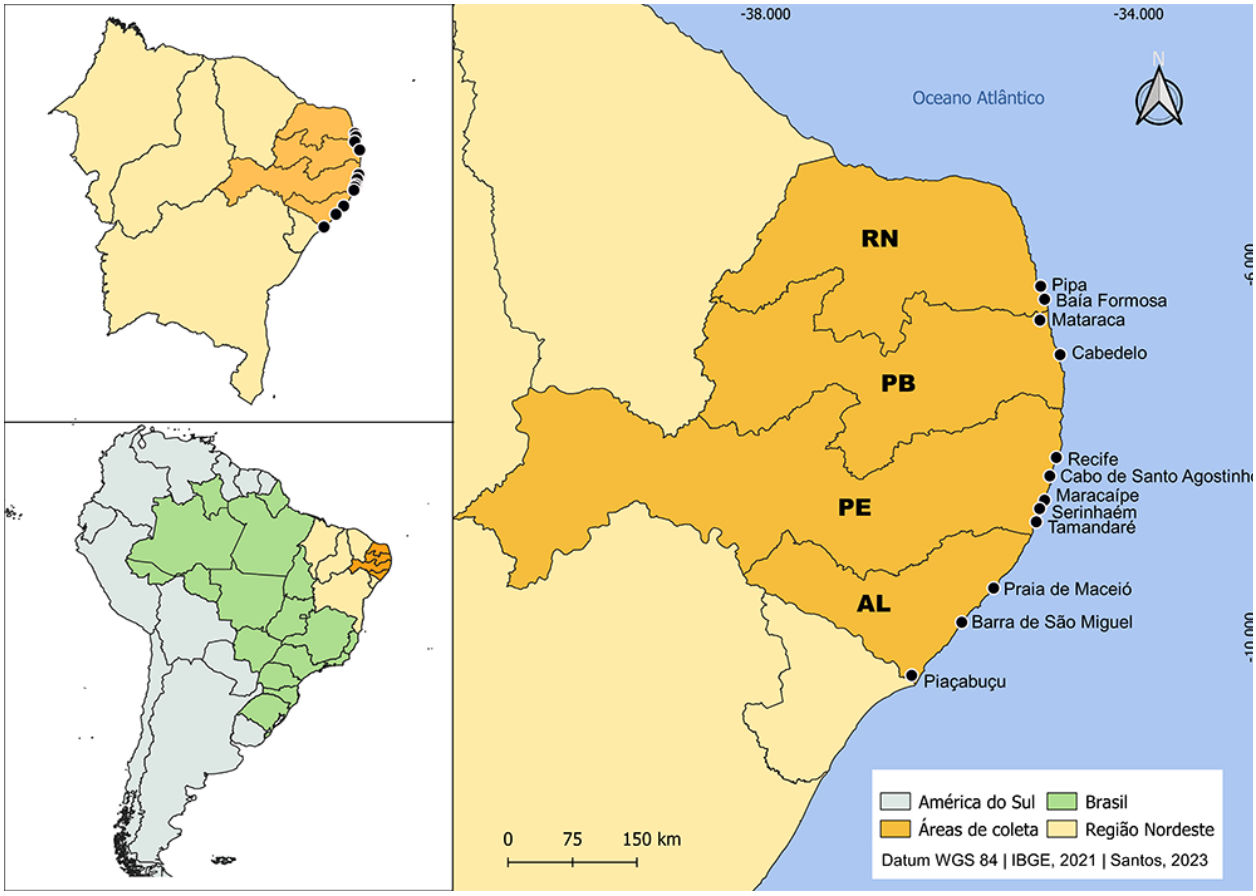


**Figura 1.** Mapa do continente Sul Americano com o Brasil em destaque (cinza escuro), região Nordeste (cinza claro) e Centro de Endemismo Pernambuco (preto), ampliado à direita e com as áreas de restinga estudadas.

**Tabela 1.** Áreas estudadas com suas respectivas referências, coordenadas geográficas, e precipitação média nos últimos dez anos do Centro de Endemismo Pernambuco.

| Áreas – Estados | Referência Bibliográfica | Coordenadas (Latitude) | Precipitação média anual em mm (30 anos) |
|---|---|---|---|
| Barra de São Miguel (AL) | Medeiros *et al*. (2010) | 09º 50' 38" S, 35° 53' 05" W | 2.183 |
| Maceió (AL) | Esteves (1980) | 09º 40' 55" S, 35º 43' 17" W | 2.183 |
| Piaçabuçu (AL) | Rocha (1984) | 10º 25' 19" S, 36º 22' 38" W | 2.183 |
| Tamandaré (PE) | Zickel *et al*. (2015) | 08º 47' 20" S, 35º 06' 45" W | 2.430 |
| Serinhaem (PE) | Cantarelli (2012) | 08º 39' 44" S, 35º 05' 25" W | 2.430 |
| Maracaípe (PE) | Almeida Jr. (2011) | 08º 31' 48" S, 35º 01' 05" W | 2.430 |
| Cabo de Santo Agostinho (PE) | Andrade-Lima (1953) | 08º 21' 30" S, 34º 56' 44" W | 2.430 |
| Recife (PE) | Andrade-Lima (1951) | 08º 06' 36" S, 34º 53' 21" W | 2.430 |
| Mataraca (PB) | Oliveira-Filho e Carvalho (1993) | 06º 36' 03" S, 35º 05' 05" W | 2.141 |
| Cabedelo (PB) | Vicente *et al*. (2014) | 06º 58' 44" S, 34º 50' 01" W | 2.141 |
| Baia Formosa (RN) | Medeiros *et al*. (2014) | 06º 22' 25" S, 35º 00' 54" W | 2.075 |
| Pipa (RN) | Almeida Jr. & Zickel (2012) | 06° 11' 00" S, 35° 17' 30" W | 2.075 |

**Tabela 2.** Atributos, recompensas florais e síndromes de polinização das espécies lenhosas das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco.

| Atributos Florais | Categorias |
|---|---|
| 1. Tamanho Floral | 1) inconspícua (≤ 4 mm); 2) pequena (> 4 ≤ 10 mm); 3) média (> 10 ≤ 20 mm); 4) grande (> 20 ≤ 30 mm); e 5) muito grande (> 30 mm). |
| 2. Tipos Florais | 1 – rotada; 2 – urceolada; 3 – campanulada/infundibuliforme; 4 – estandarte; 5 – personada; 6 – inconspícuo (atribuído a flores muito pequenas, até 4 mm); 7 – penicelada; e 8 – tubo (tubular). |
| 3. Recurso Floral | 1) abrigo/cópula/partes florais (ACPF); 2) néctar; 3) óleo; 4) pólen; e 5) sem recurso. |
| 4. Sistema Sexual | 1) andromonoicas; 2) dioicas; 3) hermafroditas; e 4) monoicas. |
| 5. Síndromes de Polinização | 1) anemofilia/vento; 2) cantarofilia; 3) "adaptação a diversos pequenos insetos" (DPI); 4) esfingofilia; 5) falenofilia; 6) melitofilia; 7) miiofilia; 8) ornitofilia; 9) psicofilia; 10) quiropterofilia; e 11) adaptação a vespas. |

1. Machado & Lopes (2004); 2. Faegri & Pijl (1979), modificados por Machado & Lopes (2004); 3. Faegri & Pijl (1979); Endress (1994); Proctor *et al.* (1996); 4. Richards (1986); 5. Faegri & Pijl (1979) e Proctor *et al.* (1996).

categoria semelhante, além das que possuem mecanismos de "explosão" do fruto e expulsão da semente como as espécies barocóricas (dispersão por gravidade) e biótica - quando apresentam atrativos e/ou fontes alimentares em seus diásporos.

As análises das frequências dos tratamentos florais e carpológicos e sistemas de polinização e dispersão foram analisadas utilizando o Teste G (com $p \leq 0,05$), através do programa Biostat 5.3 (Ayres *et al.* 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram listadas 282 espécies lenhosas nas 12 áreas selecionadas. Os resultados foram detalhados em sequência dos atributos florais e carpológicos. Cabe ressaltar que não foi possível classificar as 282 espécies para cada atributo. E o número de espécies classificadas variou de acordo com o atributo floral ou carpológico analisado.

### Biologia floral

Do total de 282 espécies registradas nas 12 áreas, 225 espécies foram classificadas quanto ao tamanho floral. Observa-se uma maior concentração (32%) de espécies com flores inseridas na categoria "inconspícua", em seguida tem-se as espécies classificadas como "muito grande" (21%), "pequena" (20%), "média" (18%) e as espécies inseridas na categoria "grande", com 9% do total (Fig. 2A).

Do total de 219 espécies, cerca de 50% foram inseridas na categoria "recurso floral", classificadas como "flores que produzem néctar". Em sequência, tem-se flores produtoras de pólen (36%), óleo e abrigo/cópula/partes florais (com 6%, cada). Apenas 2% das espécies apresentam a resina como recurso floral. Na categoria "tipos florais", 55% de um total de 221 espécies foram classificadas como flores do tipo "rotada". As demais espécies foram inseridas nas categorias subsequentes: 15% de "inconspícuo", 11% do tipo "penicelada", 9% tipo "tubo", 5% para "estandarte" e "urceolada" (Fig. 2B).

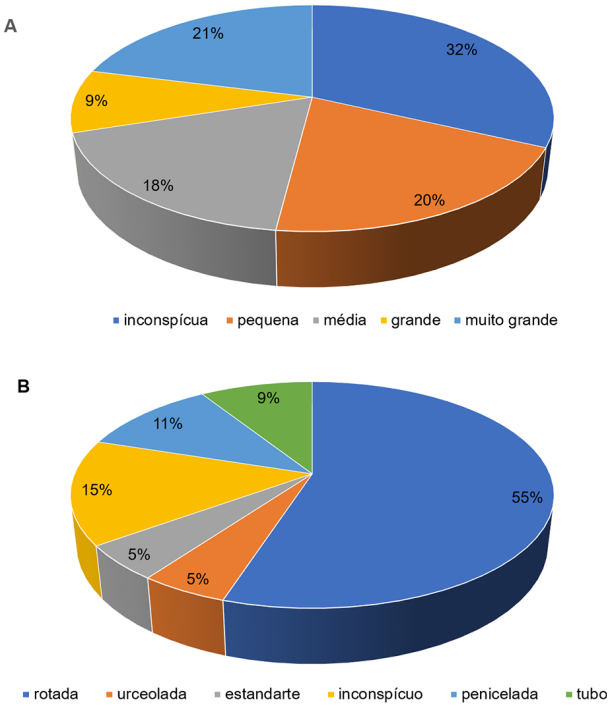


**Figura 2.** Proporções de tamanho da flor (A) de tipos florais (B) de espécies analisadas em cada categoria das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco.

### Síndromes, sistemas de polinização e sistemas sexuais

A melitofilia foi a síndrome mais frequente com 56%, dentre as 243 espécies analisadas, seguida por "DPI" (diversos pequenos insetos) com 11%, cantarofilia e quiropterofilia (7%). As demais categorias tiveram pequenos percentuais, como miiofilia (5%), ornitofilia (4%), anemofilia (3%), psicofilia (2%) e adaptação a vespas (1%). Quanto ao sistema sexual, das 256 espécies classificadas, a maioria foi hermafroditas (74%), seguida de espécies dioicas (13%), monoicas (9%) e as andromonoicas (4%).

Entre a síndrome de dispersão cantarofilia observou-se diferença significativa entre o tipo floral rotada com o tipo

urceolada ($G$ = 12,9508; p = 0,0047, GL = 1) (Tab. 3) e entre o sistema sexual hermafrodita, monoica e andromonoica ($G$ = 15.9378; p < 0.0001, GL = 2). Entre a síndrome DPI foi encontrada diferença significativa entre todos os tamanhos florais analisados ($G$ = 39,9265; p = 0.0031, GL = 4) e entre os tipos florais rotada, inconspícuo, penicelada e tubo ($G$ = 13.1669; p = 0.0043, GL = 3). Também foram encontradas diferenças significativas entre alguns atributos (tipos florais, sistema sexual e tamanho de frutos) e a síndrome quiropterofilia ($G$ = 9.7515; p = 0.0076, GL = 2;

**Tabela 3.** Número de espécies para cada síndrome de polinização com os respectivos tratamentos florais (tamanho floral, recursos florais, tipos florais, sistema sexual, tipo de fruto, tamanho do fruto, síndromes de dispersão). Legenda: ACPF = abrigo/cópula/partes florais.

| | Sistemas de Polinização | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tratamentos florais | Anemofilia | Cantarofilia | Adaptação a vespas | Falenofilia | Psicofilia | Ornitofilia | Dpi | Quiropterofilia | Melitofilia | Miiofilia |
| Tamanho floral | | | | | | | | | | |
| inconspícua | 5 | 2 | 2 | – | – | 1 | 11 | – | 37 | 5 |
| pequena | 1 | 5 | – | 2 | – | 1 | 9 | 2 | 23 | 5 |
| média | 1 | – | – | – | – | 2 | 1 | – | 38 | 1 |
| grande | – | 3 | – | – | 3 | 4 | 3 | 6 | 17 | – |
| muito grande | – | 7 | – | 4 | 1 | 1 | 2 | 10 | 24 | – |
| Recursos florais | | | | | | | | | | |
| acpf | – | 6 | – | – | – | – | – | – | 8 | – |
| néctar | 4 | 1 | 1 | 8 | 2 | 4 | 16 | 14 | 53 | 9 |
| óleo | 3 | – | – | – | – | – | – | – | 14 | – |
| pólen | – | 10 | – | 2 | 2 | 5 | 6 | 4 | 63 | 2 |
| resina | – | – | – | – | – | – | 4 | – | 1 | – |
| Tipos florais | | | | | | | | | | |
| rotada | 3 | 5 | 1 | – | 2 | 6 | 14 | 6 | 87 | 3 |
| urceolada | – | 10 | – | – | – | – | – | – | 1 | – |
| campanulada/ infundibuliforme | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| estandarte | – | – | – | 1 | – | – | – | – | 21 | – |
| inconspícuo | 4 | 1 | – | – | – | – | 7 | – | 13 | 1 |
| penicelada | – | – | – | 3 | 1 | – | 2 | 11 | 11 | – |
| tubo | – | 1 | – | 6 | 1 | 3 | 3 | 1 | 6 | 7 |
| Sistema sexual | | | | | | | | | | |
| hermafrodita | – | 12 | 1 | 10 | 4 | 8 | 7 | 16 | 117 | 11 |
| monoica | 4 | 4 | – | – | – | – | 4 | – | 7 | – |
| dioica | 3 | – | 1 | – | – | 1 | 11 | – | 11 | – |
| androdioica | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| andromonoica | – | 1 | – | – | – | – | 4 | 2 | 4 | – |
| Tipo de fruto | | | | | | | | | | |
| nuculânio | – | 1 | – | | – | – | 1 | – | 8 | 4 |
| drupa | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 | 2 | 5 | 1 | 25 | 3 |
| folículo | – | – | – | 1 | – | 1 | 1 | – | 2 | – |
| sâmara | – | – | – | 2 | – | 1 | – | – | – | – |
| cápsula | 2 | 1 | – | 1 | – | 1 | 5 | 1 | 14 | 1 |
| esquizocarpo | – | – | – | – | – | – | 2 | – | 5 | 1 |
| legume | – | – | – | – | – | 2 | – | 4 | 12 | – |
| amfisarcum | – | – | – | – | – | – | 3 | 2 | – | – |
| pixídio | – | – | – | – | – | – | – | – | 2 | – |
| bolota | 1 | – | – | – | – | – | 1 | – | – | – |
| carcérulos | – | – | – | – | – | – | – | – | 1 | – |
| acrossarco | – | – | – | – | – | – | – | – | 8 | – |

**Tabela 3.** Cont.

| Tratamentos florais | Sistemas de Polinização | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Anemofilia | Cantarofilia | Adaptação a vespas | Falenofilia | Psicofilia | Ornitofilia | Dpi | Quiropterofilia | Melitofilia | Miiofilia |
| baga | 3 | 1 | – | 3 | 1 | 2 | 6 | – | 47 | – |
| câmara | – | – | – | – | – | – | – | 8 | 5 | – |
| trima | – | 1 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| criptocarpo | – | – | – | – | – | – | 1 | – | 1 | – |
| discocarpo | – | 7 | – | – | – | – | 1 | – | 2 | 2 |
| etaerionaro | – | 2 | – | – | – | – | – | – | 1 | – |

$G = 12.3953$; $p = 0.0004$, GL = 1; $G = 30.8857$; $p < 0.0001$, GL = 2). Maiores diferenças foram encontradas entre a síndrome de polinização melitofilia e os atributos florais/carpológicos, como: recursos florais ($G = 125.6906$; $p < 0.0001$, GL = 4), tipos florais ($G = 173.0080$; $p < 0.0001$, GL = 5) e sistema sexual ($G = 219.0416$; $p < 0.0001$, GL = 3) (Tab. 3).

## Atributos carpológicos e síndromes de dispersão

Entre as 263 espécies classificadas quanto aos tipos de frutos, o tipo baga foi predominante (com 23%), seguidos de drupa (19%) e frutos capsulares (17%). Os outros somaram 41% (Fig. 3). Com relação ao atributo "tamanho de fruto", de 247 espécies classificadas, 39% foram considerados como frutos médios, 33% muito grandes, 19% grande e 9% classificados como frutos "pequeno" (Fig. 4 A).

Nas restingas do Centro de Endemismo Pernambuco, a maioria das espécies apresentou dispersão do tipo biótica, com 75%, e abiótica com 25%, de um total de 260 espécies (Fig. 4 B). Nota-se que a maioria dos frutos que possuem síndromes de dispersão biótica está na classificação de frutos carnosos, assim como a maioria dos frutos que foram classificados como "médios" possuem a mesma síndrome (Tab. 4).

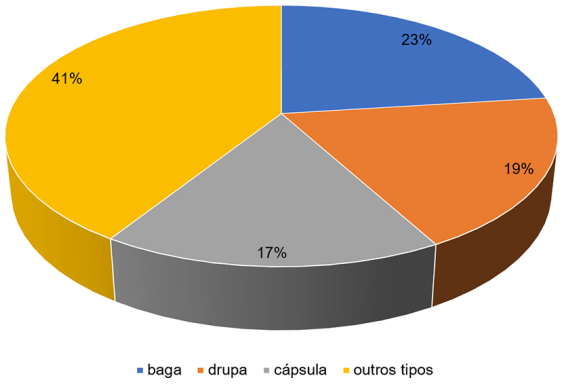


**Figura 3.** Proporção percentual entre tipos de frutos (baga, drupa, cápsula e outros tipos) do total (263) de espécies analisadas em cada categoria das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco.

Foram encontradas diferenças significativas entre os tipos de fruto ($G = 168.0002$; $p < 0.0001$, GL = 14), tamanho de fruto ($G = 36.2921$; $p < 0.0001$, GL = 3) e síndromes de dispersão ($G = 40.3297$; $p < 0.0001$, GL = 1) (Tab. 3).

De forma geral, flores inconspícuas, oferecendo néctar como recurso, abertas, polinizadas por abelhas, hermafroditas, com frutos carnosos, de tamanho médio e síndromes de dispersão biótica são as características dos atributos biológicos em que se enquadra a maioria das espécies lenhosas das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco. Alguns autores (Faegri & van der Pijl 1979, Bawa & Opler 1975, Bawa *et al.* 1985) destacam que as flores muito pequenas, geralmente, estão associadas à polinização não especializada como diversos pequenos

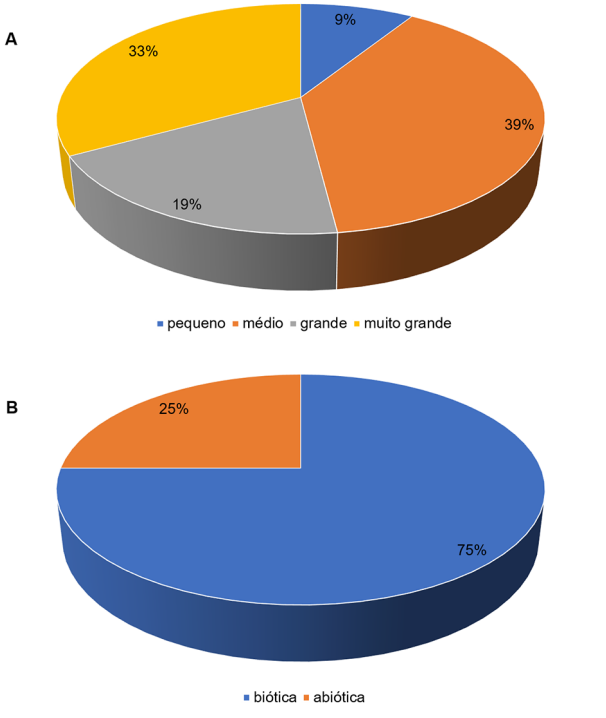


**Figura 4.** Percentual de acordo com tamanho de frutos classificados em pequeno, médio grande e muito grande (A) síndromes de dispersão biótica ou abiótica (B) do total de espécies analisadas em cada categoria (247 e 260 espécies respectivamente) das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco.

**Tabela 4.** Número de espécies que possuem atributos carpológicos (tipo e tamanho de fruto) e, ao mesmo tempo, estratégia de dispersão do tipo biótica ou abiótica nas restingas do Centro de Endemismo Pernambuco.

| Atributos carpológicos | Síndromes de dispersão | |
|---|---|---|
| | Biótica | Abiótica |
| Tipos de fruto | | |
| Nuculânio | 12 | 2 |
| Drupa | 48 | 2 |
| Folículo | – | 5 |
| Sâmara | – | 3 |
| Cápsula | 30 | 11 |
| Esquizocarpo | 6 | 3 |
| Legume | 4 | 14 |
| Anfisarca | 2 | 3 |
| Pixídio | 1 | 1 |
| Bolota | 2 | – |
| Carcérulos | 1 | – |
| Acrosarco | 8 | – |
| Baga | 59 | 1 |
| Câmara | 6 | 6 |
| Trima | 1 | – |
| Criptocarpo | 3 | – |
| Discocarpo | 9 | – |
| Etarionari | 3 | – |
| Lomento | – | 9 |
| total | 134 | 60 |
| Tamanhos do fruto | | |
| Pequeno | 14 | 6 |
| Médio | 88 | 5 |
| Grande | 43 | 3 |
| Muito grande | 41 | 40 |
| total | 186 | 54 |

insetos e pequenas abelhas. Entretanto, considera-se pouco eficiente esse tipo de polinização (Selwyn & Parthasarathy 2006). Esse fato corrobora os dados e as diferenças significativas entre os tratamentos florais e as síndromes de polinização encontradas nas restingas estudadas (Tab. 3).

Em um estudo com espécies nectaríferas da restinga de Maricá (Rio de Janeiro), Ormond *et al*. (1993) ressaltaram que mais de 50% das plantas analisadas utilizam o néctar como principal recurso (Tab. 5). Um alto percentual de espécies nectaríferas também foi maior em outros ecossistemas tropicais (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988, Oliveira & Gibbs 2000, Ramirez *et al*. 1990, Machado & Lopes 2004) superando as espécies que possuem o pólen como recurso principal a ser oferecido aos polinizadores. A proporção de espécies que ofertaram outros tipos de recursos nas restingas estudadas foi semelhante aos estudos anteriormente citados. Em florestas tropicais, são comuns as flores em formato de disco, penicelada, pequenos tubos ou ainda inconspícuas, possibilitando o acesso a diversos polinizadores (Faegri & van der Pijl 1979).

A predominância da melitofilia como principal síndrome de polinização confirma os dados encontrados, tanto em áreas de restinga quanto em outros ecossistemas tropicais. Além disso, essa foi a síndrome que mais apresentou diferenças significativas entre os atributos florais. Espécies polinizadas por diversos pequenos insetos também se destacam em áreas de cerrado, florestas estacionais semideciduais e florestas tropicais chuvosas (Tab. 6). Flores polinizadas por pequenos insetos são pequenas e normalmente do tipo aberta ou disco com características acessíveis devido as recompensas florais (Bawa & Opler 1975, Bawa 1980). A predominância de pequenas abelhas e insetos provavelmente acontece devido à ausência de especificidade (Martins & Batalha 2006, Bawa 1980).

Espécies quiropterófilas, por exemplo, correspondem ao terceiro maior percentual nas áreas de restinga, assemelhando-se aos dados de Machado e Lopes (2004) na Caatinga (Tab. 6). Frutos grandes parecem ser os preferidos dos morcegos nas áreas de restingas, em oposição aos outros tamanhos carpológicos (Tab. 3). Por outro lado, a proporção de espécies ornitófilas encontradas no presente estudo, parece ser equivalente, apenas, a da restinga do Rio de Janeiro (Ormond *et al*. 1993). Essa proporção parece diminuir em áreas de cerrado e aumentar em florestas

com predominância de arbustos, em áreas de caatinga e de floresta úmida (Tab. 6).

Em relação aos sistemas sexuais destaca-se um alto percentual de espécies hermafroditas entre as restingas, com diferenças significativas entre os outros sistemas, principalmente entre besouros, morcegos e abelhas do Centro de Endemismo Pernambuco, sendo este o sistema sexual mais comumente encontrado nas plantas tropicais (Richards 1986). A alta proporção de espécies hermafroditas também foi encontrada em outras pesquisas (Tab. 7), destacando-se o maior valor em áreas de caatinga (Machado & Lopes 2006).

A porcentagem de espécies monoicas foi semelhante à de outras florestas tropicais, como Floresta Atlântica *stricto sensu* (Silva *et al*. 1997), floresta tropical úmida (Ibarra-Manriquez & Oyama 1992), florestas mistas de Dipterocarpaceae (Kato 1996) e, até florestas secas, como a Caatinga (Machado *et al*. 2006). Valores reduzidos relacionados a monoicia foram encontrados no cerrado (Oliveira & Gibbs 2000). Nas demais áreas, mais de 10% de suas espécies foram classificadas como monoicas (Tab. 6).

Nas restingas analisadas, poucas espécies foram consideradas como andromonoicas (Tab. 7). A proporção foi semelhante ao encontrado por Machado *et al*. (2006) na caatinga, porém, menor do que na floresta Tropical Decídua Secundária na Venezuela e da floresta mista de Dipterocarpaceae de Terras Baixas na Malásia (Ruiz-Zapata & Arroyo 1978, Kato 1996).

Já o percentual de espécies dioicas no presente estudo parece seguir o mesmo padrão das outras áreas de restinga analisadas (Tab. 7), sendo menor que as da maioria das florestas úmidas. O valor para florestas secas parece ser semelhante, exceto para as florestas decíduas e semidecíduas (Bawa & Opler 1975, Ruiz-Zapata & Arroyo 1978) e para a caatinga (Machado *et al*. 2006), que apresentou um valor de dioicia reduzido para a flora de angiospermas (Renner & Ricklefs 1995). A relação encontrada entre as espécies dioicas e os ambientes tropicais vem sendo atribuída ao fato de que climas tropicais favorecem o habitat de espécies lenhosas com essa característica (Bawa 1980, Givnish 1980).

Nesses mesmos ambientes, além dos sistemas sexuais, os padrões de distribuição de espécies são altamente dependentes das estratégias de dispersão. Espécies dispersas pelo vento em florestas secas tendem a ter uma distribuição mais ampla; já as espécies dispersas por pássaros e mamíferos em florestas úmidas tem uma maior propensão ao endemismo local (Gentry 1988). Estudos tem apontado para as diferentes tendências na predominância de dispersão em áreas de floresta seca e úmida no Nordeste do Brasil (Vicente *et al*. 2003). Espécies dispersas de forma abiótica tem maior predomínio na vegetação da caatinga (Machado *et al*. 1997, Griz & Machado 2001). Por outro lado, há uma maior predominância de plantas dispersas por vertebrados na vegetação de Floresta Atlântica (Griz & Machado 1998).

Em florestas tropicais, a proporção de espécies diminui das áreas úmidas em direção às secas (Gentry 1988). Em geral, habitats úmidos também apresentam uma alta proporção de espécies com frutos carnosos (Fleming 1979, Howe & Smallwood 1982); conforme registrado nas áreas de restinga (ver Tab. 1). Por outro lado, algumas pesquisas perpassam a ideia de que a dispersão biótica, em se tratando de florestas secas, prevalece em áreas que possuem uma precipitação > 1000 mm. Esta relação entre precipitação com espécies que possuem dispersão do tipo biótica ainda não é totalmente aceita para áreas de vegetação seca (Griz & Machado 2001). Contudo, pesquisas comprovam a relação da dispersão biótica com as florestas úmidas (Talora & Morellato 2000).

Mecanismos de dispersão abióticos (vento, explosão e balística) são mais importantes em inselbergs do que em florestas altas, onde a anemocoria e autocoria estão entre 15 e 20% (Frankie *et al*. 1974, Hilty 1980). Provavelmente, essas diferenças devem-se a disponibilidade restrita dos vetores animais, como também a abertura das copas, além do baixo porte da vegetação nesse ecossistema, que facilita a circulação do vento em qualquer estrato (Arbelelas & Parrado-Rossell 2005).

Os percentuais dos atributos reprodutivos são equivalentes aos de duas outras áreas de restinga do Rio de Janeiro. O que se pode observar em relação às áreas estudadas é que parecem seguir padrões associados a floresta Atlântica (formação vegetal associada ao bioma Floresta Tropical Úmida). Além disso, estes atributos

**Tabela 5.** Número de espécies (entre parênteses percentuais) enquadradas em categorias de recursos florais: néctar, pólen, óleo, resina, ACPF (abrigo, cópula ou partes florais), nos diversos ecossistemas tropicais. *Análises realizadas apenas com espécies nectaríferas. Hífen (-) significa ausência do dado.

| Recurso floral | Restinga (presente estudo) | Restinga (Ormond *et al*. 1993)* | Savana, cerrado (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988) | Savana, cerrado (Oliveira & Gibbs 2000) | Floresta tropical (arbustiva) (Ramirez et al. 1990) | Floresta seca, caatinga (Machado & Lopes 2004) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Néctar | 108 (50) | 141 (62) | 128 (45.9) | 40 (70.2) | 20 (40.8) | 103 (71.5) |
| Pólen | 79 (36) | – | 46 (16.5) | 11 (19.3) | 13 (2.5) | 22 (15.3) |
| Óleo | 14 (6) | – | 10 (3.6) | 2 (3.5) | – | 13 (9) |
| Resina | 5 (2) | – | – | – | 2 (4.1) | 2 (1.4) |
| ACPF | 13 (6) | – | 6 (2.2) | – | | 0 |
| Total | 219 | 141 | 190 | 53 | 35 | 140 |

**Tabela 6.** Percentual dos sistemas de polinização anemofilia, cantarofilia, adaptação a vespas, falenofilia, psicofilia, ornitofilia, dpi (diversos pequenos insetos), quiropterofilia, melitofilia e miiofilia, no presente estudo e em outras comunidades tropicais. *Análises realizadas apenas com espécies nectaríferas. [1]Somatório dos percentuais entre os sistemas de polinização falenofilia e psicofilia. [2]Dados relacionados à polinização não especializada. (-) = representa ausência do dado.

| Síndromes de polinização | Restinga (presente estudo) | Restinga (Ormond *et al.* (1993)* | Savana, Cerrado (Silberbauer–Gottsberger & Gottsberger 1988) | Savana Cerrado (Oliveira & Gibbs 2000) | Floresta Tropical (arbustiva) (Ramirez et al. 1990) | Floresta seca, Caatinga (Machado e Lopes 2004) | Floresta tropical semidecidual (Yamamoto *et al*. 2007) | Floresta tropical úmida (Bawa *et al*. 1985) | Floresta tropical úmida (Kress e Beach 1994) | Floresta Dipterocarpaceae (Kato 1996) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Anemofilia | 3.0 | – | 13.6 | 0.0 | 8.2 | 2.0 | 1.7 | 2.5 | 2.5 | 0.0 |
| Cantarofilia | 7.0 | – | 2.8 | 2.0 | 2.7 | 0.7 | 2.3 | 7.3 | 12.7 | 2.4 |
| Adaptação a vespas | 1.0 | – | – | – | – | 1.3 | – | 4.3 | 2.5 | 2.4 |
| Falenofilia | 4.0 | 29.8[1] | 2.2[1] | 12.0 | 10.9[1] | 1.3 | 6,4 | 7.9 | 8.0 | 2.4 |
| Psicofilia | 2.0 | | – | 0.0 | – | 3.9 | 4.1 | 4.9 | 4.3 | 2.4 |
| Ornitofilia | 4.0 | 5.4 | 1.8 | 2.0 | 12.3 | 15.0 | 3.5 | 4.3 | 14.9 | – |
| Dpi | 11.0 | – | – | 49.0 | – | 12.4 | 20,9[2] | 15.8 | 11.2 | – |
| Quiropterofilia | 7.0 | 2.1 | 1.8 | 3.0 | – | 13.1 | 4.1 | 3.0 | 3.6 | 0.0 |
| Melitofilia | 56.0 | 40.8 | 65.2 | 32.0 | 56.2 | 30.5 | 50.6 | 41.5 | 38.4 | 70.7 |
| Miiofilia | 5.0 | 17.8 | 10.4 | – | 9.6 | 0.0 | 6.4 | – | 1.8 | 7.3 |

**Tabela 7.** Frequência (%) dos sistemas sexuais (hermafrodita, monoica, andromonoica e dioica) em espécies das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco comparadas com as de comunidades Neotropicais e Paleotropicais.

| Estudos em comunidades tropicais | Hermafroditas (%) | Monoicas (%) | Andromonoicas (%) | Dioicas (%) |
|---|---|---|---|---|
| Vegetação com influência marinha | | | | |
| Restinga, Brasil (presente estudo) | 74.0 | 9.0 | 4.0 | 13.0 |
| Restinga, Brasil (Ormond *et al*. 1991) | 75.6 | 14.2 | - | 10.2 |
| Restinga, Brasil (Matallana *et al*. 2005) | 75.0 | 11.0 | - | 14.0 |
| Florestas Úmidas | | | | |
| Floresta úmida, Brasil (Silva *et al*. 1997) | 78.9 | 8.5 | - | 12.6 |
| Floresta úmida, Costa Rica (Kress e Beach 1994) | 70.2 | 12.4 | - | 17.4 |
| Floresta úmida, Costa Rica (Bawa *et al*. 1985) | 65.5 | 11.4 | - | 23.1 |
| Floresta úmida, Mexico (Ibarra-Manriquez e Oyama 1992) | 63.0 | 9.0 | - | 27.0 |
| Floresta mista de Dipterocarpaceae de terras baixas, Malásia (Kato 1996) | 80.5 | 7.3 | 12.2 | - |
| Florestas Secas | | | | |
| Caatinga, Brasil (Machado *et al*. 2006) | 83.0 | 9.5 | 4.8 | 2.7 |
| Savana, 'Cerrado', Brasil (Oliveira e Gibbs 2000) | 80.0 | 5.0 | - | 15.0 |
| Floresta tropical semidecídua, México (Bullock 1985) | 70.2 | 14.9 | 2.0 | 13.0 |
| Floresta tropical decídua (Tabla & Bullock 2002) | 70.2 | 17.6 | - | 12.3 |
| Floresta tropical Semidecidual, Costa-Rica (Bawa 197, Bawa & Opler 1975) | 68.0 | 10.0 | - | 22.0 |
| Floresta tropical decíduas secundárias, Venezuela (Ruiz-Zapata & Arroyo 1978) | 63.7 | - | 13.6 | 22.7 |

também são similares aos de outras florestas tropicais, com algumas variações, de acordo com as mudanças fisionômicas e abióticas dos ecossistemas.

No presente estudo foram observados quais atributos reprodutivos predominam nas espécies das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco. As características reprodutivas podem ser um bom indicativo para selecionar espécies para trabalhos relacionados à recuperação desse ecossistema, devido a variação de estratégias de sobrevivência, que estão associadas a fatores intrínsecos às plantas. Se estas estratégias ou adaptações estruturais e funcionais forem melhor entendidas, proverão como base para compreender o funcionamento das restingas, sendo uma importante ferramenta para aplicação em relação a restauração desse ecossistema cada vez mais antropizado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, pode-se ressaltar a importância do presente estudo para as áreas restingas do Centro de Endemismo Pernambuco diante da representatividade das síndromes melitofilia, "diversos pequenos insetos", cantarofilia e quiropterofilia. Além disso, os atributos mais comuns nas espécies lenhosas das restingas foram flores inconspícuas, abertas, hermafroditas, que possuem néctar como recurso, polinizadas por abelhas, juntamente com frutos carnosos, que apresenta tamanho médio e dispersão biótica. As síndromes que apresentaram variação significativa foram "diversos pequenos insetos", devido aos tamanhos e tipos florais; a quiropterofilia pelos tipos florais, sistema sexual e tamanho de frutos e a melitofilia devido aos recursos e tipos florais e o sistema sexual.

Diante disso, os dados registrados contribuem para o conhecimento das espécies que se desenvolvem em áreas de restinga, para a compreensão da dinâmica da comunidade lenhosa em relação as síndromes de polinização e dispersão. Possibilitando a indicação de espécies que desenvolvem nas áreas litorâneas do Nordeste do Brasil para ações de manejo e conservação.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de doutorado que possibilitou a execução da pesquisa (finance code 001). Aos pesquisadores do Herbário Dárdano de Andrade Lima do IPA (Instituto de Pesquisas Agropecuárias) em nome da Dra. Rita de Cássia Pereira pela atenção e disponibilidade no herbário.

## REFERÊNCIAS

Arbelelas, M. V. & Parrado-Rossell, A. 2005. Seed dispersal modes of the sandstone Plateau vegetation of the middle Caquetá river region, Colombiam Amazonia. Biotrópica 37: 64-72.

Ayres, M.; Ayres Jr., M.; Ayres, D. L. & Santos, A. S. S. 2007. Biostat: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Brasil.

Batalha, M. A. & Mantovani, W. 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé de Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. Revista Brasileira de Biologia 60: 129-145.

Bawa, K. S. 1974. Breeding systems of tree species of lowland tropical community. Evolution 28: 85-92.

Bawa, K. S. & Opler, P. A. 1975. Dioecism in tropical forest trees. Evolution 29: 167-179.

Bawa, K. S. 1980. Evolution of dioecy in flowering' plants. Annual Review of Ecology and Systematics 11: 15-39.

Bawa, K. S.; Bullock, S. H.; Perry, D. R.; Coville, R. E. & Grayum, M. H. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination systems. American Journal of Botany 72: 346–356.

Bullock, S. H. 1995. Plant reproduction in neotropical dry forests. *In* Seasonally dry tropical forests (Bullock, S. H., Mooney, H. A. & Medina, E., eds.). Cambridge University Press, Cambridge, p. 277-303.

Costa, I. R.; Araújo, F. S. & Lima-Verde, L. W. 2004. Flora e aspectos auto-ecológicos de um encrave de cerrado na chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. Acta Botanica Brasilica 18: 759-770.

Cunha, A. A.; Cruz, C. B. M. & Fonseca, G. A. B. 2019. Legal Atlantic Forest (Mata Atlântica Legal): integrating biogeography to public policies towards the conservation of the biodiversity hotspot. Sustainability in Debate 10(3): 320-353.

Dafni, A. & O'Toole, C. 1994. Pollination syndromes in the Mediterranean: generalizations and peculiarities. *In* Plant–animal interactions in Mediterranean-type ecosystems (M. Arianoutsou & R.H. Groves, eds.). Netherlands: Kluwer Academic Publishers, p. 125-135.

EMBRAPA. 1999. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos.

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

Faegri, K. & van der Pijl, L. 1979. The principles of pollination ecology, 3rd edition. Oxford: Pergamon.

Ferraz, K. D.; Artes, R.; Mantovani, W. & Magalhães, L. M. 1999. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. Revista Brasileira Biologia 59: 305-315.

Fleming, T. H. 1979. Do tropical frugivores compete for food? American Zoologist 19: 1157-1172.

Fournier, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en arboles. Turrialba 24: 422-423.

Frankie, G. W.; Baker, H. G. & Opler, P. A. 1974. Comparative phonological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowlands Costa Rica. Journal of Ecology 62: 881-919.

Freire, M. S. B. 1990. Levantamento florístico do Parque Estadual das Dunas do Natal. Acta Botanica Brasilica 4: 41-59.

Gentry, A. H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. Annals of the Missouri Botanical Garden 75: p.1-34.

Givnish, T. J. 1980. Ecological constraints on the evolution of bre6ding systems in seed plants: dioecy and dispersal in gymnosperms. Evolution 34: 959-972.

Griz, L. M. S. & Machado, I. C. 1998. Aspectos morfológicos e síndromes de dispersão de frutos e sementes na Reserva Ecológica de Dois Irmãos. *In* Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (I. C. Machado, A. V. Lopes & K. C. Porto, eds.). Recife: Dois Irmãos, p. 197-224.

Griz, L. M. S. & Machado, I. C. 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.

Hilty, S. L. 1980. Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in pacific Colombia. Biotropica 12: 292-306.

Howe, H. F. & Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. Annual Review of Ecology and Systematics 13: 201-228.

Ibarra-Manriquez, G. & Oyama, K. 1992. Ecological correlates of reproductive traits of Mexican rain forest trees. American Journal of Botany 79: 283-394.

Kato, M. 1996. Plant-pollinator interactions in the understory of a lowland mixed dipterocarp forest in Sarawak. American Journal of Botany 83: 732-743.

Kress, W. J. & Beach, J. H. 1994. Flowering plant reproductive systems. *In* La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest (L.A. Mcdade, K.S. Bawa, H. Hespenheide & G. Hartshorn, eds.). Chicago: University of Chicago Press, p. 161-182.

Macedo, M. 1977. Dispersão de plantas lenhosas de uma campina amazônica. Acta Amazônica 7: 1-69.

Machado, I. C. S.; Barros, L. M. & Sampaio, E. V. S. B. 1997. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. Biotropica 29: 57-68.

Machado, I. C. & Lopes, A. V. 2004. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. Annals of Botany 94: 365-376.

Machado, I. C.; Lopes, A. V. & Sazima, M. 2006. Plant sexual systems and a review of the breeding system studies in the caatinga, a Brazilian tropical dry forest. Annals of Botany 97: 277-287.

Martins, F. Q. & Batalha, M. A. 2006. Pollination systems and floral traits in cerrado woody species of the upper Taquari Region (central Brazil). Brazilian Journal of Biology 66: 543-552.

Matallana, G.; Wendt, T.; Araujo, D. S. D. & Scarano, F. R. 2005. High abundance of dioecious plants in a tropical coastal vegetation. American Journal of Botany 92: 1513-1519.

Medeiros, D. P. W.; Lopes, A. V. & Zickel, C. S. 2007. Phenology of woody species in tropical coastal vegetation, northeastern Brazil. Flora 202: 513-520.

Medeiros, D. P. W.; Alves, M. C. J. L.; Lima, P. B.; Almeida Jr., E. B. & Zickel, C. S. 2012. Síndromes de polinização, dispersão e tipologia de frutos: uma análise das espécies lenhosas da restinga da RPPN de Maracaípe, Ipojuca, PE. *In* Ecologia e conservação de ecossistemas no Nordeste do Brasil (A. C. A. El-Deir, G. J. B. Moura & E. L. Araújo, orgs.). Recife, PE: NUPEEA, p. 163-188.

Metzger, J. P.; Martensen, A. C.; Dixo, M.; Bernacci, L. C.; Ribeiro, M. C.; Teixeira, A. M. G. & Pardini, R. 2009. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic Forest region. Biological Conservation 142: 1166–1177.

Nascimento, A. D.; Costa, L. B. S.; Lacerda, D. M. A. & Almeida Jr., E. B. 2021. Woody plants phenology of the coastal dunes in eastern Amazon, Brazil. Brazilian Journal of Botany 44(2): 1-12.

Oliveira, P. E. & Gibbs, P. E. 2000. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. Flora 195: 311-329.

Ormond, W. T.; Pinheiro, M. C. B.; Lima, H. A.; Correia, M. C. R. & Pimenta, M. L. 1993. Estudo das recompensas florais das plantas da restinga de Marica – Itaipuaçu, RJ. I – Nectaríferas. Bradea 6: 179-195.

Pinheiro, T. S.; Lima, L. F.; Lima, P. B.; Almeida Jr., E. B.; Santos-Filho, F. S. & Zickel, C. S. 2013. Síndromes de polinização e dispersão de espécies arbustivo-arbóreas da restinga de Luiz Correia, Piauí. *In* Biodiversidade do Piauí: pesquisas & perspectivas (F. S. Santos-Filho, E. B. Almeida Jr. & A. F. C. L. Soares, orgs.). v. 2. Curitiba: CRV, p. 61-72.

Pires, C. S.; Nascimento, A. D. & Almeida Jr., E. B. 2021. Dispersão de frutos e sementes do componente lenhoso nas dunas da Praia de São Marcos, São Luís, Maranhão, Brasil. Biota Amazonia 11(1): 68-74.

Piña-Rodrigues, F. C. M. & Aguiar, I. B. 1993. Maturação e dispersão de sementes. *In* Sementes florestais tropicais (I. B. Aguiar, F. C. M. Piña-Rodrigues, M. B. Figliolia, eds.). Brasília: ABRATES, p. 215-274.

Proctor, M.; Yeo, P. & Lack, A. 1996. The natural history of pollination. London: Harper Collins Publishers.

RADAMBRASIL. 1983. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal. Projeto RADAMBRASIL, Rio de Janeiro, p. 301-339.

Ramírez, N. & Brito, Y. 1990. Reproductive biology of a tropical palm swamp community in the Venezuelan Llanos. American Journal of Botany 77: 1260-1271.

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: 383-397.

Renner, S. & Rickleffs, R. 1995. Dioecy and its correlates in the flowering plants. American Journal of Botany 82: 596-606.

Ribeiro, L. F. & Tabarelli, M. 2002. A structural gradient in cerrado vegetation of Brazil: changes in woody plant density, species richness,

life history and plant composition. Journal of Tropical Ecology 18: 775-794.

Richards, A. J. 1986. Plant breeding systems. London: George Allen e Unwin.

Ruiz-Zapata, T. & Arroyo, M. T. K. 1978. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. Biotropica 10: 221-230.

Scarano, F. R. 2002. Structure, function and floristic ralationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. Annals of Botany 90: 517-524.

Selwyn, M. A. & Parthasarathy, N. 2006. Reproductive traits and phenology of plants in tropical dry evergreen forest on the Coromandel coast of India. Biodiversity and Conservation 15: 3207-3234.

Silberbauer-Gottsberger, I. & Gottsberger, G. 1988. A polinização de plantas do Cerrado. Revista Brasileira de Biologia 48: 651-663.

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. *In* Serra de Macaé de Cima: Diversidade Florística e Conservação em Mata Atlântica (H. C. Lima & R. R. Guedes-Bruni, eds.). Rio de Janeiro: Jardim Botânico, p. 187-211.

Silva, J. M. C. & Casteleti C. H. M. 2003. Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. *In* The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook (C. Galindo-Leal & I. G. Câmara, eds.). Washington: Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, p. 43-59.

Silva, S. S. L.; Medeiros, D. P. W.; Almeida Jr., E. B.; Pessoa, L. M. & Zickel, C. S. 2010. Fenologia de espécies lenhosas de uma restinga na APA de Guadalupe, litoral sul de Pernambuco. *In* Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos (U. P. Albuquerque, A. N. Moura & E. L. Araújo, eds.). v.2. Bauru, SP: Canal6/Recife, PE: NUPEEA, p. 413-435.

Spina, A. P.; Ferreira, W. M. & Leitão-Filho, H. F. 2001. Floração, frutificação e síndromes de dispersão de uma comunidade de floresta de brejo na região de Campinas (SP). Acta Botanica Brasilica 3: 289-450.

Spjut, R. W. 1994. A systematic treatment of fruit types. Memoirs of the New York Botanical Garden, volume 70. Bronx, New York.

Tabarelli, M.; Aguiar, A. V.; Ribeiro, M. C.; Metzger, J. P. & Peres, C. A. 2010. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. Biological Conservation 143: 2328-2340.

Talora, D. C. & Morellato, L. P. C. 2000. Fenologia das espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Botânica 1: 13-26.

Ule, E. 1901. Die vegetation von Cabo Frio na der Kuste von Brasilien. Botany Jarhburg Systematic 28: 511-528.

Van der Pijl, L. 1982. Principles of dispersal in higher plants. Berlim; Springer-Verlag.

Vasconcelos, S. F.; Araújo, F. S. & Lopes, A. V. 2010. Phenology and dispersal modes of wood species in the Carrasco, a tropical deciduous shrubland in the Brazilian semiarid. Biodiversity and Conservation 19: 2263-2289.

Vicente, A.; Santos, A. M. M. & Tabarelli, M. 2003. Variação no modo de dispersão de espécies lenhosas em um gradiente de precipitação entre floresta seca e úmida no nordeste do Brasil. *In* Ecologia e conservação da Caatinga (I. Leal, M. Tabarelli, J. M. C. Silva, eds.). Recife, Editora Universitária da UFPE, p. 657-694.

Vieira, D. L. M.; Aquino, F. G.; Brito, M. A.; Fernandes-Bulhão, C. & Henriques, R. P. B. 2002. Síndromes de dispersão de espécies arbustivo-arbóreas em cerrado sensu stricto do Brasil Central e savanas amazônicas. Revista Brasileira de Botânica 25: 215-220.

Yamamoto, L. F.; Kinoshita, L. S. & Martins, F. R. 2007. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da floresta estacional semidecídua Montana, SP Brasil. Acta Botanica Brasilica 21: 553-573.

Zickel, C. S.; Vicente, A.; Almeida Jr., E. B.; Cantarelli, J. R. R. & Sacramento, A. C. 2004. Flora e vegetação das restingas no Nordeste Brasileiro. *In* Oceanografia: um cenário tropical (E. Eskinazi-Leça, S. Neumann-Leitão & M. F. Costa, eds.). Recife Bargaço, p. 689-701.