



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I- CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BACHARELADO)**

TAMYRES MICAELY GOMES DOS SANTOS

**SÍNDROMES FLORAIS E DE DISPERSÃO EM ESPÉCIES LENHOSAS NO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**CAMPINA GRANDE
2022**

TAMYRES MICAELY GOMES DOS SANTOS

**SÍNDROMES FLORAIS E DE DISPERSÃO EM ESPÉCIES LENHOSAS NO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharelado em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ecologia Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes

Coorientador: Me. Gilbevan Ramos de Almeida

**CAMPINA GRANDE
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S237s Santos, Tamyres Micaely Gomes dos.
Síndromes florais e de dispersão em espécies lenhosas no semiárido brasileiro [manuscrito] / Tamyres Micaely Gomes dos Santos. - 2022.
31 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2022.

"Orientação : Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes , Departamento de Biologia - CCBS."

"Coorientação: Prof. Me. Gilbevan Ramos de Almeida , Departamento de Biologia - CCBS."

1. Semiárido. 2. Biologia reprodutiva. 3. Serviços ecossistêmicos. 4. Florestas tropicais. I. Título

21. ed. CDD 582.10

TAMYRES MICAELY GOMES DOS SANTOS

SÍNDROMES FLORAIS E DE DISPERSÃO EM ESPÉCIES LENHOSAS NO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharelado em Ciências Biológicas.

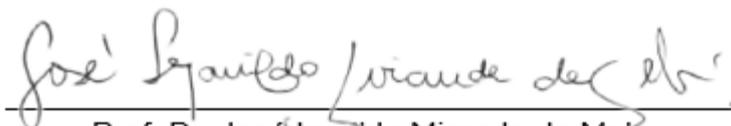
Área de concentração: Ecologia Vegetal.

Aprovada em: 22/07/2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. José Iranildo Miranda de Melo
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Ma. Fernanda Kalina da Silva Monteiro
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Aos meus pais, pela dedicação,
companheirismo e amizade, DEDICO.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Localização das áreas estudadas em duas mesorregiões da Paraíba (em vermelho), Brasil (a), em destaque das mesorregiões (b). A cor *raster* representa o gradiente de déficit hídrico. Os eixos x e y representam as coordenadas longitudinais e latitudinais, respectivamente..... **10**
- Figura 2.** Número de espécies (média \pm SD) dentro das categorias de características reprodutivas de plantas e estratégias de dispersão que apresentaram as espécies lenhosas da Caatinga, Nordeste do Brasil, dentro de cada parcela amostrada. Tamanho da flor (a), recompensas florais (b), modo de dispersão (c) sistema sexual (d) tipos de frutos (Anf= anfisarca, Bag= Baga, Cap=Cápsula, Cra=Cráspedio, Dru=Drupa, Esq=Esquizocarpo, Leg=Legume, Nuc=Núcula, Sam=Sâmara) (e), sistema reprodutivo (f) e sistema de polinização (Abe= Abelha, Bei= Beija-flor, Bes= Besouro, Bor=Borboleta, For= Formiga, Mor= Morcego, Ves=Vespa) (g)..... **16**
- Figura 3.** Representação gráfica da abundância dos indivíduos dentro dos atributos reprodutivos das espécies lenhosas na Caatinga incluídas neste estudo..... **19**
- Figura 4.** Fotos de espécies deste estudo..... **30**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classes de atributos reprodutivos com respectivas categorias utilizadas neste estudo.....	12
Tabela 2: Lista das famílias e espécies e o nome comum das espécies deste estudo.....	13
Tabela 3: Classes de atributos reprodutivos com seus respectivos números e percentuais de Riqueza e Abundância de espécies deste estudo.....	17

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	MATERIAIS E MÉTODOS	10
2.1	Áreas de estudo.....	10
2.2	Amostragem da estrutura e composição da vegetação.....	10
2.3	Atributos reprodutivos das plantas.....	11
2.4	Análises estatísticas.....	12
3	RESULTADOS	13
3.1	Descrição das espécies lenhosas da Caatinga incluídas neste estudo....	13
3.2	Prevalência da riqueza de espécies nos atributos reprodutivos de plantas.....	14
3.3	Prevalência da abundância de indivíduos nos atributos reprodutivos das plantas	18
4.	DISCUSSÃO	20
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
	REFERÊNCIAS	23
	APÊNDICE A	30
	AGRADECIMENTOS	31

SÍNDROMES FLORAIS E DE DISPERSÃO EM ESPÉCIES LENHOSAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

FLORAL AND DISPERSION SYNDROMES IN WOODY SPECIES IN THE BRAZILIAN SEMI-ARID

Tamyres Micaely Gomes dos Santos*

RESUMO

Os atributos reprodutivos das plantas são caracterizados como respostas do processo evolutivo por serem fundamentais na evolução das angiospermas. Além disso, as estratégias reprodutivas das plantas variam em resposta às mudanças de fatores ambientais. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a variação e composição das síndromes florais e de dispersão de espécies lenhosas da Caatinga no Estado da Paraíba-Nordeste do Brasil, que envolve espécies de plantas caducifólias, árvores de baixa estatura e copas abertas. Para as coletas de dados, foram plotadas, de forma aleatória, 16 parcelas com dimensões de 50 m x 20 m (1000 m²). Em cada parcela, foram incluídos todos os indivíduos arbustivo-arbóreos com diâmetro ao nível do solo ≥ 3 cm e ≥ 1 metro e os espécimes foram identificados em nível de espécie. Para os atributos reprodutivos, foram levados em consideração as seguintes características reprodutivas: Características florais (morfologia: tipo, formato, cor e tamanho), sistemas de polinização, sistemas sexuais, sistemas reprodutivos, recompensas florais, tipos de frutos e seu modo de dispersão. No total, foram analisadas as estratégias reprodutivas de 4064 plantas lenhosas, pertencentes a 16 famílias, 34 gêneros e 39 espécies. Os resultados apontam que as espécies lenhosas da Caatinga diversificam suas estratégias reprodutivas e se adaptam ao meio para conseguir sobreviver. Foram destacados os resultados quanto a riqueza e abundância para cada atributo, dos quais apontam que a maioria das espécies incluídas nesse estudo apresentam flores de tamanho “inconspícuo” e oferecem pólen e néctar como recompensa floral principal. Além disso, a maioria das espécies estudadas são polinizadas por abelhas. O sistema reprodutivo em termos de riqueza foi o autocompatível e, em termos de abundância, o autoincompatível. Para os sistemas sexuais, os resultados apontaram que o mais comum é o hermafrodita. Os frutos do tipo cápsula, baga e drupa foram os mais presentes na maioria das espécies estudadas, sendo a autocoria o tipo de dispersão mais comum. Dessa forma, os resultados demonstram as estratégias e adaptações que as lenhosas do semiárido Brasileiro do Estado da Paraíba- Nordeste do Brasil apresentam. De modo a auxiliar a produção de futuros trabalhos que visem a redução dos impactos antrópicos negativos, desenvolvendo técnicas de manejo e políticas que viabilizem a conscientização e a conservação ecológica, mantendo o fluxo dos serviços ecossistêmicos.

Palavras-chave: Biologia Reprodutiva; Semiárido; Serviços Ecosistêmicos; Florestas Tropicais Sazonalmente Secas.

ABSTRACT

The reproductive attributes of plants are characterized as responses to the evolutionary process because they are fundamental in the evolution of angiosperms. In addition, plant reproductive strategies vary in response to changing environmental factors. The present work aimed to evaluate the variation and composition of floral and dispersion syndromes of woody species of the Caatinga in the State of Paraíba-Northeast of Brazil, which involves species of deciduous plants, short trees and open canopies. For data collection, 16 plots measuring 50 m x 20 m (1000 m²) were randomly plotted. In each plot, all shrub-tree individuals with diameter at ground level ≥ 3 cm and ≥ 1 meter were included and specimens were identified at species level. For reproductive attributes, the following reproductive characteristics were taken into account: Floral characteristics (morphology: type, shape, color and size), pollination systems, sexual systems, reproductive systems, floral rewards, types of fruits and their mode of dispersion. In total, the reproductive strategies of 4064 woody plants belonging to 16 families, 34 genera and 39 species were analyzed. The results indicate that the woody species of the Caatinga diversify their reproductive strategies and adapt to the environment in order to survive. The results regarding richness and abundance for each attribute were highlighted, which indicate that most of the species included in this study have flowers of "inconspicuous" size and offer pollen and nectar as the main floral reward. In addition, most species studied are pollinated by bees. The reproductive system in terms of wealth was self-compatible and, in terms of abundance, self-incompatible. For sexual systems, the results showed that the most common is the hermaphrodite. Capsule, berry and drupe fruits were the most present in most of the species studied, with autochory being the most common type of dispersion. In this way, the results demonstrate the strategies and adaptations that the woody woods of the Brazilian semi-arid region of the State of Paraíba-Northeast of Brazil present. In order to help the production of future works aimed at reducing negative anthropic impacts, developing management techniques and policies that enable awareness and ecological conservation, maintaining the flow of ecosystem services.

Keywords: Reproductive Biology; Semi-arid; Ecosystem Services; Seasonally Dry Tropical Forests.

*Tamyres; tamyres47@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

O sucesso reprodutivo e evolutivo das plantas é resultado de adaptações e estratégias para garantir a sua conquista de espaço e sobrevivência. Os fatores abióticos, como o clima, características edáficas, luminosidade e precipitação (GIVNISH, 1984), promovem adaptações estratégicas na anatomia e fisiologia das plantas que possibilitam a sua relação e adaptação com o meio em que está estabelecida (SCHLICHTING, 1986; RITO *et al.* 2017), garantindo a sua sobrevivência.

Os atributos reprodutivos das plantas, isto é, a fenologia da floração e frutificação, dispersão e polinização (LIMA & RODAL, 2010), são caracterizados como processo evolutivo por serem fundamentais na evolução das angiospermas (RAVEN *et al.* 2001). De acordo com Ricklefs (1996), os frutos possuem alguns fatores importantes para a sua caracterização, como o tamanho, a estrutura, a cor e a sua posição na planta. Todos estes fatores auxiliam na propagação das sementes, evento

que ajuda na estruturação das comunidades devido a sua influência sob a distribuição espacial, a riqueza e abundância das espécies, assim como na fenodinâmica, que são os ciclos fenológicos de uma espécie (JANZEN, 1970; SMITH, 1973; HEITHAUS, 1974; SILVA *et al.* 2019).

As espécies de plantas utilizam diferentes estratégias para a dispersão de suas sementes que variam de acordo com a sua adaptação e tem como objetivo auxiliar o seu estabelecimento, sobrevivência e perpetuação (HANDRO, 1969). A propagação de sementes pode ocorrer por meio de um visitante na procura de recursos para si ou para alimentar a prole (WESTERKAMP, 1996), além de que a dispersão pode acontecer tanto na interação animal-planta (zoocórica) ou pode ser classificada em três outros diferentes tipos: autocórica, em que a dispersão é feita pela própria planta; anemocórica, em que a semente é dispersa com o auxílio do vento e barocórica, em que a propagação ocorre pelo peso da própria semente e em seguida disseminada por animais (CONSOLARO *et al.* 2019). As estratégias reprodutivas variam entre ambientes mais secos e ambientes mais úmidos, partindo tanto de uma escala continental quanto a uma escala local (GENTRY, 1995).

Um exemplo de ambiente mais seco são as Florestas Tropicais Sazonalmente Secas (SDTF), que de acordo com Pennington *et al.* (2009) apresentam irregularidades climáticas com precipitação de 500-1800 mm e a estação seca anual que perdura entre 5-6 meses. A Caatinga é um exemplo de SDTF, que apresenta uma abrangência maior na região Nordeste do Brasil, possuindo cerca de 912.529 km² (SILVA *et al.* 2018), formada por vegetação tipicamente xerófila e decídua (QUEIROZ, 2009; COSTA *et al.* 2015). No Nordeste do Brasil está o Estado da Paraíba que é ocupado principalmente pelo Bioma Caatinga, que recobre cerca de 80% da área total e distribui-se de forma diferenciada em relação à fisionomia (BARBOSA *et al.*, 2003), enquanto os 20% restantes são correspondentes as áreas de Mata Atlântica ou ecótonos (SOUZA *et al.* 1994).

A Caatinga forma um mosaico com grande variação fisionômica que varia de herbácea a arbórea com um amplo número de espécies endêmicas (GIULETTE *et al.* 2004) à qual está interligada a diversidade fisionômica determinada pelo clima, relevo e geologia do ecossistema (RODAL *et al.* 2008). Como consequência, a vegetação envolve algumas espécies de plantas caducifólias (plantas que em época de seca, respondem à escassez com a queda de suas folhas) (SOUZA *et al.* 2015). Nos domínios fitogeográficos da Caatinga, parte das paisagens são tomadas pela presença de fazendas particulares onde são retirados do ecossistema subsídios para a sobrevivência de seus familiares, como, por exemplos, madeira, forragem para o gado, água, corte e queima da vegetação com intuito de preparação do solo para pecuária e agricultura (RAMOS *et al.* 2008; RIBEIRO *et al.* 2015; ALBUQUERQUE *et al.* 2017; RITO *et al.* 2017).

Diante dos cenários de variações climáticas e de diversidade fisionômica, este trabalho teve como objetivo avaliar a variação e composição das estratégias reprodutivas e síndromes de dispersão de espécies lenhosas da Caatinga no Estado da Paraíba-Nordeste do Brasil. Com esta proposta, buscamos avaliar a variação da composição e as estratégias de dispersão das espécies lenhosas da Caatinga Paraibana e entender como isso interfere na manutenção e restauração do ecossistema, assim como na sua resiliência. Nossa hipótese é que existe diversidade nas estratégias e interações ecológicas responsáveis pela dispersão de sementes das espécies na Caatinga, devido ao clima semiárido, com altas temperaturas e baixos índices pluviométricos (ALVARES *et al.* 2013). Além disso, haverá uma redução de espécies com estratégias reprodutivas mais especializadas, como a dispersão biótica

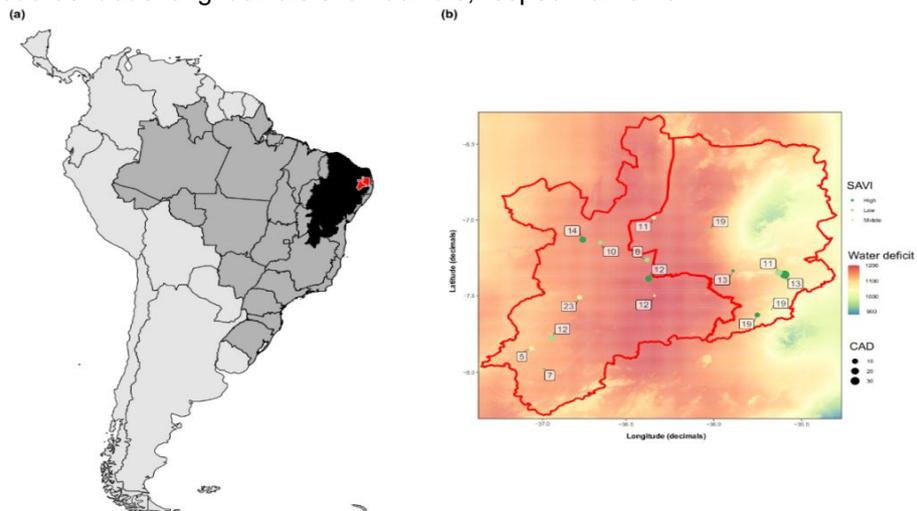
(SILVA *et al.* 2019) Por outro lado, haverá uma predominância de espécies com estratégias mais generalizadas, com dispersões abióticas, que utilizam o meio em que vive, com copas abertas e árvores de baixa estatura para dispersarem seus frutos e sementes, por meio da autocoria ou anemocoria (ARBELELAS e PARRADO-ROSSELL, 2005).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Áreas de estudo

O estudo foi realizado no Estado da Paraíba - Nordeste do Brasil, em 16 áreas situadas no ecossistema Caatinga compreendendo duas mesorregiões: Agreste Paraibano e Borborema (Figura 1). Esta é a região brasileira mais seca (SILVA *et al.* 2014). As áreas estão sob dois tipos climáticos principais: semiárido quente e tropical chuvoso (Bsh e As, respectivamente, de acordo com a classificação de Köppen; ALVARES *et al.*, 2013).

Figura 1. Localização das de estudo em duas mesorregiões da Paraíba (em vermelho), Brasil (a), em destaque das mesorregiões (b). A cor *raster* representa o gradiente de déficit hídrico. Os eixos x e y representam as coordenadas longitudinais e latitudinais, respectivamente.



Fonte: Elaborado por Gilbevan Almeida, 2022

A Caatinga apresenta baixa nebulosidade, evapotranspiração e radiação solar elevada, além de variações nos níveis de chuvas onde a precipitação pode ser menor que 500 mm (BRASIL, 1985). Além disso, a Caatinga está sujeita a uma estação de seca prolongada (6-9 meses) (LEAL *et al.*, 2005) e o período chuvoso é curto e irregular do qual resulta o déficit hídrico o qual a Caatinga está inserida (BRASIL, 1983). A vegetação é diversificada apresentando desde de florestas arbóreas e arbustivas das quais apresentam espécies espinhosas, xerofíticas e lenhosas (LEAL *et al.* 2005).

2.2 Amostragem da estrutura e composição da vegetação

As coletas foram realizadas entre o período de maio de 2019 a março de 2020. Para a amostragem da vegetação, foram plotadas de forma aleatória 16 parcelas com dimensões de 50 m x 20 m (1000 m²). A seleção das áreas foi realizada por meio de sorteios levando em consideração dois fatores principais: precipitação e cobertura

vegetal. Para os sorteios, foram plotados aleatoriamente pontos com distância de 1 km nas duas mesorregiões, utilizando o software ArcGis 10.5 (ESRI, 2016), seguindo os seguintes critérios: i) áreas sorteadas devem assumir um gradiente de precipitação e cobertura vegetal e; ii) as áreas devem possuir acesso facilitado, viabilizando o trajeto até a ponto sorteado.

Os dados de precipitação anuais foram obtidos no *WorldClim 2*, repositório global de dados climáticos, o período de 30 anos (1970-2000) (FICK e HIJMANS 2017; <http://www.worldclim.org/bioclim>). Para a cobertura vegetal, foi utilizado o Índice de vegetação ajustado ao solo - SAVI, utilizando imagens do Satélite LandSAT 8 / sensor OLI (Operacional Terra Imager), adquiridas no site USGS (United States Geological Survey), datada de setembro a novembro 2018. Para estes procedimentos foi utilizado o software ArcGis 10.5 (ESRI, 2016).

Em cada parcela, foram incluídos todos os indivíduos arbustivos-arbóreos com diâmetro ao nível do solo ≥ 3 cm e altura ≥ 1 metro (RODAL *et al.* 2013). Os espécimes foram identificados em nível de espécie de acordo com o sistema de classificação APG IV (APG 2016), além da coleta de folhas, flores e frutos que foram herborizados de acordo com as técnicas descritas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2012). Os espécimes obtidos foram prensados e encaminhados para herborização no Laboratório de Botânica, Departamento de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). As coleções obtidas serão incorporadas ao acervo do Herbário Manuel de Arruda Câmara (HACAM), Departamento de Biologia, Campus I, da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

2.3 Atributos reprodutivos das plantas

Os atributos reprodutivos foram obtidos para todas as espécies identificadas nas 16 parcelas incluídas no estudo, sendo levadas em consideração as seguintes características reprodutivas: Características florais: (Morfologia, tipo, formato, cor e tamanho), sistemas de polinização, sistemas sexuais, sistemas reprodutivos, recompensas florais, tipos de frutos e os respectivos modo de dispersão (Tabela 1).

O modo de dispersão e o sistema de polinização foram classificados levando em consideração os critérios propostos por Van der Pijl (1982), que definem a dispersão a partir do formato dos frutos e a polinização de acordo com os vetores que participam da atividade. Sobre o modo de dispersão foram classificados em quatro grupos: Anemocoria (dispersão realizada com o auxílio do vento), Zoocoria (dispersão feita por animais), Autocoria (frutos dispersos pela própria planta) e Barocoria (dispersão feita pelo peso do próprio fruto) (CONSOLARO *et al.* 2019). Os vetores da polinização foram enquadrados como: abelhas, beija-flor, borboletas, formigas, morcegos, vespas e mariposas de acordo com a literatura pertinente (VAN DER PIJL, 1982). Os formatos dos frutos foram descritos seguindo a classificação proposta por Spjut (1994) agrupando-os como: drupa, sâmara, cápsula, esquizocarpo, legume, anfisarca, baya e craspédio.

Com relação aos tamanhos florais seguimos a classificação proposta por Machado e Lopes (2004): inconspícuo (≤ 4 mm); pequena ($\geq 4 \leq 10$ mm); média ($\geq 10 \leq 20$ mm); grande ($\geq 20 \leq 30$ mm). As recompensas florais foram divididas em néctar e pólen (FAEGRI e PIJL, 1979). As espécies foram classificadas também pelo sistema sexual em: dioico (plantas com flores só femininas ou só masculinas), hermafrodita (plantas com flores hermafroditas) e monoico (plantas com flores femininas e masculinas, separadas) (Richards, 1986) e divididas pelo sistema reprodutivo, que agrega as espécies em autocompatíveis (praticam cruzamento natural, ou seja, a

fecundação ocorre pelo pólen de outra flor), dioica e autoincompatível (flores que não são fecundadas pelo próprio pólen), seguindo os modelos propostos por Bawa (1980), Endress (1994), Proctor *et al.* (2006).

Tabela 1: Classes de atributos reprodutivos e respectivas categorias utilizadas neste estudo.

Atributos reprodutivos	Categorias de atributos	Referências
Tamanhos florais	Inconspícua (≤ 4 mm); Pequena ($\geq 4 \leq 10$ mm); Média ($\geq 10 \leq 20$ mm); Grande ($\geq 20 \leq 30$ mm)	Machado e Lopes (2004)
Recompensas florais	Néctar, Pólen, Pólen e Néctar	Faegri & Pijl (1979)
Sistemas reprodutivos	Autocompatível, Dioico e Autoincompatível	Bawa (1980), Endress (1994), Proctor <i>et al.</i> (2006).
Sistemas sexuais	Dioico, Hermafrodita e Monoico	Richards (1986)
Tipos de frutos	Drupa, Sâmara, Cápsula, Esquizocarpo, Legume, Anfisarca, Baga, Craspédio, Núcula	Spjut (1994)
Modos de dispersão	Anemocoria, Zoocoria, Autocoria, Barocoria	Van der Pijl (1982)
Sistemas de polinização	Abelhas, Beija-flor, Borboletas, Formigas, Morcegos, Vespas, Mariposas	Van der Pijl (1982)

Fonte: Elaborado pela autora, 2022

2.4 Análises estatísticas

Para verificar as variações das estratégias reprodutivas das espécies lenhosas entre as nossas áreas de estudo, inicialmente calculamos a proporção de diferentes categorias reprodutivas registradas em cada parcela (OLIVEIRA *et al.* 2019). Essa caracterização foi calculada a partir da abundância dos indivíduos das espécies em cada categoria (tipos florais, tamanhos florais, recompensas florais, sistemas sexuais, sistemas reprodutivos, sistemas de polinização, tipos de fruto e modos de dispersão). A caracterização considerou o número total de indivíduos dentro das espécies em cada categoria em cada parcela.

Posteriormente, com o auxílio de literaturas especializadas (livros, artigos em periódicos, dissertações e teses), destacamos as estratégias reprodutivas de cada espécie e calculou-se o número de espécies de cada categoria de atributo reprodutivo

em cada parcela. A prevalência de todos os atributos individuais ou agrupados foi quantificada em termos de número de espécies (ou seja, riqueza de atributos).

Para caracterizar a distribuição dos atributos reprodutivos nas comunidades vegetais estudadas, a riqueza de cada atributo reprodutivo foi inicialmente testada quanto à normalidade por meio de testes de Shapiro-Wilk e a homogeneidade de variâncias (teste de Bartlett). O número de espécies dentro de uma mesma categoria de atributo reprodutivo foi então comparado através de ANOVAs unidirecionais seguidas de testes post-hoc de Tukey e para dados não paramétricos, utilizamos o teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Dumn. As parcelas foram mantidas como réplicas em todas as comparações. Para os testes de normalidade, ANOVAs e Kruskal-wallis, foram utilizadas as funções *shapiro.test*, *aov* e *kruskal.test* dentro do pacote “car” em R (R Development Core Team, 2021).

3. RESULTADOS

3.1. Descrição das espécies lenhosas da Caatinga incluídas neste estudo

No total, analisamos estratégias reprodutivas de 4064 plantas lenhosas pertencentes a 16 famílias, 34 gêneros e 39 espécies (Tabela 2; Apêndice A). A família mais diversificada foi Fabaceae (28,2%), seguida por Euphorbiaceae (17,9%) e Cactaceae (12,8%). As espécies mais frequentes foram *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis (presente em todas as parcelas), *Croton blanchetianus* Baill (encontrada em 94% das parcelas), *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (94% das parcelas) e *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth. (81% de todas as parcelas).

Tabela 2: Lista das famílias e espécies e o nome comum das espécies de lenhosas que foram encontradas nas áreas de estudo do presente trabalho

FAMÍLIAS E ESPÉCIES	NOME COMUM
ANACARDIACEAE	
<i>Astronium urundeuva</i> M. Allemão	Aroeira
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	Baraúna
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Umbu
APOCYNACEAE	
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc.	Pereiro
BURSERACEAE	
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	Amburana
BIGNONIACEAE	
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.)	Ipê-roxo
CACTACEAE	
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Mandacaru
<i>Xiquexique gounellei</i> (F.A.C.Weber) Lavor & Calvente	Xique-xique
<i>Pilosocereus pachycladus</i> F.Ritter	Facheiro
<i>Tacinga palmadora</i> (Britton & Rose) N.P.Taylor & Stuppy	Palmatória
CAPPARACEAE	
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl	Feijão-bravo

<i>Neocalyptrocalyx longifolium</i> (Mart.) Cornejo & Iltis	Icó
EUPHORBIACEAE	
<i>Croton blanchetianus</i> Baill	Marmeleiro
<i>Croton echioides</i> Baill	Canela de Velho
<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth	Marmeleiro branco
<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	Pinhão-roxo
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Pinhão-bravo
<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.	Maniçoba
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Pau-de-leite
ERYTHROXYLACEAE	
<i>Erythroxylum caatingae</i> Plowman	Rompe-gibão
FABACEAE	
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A. C. Sm	Cumarú
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Mororó
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	Catingueira
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	Pau-ferro, Jucá
<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	Pau-mocó
<i>Mimosa arenosa</i> (Willd.) Poir.	Calumbi
<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	Jurema Vermelha
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema preta
<i>Piptadenia retusa</i> (Jacq.) P.G.Ribeiro, Seigler & Ebinger	Jurema branca
<i>Senna rizzinii</i> H.S.Irwin & Barneby	Canjuãozinho
LAMIACEAE	
<i>Hypenia salzmännii</i> (Benth.) Harley	Canela-de-urubu
<i>Vitex rufescens</i> A. Juss.	-
MALVACEAE	
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil., Juss. & Cambess.) A.Robyns	Embiratanha
RUBIACEAE	
<i>Guettarda angelica</i> Mart. ex Müll. Arg	Angelica
RHAMNACEAE	
<i>Sarcomphalus joazeiro</i> (Mart.) Hauenschild	Joá
SAPOTACEAE	
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D. Penn.	Quixabeira
SAPINDACEAE	
<i>Allophylus puberulus</i> (Cambess.) Radlk.	Quixaba vermelha
VERBANACEAE	
<i>Lippia macrophylla</i> Cham.	Alecrim-do-mato

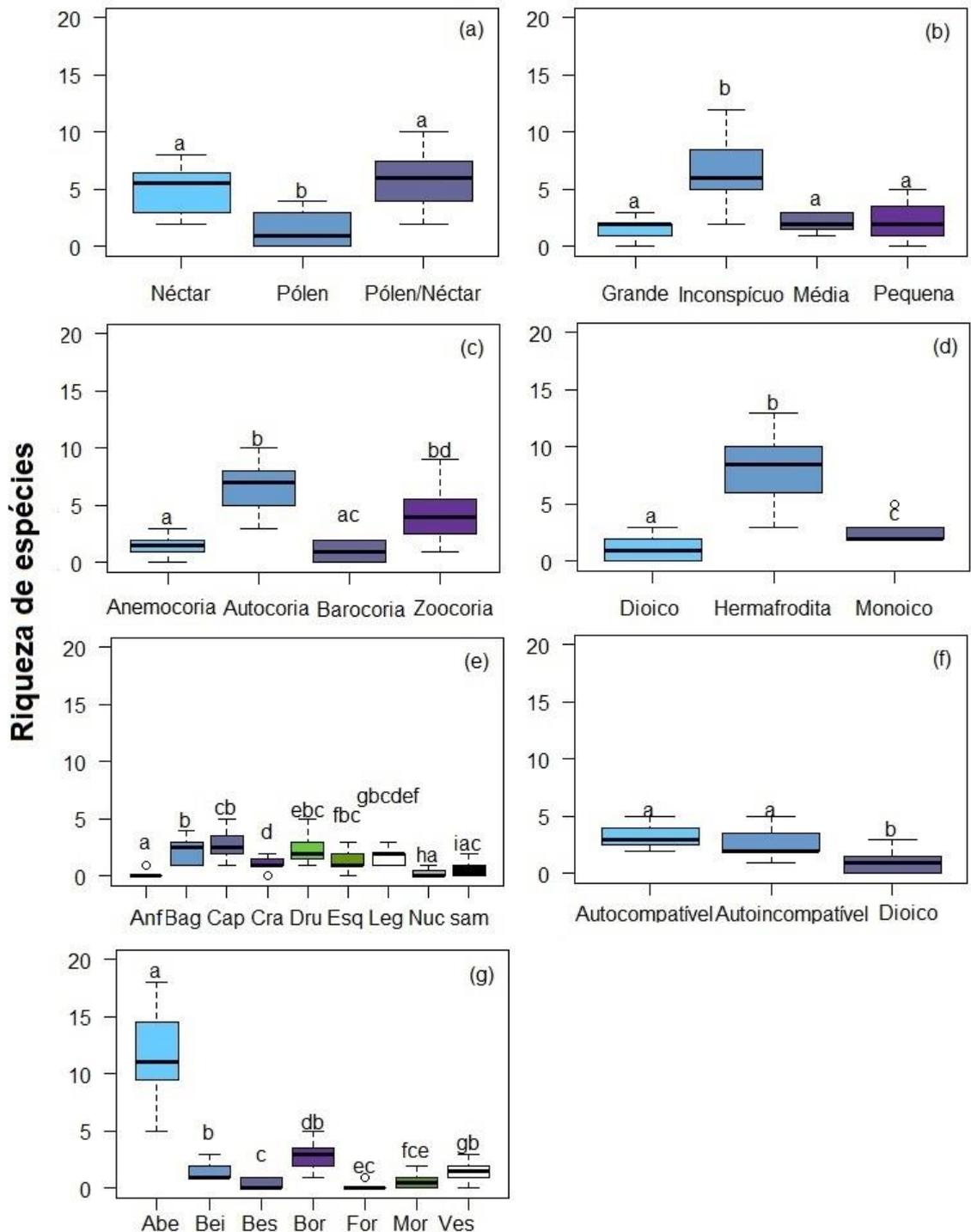
Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

3.2 Prevalência da riqueza de espécies nos atributos reprodutivos de plantas

No presente estudo, considerando cada uma das categorias de atributos reprodutivos, plantas que fornecem pólen e néctar como a principal recompensa floral demonstraram maior riqueza ($F_{2,45} = 24.96$, $p < 0,001$; Tabela 3; Figura 2A) assim como

as espécies que apresentaram as flores do tamanho inconspícuas ($X^2= 32.24$, $p<0.001$; Figura 2B). Em relação ao modo de dispersão, as espécies apresentaram a autocoria como dispersão mais abrangente ($X^2= 42.53$, $p<0.001$; Figura 2C). Sobre as estratégias sexuais, o sistema sexual hermafrodita foi o mais comum dentre as espécies ($X^2= 33.33$; $p<0.001$; Figura 2D). Já sobre os tipos de frutos, destacaram-se os tipos baga e cápsula em comparação aos demais tipos ($X^2= 86.093$, $p<0.001$; Figura 2E). Além disso, as plantas que apresentaram o sistema reprodutivo autocompatível nas áreas estudadas se destacaram consideravelmente aos demais tipos reprodutivos ($X^2= 24.74$ $p<0.001$; Figura 2F) e acerca dos vetores de polinização, as abelhas apresentaram-se com maior representatividade à atividade polinizadora ($X^2= 85.97$ $p< 0.001$; Figura 2G).

Figura 2. Número de espécies (média \pm SD) enquadradas entre as categorias de características reprodutivas de plantas e estratégias de dispersão deste estudo. (a) Recompensas florais, (b) tamanhos florais, (c) modo de dispersão, (d) sistema sexual, (e) tipos de frutos (Anf= anfigarca, Bag= Baga, Cap=Cápsula, Cra=Cráspedio, Dru=Drupa, Esq=Esquizarcarpo, Leg=Legume, Nuc=Núcula, Sam=Sâmara), (f) sistema reprodutivo e (g) sistema de polinização (Abe= Abelha, Bei= Beija-flor, Bes= Besouro, Bor=Borboleta, For= Formiga, Mor= Morcego, Ves= Vespa). As barras dentro dos mesmos gráficos que apresentam letras diferentes, significam que são estatisticamente diferentes em $P < 0,05$, de acordo com as comparações post-hoc de Tukey e Dunn



Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

Tabela 3: Classes de atributos reprodutivos com respectivos números e percentuais de Riqueza de espécies e Abundância de indivíduos neste estudo.

Atributos Reprodutivos	Riqueza		Abundância	
	N°	%	N°	%
Tamanhos florais				
Inconspícua (≤ 4 mm)	20	51,3	2042	59,1
Pequena ($\geq 4 \leq 10$ mm)	4	10,3	243	6,0
Média ($\geq 10 \leq 20$ mm)	11	28,2	1013	24,9
Grande ($\geq 20 \leq 30$ mm)	4	10,3	406	10,0
Recompensas Florais				
Néctar	17	43,6	1055	25,9
Pólen	6	15,4	347	8,5
Pólen e Néctar	16	41,0	262	65,5
Sistemas Reprodutivos				
Autocompatível	8	42,1	735	36,6
Dioico	3	15,8	199	9,9
Autoincompatível	8	42,1	1070	53,3
Sistemas Sexuais				
Dioico	4	11,1	215	5,3
Hermafrodita	25	69,4	2044	50,4
Monoico	7	19,4	1792	44,2
Tipos de Frutos				
Drupa	9	23,1	904	22,2
Sâmara	2	5,1	94	2,3
Cápsula	10	25,6	1524	37,5
Esquizocarpo	3	7,7	233	5,7
Legume	4	10,3	795	19,5
Anfisarca	1	2,6	11	0,2
Baga	7	17,9	235	5,7
Craspédio	2	5,1	259	6,3
Núcula	1	2,6	9	0,2
Modo de Dispersão				
Anemocoria	6	15,4	344	9,1
Zoocoria	16	41,6	727	18,0
Autocoria	15	38,5	2762	68,6

Barocoria	2	5,1	191	4,7
Sistemas de Polinização				
Abelhas	34	68,0	3786	57,6
Beija-flor	3	6	977	14,8
Borboletas	6	12	1204	18,3
Formigas	1	2	99	0,03
Morcegos	2	4	494	1,5
Vespas	3	6	977	7,5
Mariposas	1	2	2	0,03

Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

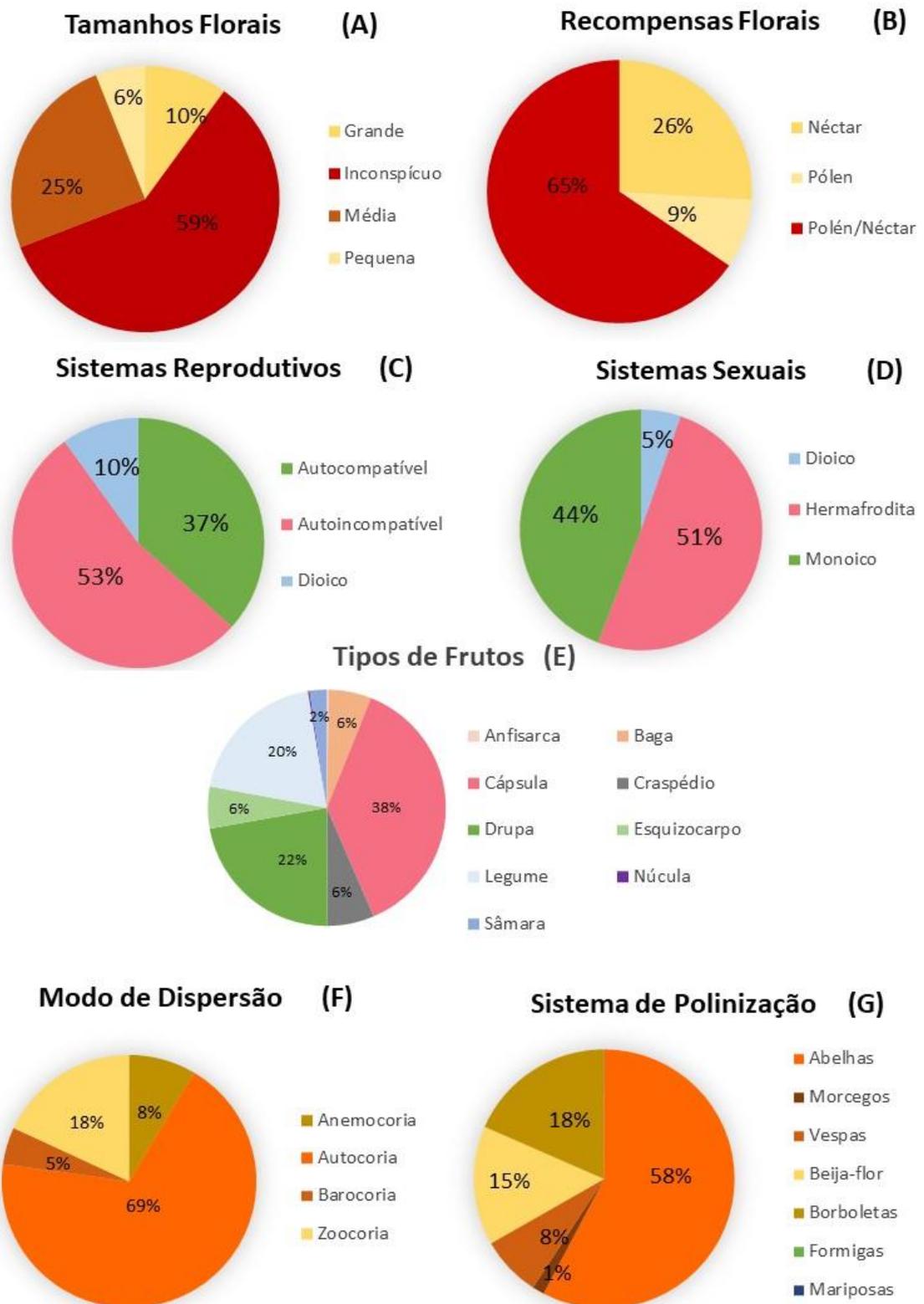
3.3. Prevalência da abundância de indivíduos nos atributos reprodutivos das plantas

Considerando a abundância de indivíduos nas categorias dos atributos reprodutivos, para os tamanhos florais tivemos a maior concentração dos indivíduos inserida no tamanho “inconspícua” (59,1%), seguido de “médio” (24,9%), “grande” (10,0%) e “pequeno” (6,0%) (Tabela 3). Para recompensa floral, observou-se que 65,5% dos indivíduos apresentam pólen e néctar como recompensa floral, seguidos de flores que produzem apenas néctar com 25,9% e apenas 8,5% produzem apenas pólen como recompensa floral (Tabela 3).

Sobre os sistemas reprodutivos, o sistema mais abundante foi o autoincompatível (53,3%), seguido do autocompatível (36,6%) e por último, o dioico que apresentou 9,9% (Tabela 3). Acerca dos sistemas sexuais apresentados nas espécies descritas, a categoria sexual que apresentou maior abundância de indivíduos foi hermafrodita (50,4%), seguida de espécies monoicas (44,2%) e com menor frequência, as espécies sexualmente dioicas, com apenas 5,3% do total de espécies (Tabela 3). Em relação aos tipos de frutos, os do tipo cápsula foram os mais abundantes, englobando cerca de 37,5% do total; em segundo os do tipo drupa (22,2%), em terceiro o tipo legume (19,5%), enquanto os frutos dos tipos baga e esquizocarpo incluíram 5,7% (cada) e craspédio apresentou 6,3% do total. Os demais tipos de frutos citados apresentaram variação igual ou inferior a 2% do total (Tabela 3).

A dispersão mais predominante foi a autocoria que apresentou 68,6%, seguida da zoocoria com 18,0%, anemocoria com 9,1% e barocoria com 4,7% do total (Tabela 3). No que se refere aos sistemas de polinização, mais predominante foi o realizado por abelhas (57,6%), seguido de borboletas (18,3%), beija-flor (14,8%), vespas (7,5%), morcegos (1,5%) e formigas e mariposas que apresentaram menos de 1% (0,03%) (Tabela 3; Figura 3G).

Figura 3. Representação gráfica da abundância dos indivíduos dentro dos atributos reprodutivos das espécies lenhosas na Caatinga incluídas neste estudo.



Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

4. DISCUSSÃO

Nossos resultados destacaram os atributos reprodutivos que as espécies da Caatinga estudadas apresentam de acordo com a situação biótica e abiótica à qual está relacionada ao meio em que vive, visando as variações nas estratégias biológicas de cada espécie. Observou-se que cerca de 65% dos indivíduos apresentou pólen e néctar como recompensa floral (Figura 3B), resultado este que Pereira de Noronha *et al.* (1982) explica que abelhas pequenas podem realizar a coleta de pólen e néctar na mesma visita ou em visitas diferentes. Nossos resultados vão em contraste com os apresentados por Machado e Lopes (2004) em que observaram a maior concentração de recompensa floral sendo o néctar. Os autores supracitados relacionam este resultado apresentado ao alto percentual das espécies polinizadas por insetos nectaríferos em conjunto com as espécies ornitófilas e quiropterófilas.

Na categoria tamanhos florais, a maior concentração (59,1%) (Tabela 3 e Figura 3A) dos indivíduos está inserida na categoria “inconspícua” assim como a maior riqueza de espécies (Figura 2A). De acordo com as proposições de Girão *et al.* (2007) e Lopes *et al.* (2009), flores desta categoria são consideradas como flores de fácil acesso, o que pode facilitar na obtenção da recompensa floral. Lindsey e Bell (1958) e Dafni e Kevan (1997) correlacionaram ao tamanho das flores com o seu polinizador, isto é, flores muito pequenas geralmente estão associadas à polinização realizada por pequenas abelhas e pequenos insetos. Já em casos de flores de tamanho de médio a grande porte, a ação de polinização pode ser realizada com partes do corpo do polinizador como, por exemplo, o bico do beija-flor que é inserido no tubo floral (ARIZMENDI e ORNELAS, 1990). Essa correlação mencionada pelos autores supracitados corrobora os resultados dos sistemas de polinização do presente estudo.

Com nossas observações, verificamos que o sistema de polinização predominante de espécies foi realizado por abelhas, considerando a riqueza de espécies e abundância (58%) (Figura 2G e 3G). A predominância de abelhas pode estar relacionada à ausência de especificidade vegetativa que ocorre devido à condição de vegetação diversificada (MARTINS e BATALHA, 2006; BAWA, 1980), a qual a Caatinga está inserida (LEAL, 2005). As borboletas são comumente descritas como polinizadores de pouca efetividade (WIKLUND *et al.* 1979). No entanto, em estudos realizados a nível de comunidade demonstram que há variação quanto a efetividade de borboletas como polinizadores (BLOCH *et al.* 2006). Algumas espécies são exclusivamente polinizadas por borboletas, como representantes das famílias Apocynaceae, Orchidaceae, Rubiaceae, Verbenaceae, Fabaceae, Cucurbitaceae, Caryophyllaceae (CRUDEN & HERMANN-PARKER, 1979; WILLMER, 2011) devido as características exclusivas como a morfologia tubular, a inflorescência compacta e/ou a plataforma de pouso (FAEGRI e PIJL 1979; WILLMER, 2011).

Sobre os demais polinizadores citados, os beija-flores (ornitofilia) destacaram-se por englobar cerca de 15% do total, juntamente com as vespas que apresentaram 8% do total e os morcegos que também tiveram participações consideráveis no presente estudo correspondendo a 1% no sistema de polinização (Figura 3G), resultado que se assemelha aos resultados encontrados por Machado e Lopes (2004). As espécies que são polinizadas por beija-flores (ornitofilia) ou por morcegos (quiropterofilia), apresentam atributos florais e reprodutivos distintos (FAEGRI e PIJL, 1979; PROCTOR *et al.* 1996).

As flores de polinização ornitófila são diurnas, apresentam coloração avermelhadas, alaranjadas ou amareladas, não apresentam odor e a corola é tubular (FAEGRI e PIJL, 1979); enquanto as polinizadas por morcegos, são noturnas, de coloração verde ou branca, apresentam forte odor e a corola de formatos variáveis,

de acordo com von Helversen (1993); Tschapka e Dressler (2002). Os morcegos são especializados em exploração de néctar, devido a capacidade do voo pairado e a língua comprida, o que os tornam polinizadores importantes para grande número de espécies de plantas (DOBAT e PEIKERT-HOLLE, 1985; VON HELVERSEN, 1993; VON HELVERSEN *et al.* 2002) dentre elas, as cactáceas *Xiquexique gounellei* (F.A.C.Weber) Lavor & Calvente & Rowley, a *Pilosocereus pachycladus* F.Ritter e *Neocalyptrocalyx longifolium* (Mart.) Cornejo & Iltis (Capparaceae).

Com relação aos sistemas reprodutivos, houve variações nos percentuais de abundância e de riqueza. Nos percentuais de riqueza, o sistema reprodutivo que apresentou maior representatividade foi o autocompatível (Figura 2F), enquanto que em abundância foi o autoincompatível (53%) (Figura 3C). Esta diferença entre os resultados apresentados nos dados de riqueza e abundância podem estar relacionados à presença de indivíduos sexualmente autocompatíveis mais abundantes dentro das áreas estudadas em comparação à riqueza de espécies (Tabela 2).

O sistema reprodutivo autoincompatível ter sido o predominante na abundância, corrobora os resultados de Machado *et al.* (2006). Por outro lado, o fato de que a maior riqueza das espécies possui sistema autocompatível pode estar relacionado a um dos resultados mais críticos que fragmentação de habitat proporciona, que é a diminuição do fluxo polínico e como consequência, a diminuição do fluxo gênico que resulta na redução da riqueza e no isolamento reprodutivo das espécies (AIZEN & FEINSINGER, 1994; MURCIA, 1995; YOUNG *et al.* 1996).

A estratégia sexual mais frequentemente encontrada no nosso estudo é a do hermafroditismo, resultado este que se assemelha as estratégias verificadas em outros ecossistemas tropicais (MACHADO e LOPES, 2004, PARRA-TABLA e BULLOCK, 2002). A vantagem das plantas de apresentarem o hermafroditismo como o sistema sexual pode estar relacionada à capacidade de produção de sementes capazes de estabelecer o surgimento de uma nova população (STEBBINS 1957). Em segundo, está a abundância do sistema sexual monoico, englobando 44% do total das espécies deste estudo. O percentual de monoicia se assemelha com os resultados encontrados por Machado *et al.* (2006), em que os autores correlacionam o percentual expressivo de espécies monoicas devido à presença abundante de espécies da família Euphorbiaceae na Caatinga. Por fim, as espécies dioicas, que apresentam o percentual de 5% do total (Figura 3D). A dioicia tem sido associada a dispersão zoocórica que ocorre comumente em espécies que apresentaram frutos do tipo cápsula, como é o caso de *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett. Porém a dioicia também está presente em outras duas espécies: *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. e *Schinopsis brasiliensis* Engl. que apresentam dispersão realizada abioticamente com o auxílio do vento (anemocoria); resultado que corrobora os apresentados por Griz e Machado (2001) que registraram um maior percentual de dispersão abiótica em comparação a dispersão zoocórica em uma área de Caatinga no estado de Pernambuco.

Aspectos da morfologia e a fisiologia dos frutos como o tamanho, a cor, o tipo e a composição química constituem características que estão intrinsecamente relacionadas ao modo de dispersão estrategicamente adotado pelas espécies, seguindo o ponto de vista animal (RIDLEY, 1930). No presente estudo, os frutos do tipo cápsula foram os mais abundantes, englobando aproximadamente cerca de 38% do total de espécies deste estudo (Figura 3E). A deiscência dos frutos é uma característica importante pois diferencia no modo de dispersão da planta. Frutos dispersos por animais são indeiscentes, ou seja, suas sementes não se expõem

abertamente e são relacionados a quantidade maior de dispersão zoocórica, como em resultados apresentados por Barros *et al.* (2017); enquanto os frutos deiscentes, são dispersos por autocoria (ALMEIDA *et al.* 2008; STEFANELLO *et al.* 2009) informação que corrobora os nossos resultados sobre o modo de dispersão de espécies lenhosas da Caatinga.

A dispersão predominante foi a autocórica, que englobou 69% do total (Figura 3F). Os padrões de dispersão das espécies estão altamente relacionados às estratégias que dependem das características mencionadas anteriormente, como a morfologia e a fisiologia dos frutos. Segundo Machado *et al.* 1997 e Griz e Machado (2001), na vegetação da Caatinga predominam as espécies que são dispersas abioticamente, dados que corroboram aos encontrados neste estudo. Gentry (1982) também defendia a ideia de que a proporção de espécies que se dispersam bioticamente diminuem em áreas secas em comparação às áreas úmidas, ideia que corrobora com as áreas do presente estudo, haja vista que a Caatinga apresenta variações nos níveis de chuvas em que a precipitação anual em áreas mais secas é inferior a 500 mm (BRASIL, 1985).

A predominância dos indivíduos com dispersão autocórica no nosso estudo (69%) pode ser explicada devido às características da vegetação da Caatinga, que apresenta copas abertas e espécies de baixa estatura que auxiliam a circulação de ar nas áreas (ARBELELAS e PARRADO-ROSSELL, 2005). O percentual de espécies zoocóricas (18%) pode estar relacionado à disponibilidade hídrica no solo. Nesse contexto Marco & Paéz (2002) observou que as condições hídricas favoráveis promovem a produção de frutos carnosos devido à maior disponibilidade hídrica para o desenvolvimento dos frutos. À anemocoria, esta dispersão apresentou 8% do total de espécies (Figura 3F). A anemocoria também foi registrada em estudos realizados por Wilkander (1984) e Machado *et al.* (1997). No entanto, em nossos resultados, esse tipo de dispersão não foi a que apresentou maior predominância, quando comparado ao estudo dos autores supracitados; possivelmente os resultados apresentaram contraste devido à riqueza e abundância das espécies deste estudo.

Por fim, nossos resultados acerca dos atributos reprodutivos das espécies lenhosas da Caatinga apontam que as flores apresentaram tamanho “inconspícuo” e oferecem pólen e néctar como recompensa floral principal; são polinizadas por abelhas e em termos de abundância possuem o sistema reprodutivo autoincompatível como o predominante, enquanto que em termos de riqueza o sistema reprodutivo predominante foi o autocompatível. No que concerne os sistemas sexuais, o que apresenta predominância é o hermafrodita e as espécies apresentaram variações de frutos entre cápsula, baga e drupa e a autocoria é dispersão mais comum entre as espécies da Caatinga estudadas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desse trabalho indicam quais foram os traços reprodutivos apresentam-se predominantes nas espécies da Caatinga incluídas neste estudo. As espécies, em sua maioria, apresentaram estratégias generalizadas, como os frutos secos e deiscentes que facilitam na dispersão autocórica, flores de tamanhos pequenos que facilitam a polinização, assim como os sistemas sexuais e reprodutivos. Todos esses atributos e adaptações são estratégias utilizadas pelas plantas a fim de sobreviverem ao meio em que estão estabelecidas e estes resultados nos ajudam a entender melhor cada vez mais esse ecossistema. Com esse conhecimento acerca das variações reprodutivas estrategicamente adotadas pelas espécies da Caatinga,

podemos auxiliar futuros trabalhos que visem a redução dos impactos negativos que a antropização pode causar nas comunidades da Caatinga, provocando a recuperação do ecossistema como também a execução de trabalhos que possam fornecer ferramentas de desenvolvimento de técnicas de manejo e políticas que viabilizem a conscientização e a conservação ecológica em um ambiente antropizado para manter o fluxo dos serviços ecossistêmicos.

REFERÊNCIAS

AIZEN, M.; FEINSINGER, P. Forest fragmentation, pollination and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. **Ecology** v. 75, n. 2, p. 330-351, 1994.

ALMEIDA, S. R.; WATZLAWICK, L. F.; MYSZKA, E.; VALERIO, A. F. Florística e síndromes de dispersão de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em sistema faxinal. **Ambiência: Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais** v. 4, n. 2, p. 289-297, 2008.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

APG, I.V. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **The Botanical Journal of the Linnean Society** v.181, n. 1, p.1-20, 2016.

ARIZMENDI, M. C; ORNELAS, J. F. M. Hummingbirds and their floral resources in a tropical dry Forest in México. **Biotropica** v. 22, n. 2, p.172-180, 1990.

ARBELELAS, M. V.; PARRADO-ROSSELL A. Seed dispersal modes of the sandstone Plateau vegetation of the middle Caquetá River region, Colombian Amazonia. **Biotropica** v.37, p. 64-72, 2005.

ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L.; CASTRO, C. C.; ALVES, R. R. N. People and natural resources in the Caatinga. In J. M. C. Silva, I. R. Leal, & M. Tabarelli (Eds.), *Caatinga; The largest tropical dry forest region in South America*. Cham: **Springer International Publishing** p. 303-334, 2017.

ARNAN, X.; LEAL, I.; TABARELLI, M.; ANDRADE, J.F.; BARROS, M.F.; CÂMARA, T., ET AL. A framework for deriving measures of chronic anthropogenic disturbance: Surrogate, direct, single and multi-metric indices in Brazilian Caatinga. **Ecological Indicators** v. 94, n. 1, p. 274–282, 2018.

BARBOSA, M. R. V. Biodiversidade da Caatinga paraibana. In: JARDIN, M. A. G.; BASTOS, M. N. C. & Santos, J. I. M. (eds.). *Desafios da Botânica do Novo Milênio: Inventário, Sistematização e Conservação da Diversidade Vegetal*. Belém: MPEG, UFRA; **EMBRAPA, Brasil/Museu Paraense Emílio Goeldi** p. 296, 2003.

BARROS, V. M. S.; CARVALHO, P. A.; MARANGON, H. V. Caracterização da frutificação e síndrome de dispersão de espécies arbóreas em fragmentos de Mata

Atlântica em Santa Bárbara do Tugúrio e Barbacena - MG. **Cadernos de Agroecologia** v. 13, n. 1, p.1-7, 2017.

BAWA, K. S. Evolution of dioecy in flowering plants. **Annual Review of Ecology and Systematics** v. 11, n. 1, p. 15–39, 1980.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Vegetação in: Folhas SC. 24/25. Aracaju/Recife; Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro. **Levantamento de recursos vegetais** v. 30 p. 573-643, 1983.

BRASIL. **Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Recursos Naturais do Nordeste; Investigação e potencial (Sumário de atividades)** 4a. ed. Recife, p. 194, 1985.

CARVALHO, F. C.; ARAÚJO-FILHO, J.; A., GARCIA; R., PEREIRA-FILHO, J. M.; ALBUQUERQUE, V. M. Efeito do corte da parte aérea na sobrevivência do marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.). **Revista Brasileira de Zootecnia** v. 30, p. 930–934, 2001. Disponível em < <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000400004> >.

COSTA, G. M.; CARDOSO, D.; QUEIROZ, L. P. & CONCEIÇÃO, A. A. Variações locais na riqueza florística em duas Ecorregiões de Caatinga. **Rodriguésia** Rio de Janeiro. v. 66, p. 685-70, 2015.

CONSOLARO, H.; ALVES, M.; FERREIRA, M. (et al). **Sementes, plântulas e restauração no sudeste goiano** Catalão-GO: Athalaia (Brasília-DF), 2019

CRUDEN, R. W.; HERMANN-PARKER, S. M. Butterfly pollination of *Caesalpinia pulcherrima* with observations on a psychophilous syndrome. **Journal of Ecology** v. 67, p. 155 -168, 1979.

DAFNI, A.; KEVAN, P. G. Flower size and shape: implication in pollination **Israel Journal of Plant Sciences** v. 45, p. 201-211, 1997.

DOBAT K.; PEIKERT-HOLLE T. Blüten und Fledermäuse. Waldemar Kramer, **Frankfurt am Main**, 1985.

ENDRESS, P. K. Diversity and Evolutionary Biology of Tropical Flowers. **Cambridge University Press, Cambridge** p. 420, 1994.

ESRI (2016). **ArcGIS desktop**: release 10. Environmental Systems Research Institute, Redlands

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. The principles of pollination ecology. **Pergamon, Oxford** Ed. 3ª 1979.

FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International journal of climatology** v. 37, n. 12, p. 4302-431, 2017.

GENTRY, A. H. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the andean orogeny? **Annals of the Missouri Botanical Garden**. v. 69: p. 557-593, 1982.

GENTRY, A. H. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. In: Bullock, S.H.; Mooney, H. A.; Medina, E. (eds.). *Seasonally Dry Tropical Forests*. London: **Cambridge University Press Cambridge** p. 146-190, 1995.

GIVNISH, T. J. Leaf and canop adaptations in tropical forest. In: Medina E. Mooney H.A. Vasques-Yanes C (eds.). **Physiological ecology of plants in the wet tropics**. **Hague: Junk Publishers** p. 51-84, 1984.

GIULIETTI, A. M. *et al.* Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: J. M. C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins (orgs.). *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. **Ministério do Meio Ambiente, Brasília** p. 48-49, 2004.

GIRÃO, L. C.; LOPES, A. V.; TABARELLI, M; BRUNA, E. M. Changes in tree traits reduce functional diversity in a fragmented Atlantic Forest landscape. **PlosOne** v.2 n.9, p. 908, 2007.

GRIZ, L. M. S, MACHADO, I.C. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology** v. 17, p. 303–321, 2001.

HANDRO, W. Contribuição ao estudo da unidade de dispersão e da plântula de *Andira humilis* Mart. ex Benth. (Leguminosae-Lotoideae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências** v. 41, p. 286-287, 1969.

HEITHAUS, E.R. The role of plant-pollinator interactions in determining community structure. **Annals of the Missouri Botanical Garden** v. 61, p. 675-691, 1974.

HIJMANS, R. J.; VAN ETTEN, J. raster: Geographic Data Analysis and Modeling. R package version 2.5-8, 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira** Ed. 2, 2012.

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

LEAL, I.; TABARELLI, M.; SILVA, C. M. L. Ecologia e conservação da Caatinga. 2ª ed. Recife **Universitária da UFPE** p. 23-822, 2005.

LIMA, A. L. A.; RODAL, M. J. N. Phenology and wood density of plants growing in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments** v. 74 p. 1363-1373, 2010.

LINDSEY, A.H.; BELL, C.R. Reproductive biology of Apiaceae. II. Cryptic specialization and floral evolution in *Thaspium* and *Zizia*. **American Journal of Botany** v. 72, p. 231-247, 1985.

LOPES, A. V.; GIRÃO, L. C.; SANTOS, B. A.; PERES, C. A.; TABARELLI, M. Long-term erosion of tree reproductive trait diversity in edge-dominated Atlantic Forest fragments. **Biological conservation** v. 142, p. 1154-1165, 2009.

MACHADO, I.C.; LOPES, A. V. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. **Annals of Botany** v. 94, p. 365-376. 2004.

MACHADO, I.C.; LOPES, A.V.; SAZIMA, M. Plant sexual systems and a review of the breeding system studies in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Annals of Botany** v. 97, p. 277-287, 2006.

MACHADO, I. C.; BARROS, L. M.; SAMPAIO, E. V. S.B. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica** v. 29, p. 57-68, 1997.

MARTIN, T. G.; POSSIGHAM, H. P. Predicting the impact of livestock grazing on birds using foraging height data. **Journal of Applied Ecology** v. 42, p. 400–408, 2005.

MARTINS, F. Q.; BATALHA, M. A. Pollination systems and floral traits in cerrado woody species of the upper Taquari Region (central Brazil). **Brazilian Journal of Biology** v. 66, p. 543-552, 2006.

MARTORELL, C.; PETERS, E. M. The measurement of chronic disturbance and its effects on the threatened cactus *Mammillaria pectinifera*. **Biological Conservation** v. 124, p.19-207, 2005.

MARCO, D. E.; PAÉZ, S. A. Phenology and phylogeny of animal-dispersed plants in a dry Chaco Forest (Argentina). **Journal of Arid Environments** v. 52, p.1-16, 2002.

MURCIA, C. Forest fragmentation and the pollination of neotropical plants. In: SCHELLAS, J; GREENBERG, R. (Eds). Forest patches in tropical landscapes. London: **Island Press** p. 19-36, 1995.

OLIVEIRA, F. M. P.; ANDERSEN, A. N.; ARNAN, X.; RIBEIRO-NETO, J. D.; LEAL, I.; Effects of aridity and chronic anthropogenic disturbance on seed dispersal by ants in Brazilian Caatinga. **Journal of Animal Ecology** v. 88, p. 870-880, 2019.

PARRA-TABLA, V.; BULLOCK, S.H. La polinización en la selva tropical de Chamela. In NOGUEIRA, F.A.; VEGA, R. J.H.A.; GARCIA ALDRETE, N.; QUESADA AV., M. (Eds.). Historia Natural de Chamela. **Instituto de Biología, UNAM** p. 499-515, 2002.

PENNINGTON, R. T.; LAVIN, M.; OLIVEIRA-FILHO, A. Woody Plant Diversity, Evolution, and Ecology in the Tropics: Perspectives from Seasonally Dry Tropical Forests. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** v. 40, n. 1, p. 437-457, 2009. Disponível em < doi: 10.1146/annurev.ecolsys.110308.120327 >

PIJL, L. V. D. Principles of dispersal in higher plants. 2.ed. New York: **Springer Verlag** p. 211, 1982.

PROCTOR M.; YEO, P.; LACK, A. The natural history of pollination. London: **Harper Collins Publishers** p. 47, 1996.

PROCTOR, M., YEO, P.; LACK, A. The natural history of pollination. London. **Harper Collins Publishers**, 2006.

QUEIROZ, L. P. **Leguminosas da Caatinga**. Universidade Estadual de Feira de Santana p. 443, 2009.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 522-527, 2001.

RAMOS, M. A., MEDEIROS, P. M., ALMEIDA, A. L. S., FELICIANO, A. L. P., & ALBUQUERQUE, U. P. Can wood quality justify local preferences for firewood in an area of Caatinga (dryland) vegetation? **Biomass and Bioenergy**. v. 32, p. 503-509, 2008. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2007.11.010>>

RAMOS, M. A., MEDEIROS; P. M., ALMEIDA; A. L. S., FELICIANO; A. L. P., ALBUQUERQUE, U.P. Use and knowledge of fuelwood in an area of Caatinga vegetation in NE Brazil. **Biomass Bioenergy** v. 32, n. 6, p. 510-517, 2008.

RICKLEFS. R.E. **A Economia da Natureza**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. p. 274-275, 1996.

RIDLEY, H, N. **The dispersal of plants throughout the world**. Reeve: Ashford, 745, 1930.

RITO, K. F., TABARELLI, M., & LEAL, I. R. Euphorbiaceae responses to chronic anthropogenic disturbances in Caatinga vegetation: From species proliferation to biotic homogenization. **Plant Ecology** v. 218, p. 749-759, 2017. Disponível em <<https://doi.org/10.1007/s11258-017-0726-x>>

RITO, K. F.; ARROYO-RODRIGUEZ, V.; QUEIROZ, R.T.; LEAL, I.; TABARELLI, M.; Precipitation mediates the effects of human disturbance on the Brazilian Caatinga vegetation. **Journal of Ecology** v. 105, p. 828-838, 2017.

RIBEIRO, E. M. S.; ARROYO-RODRÍGUEZ, V.; SANTOS, B. A.; TABARELLI, M.; LEAL, I. R. Chronic anthropogenic disturbance drives the biological impoverishment of the Brazilian Caatinga vegetation. **Journal of Applied Ecology** v. 52, n. 3, p. 611-620, 2015.

RICHARDS, A. J. **Plant breeding systems**. London, George Allen & Unwin. p. 526. 1986.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. B.; FIGUEIREDO, M. A. **Manual sobre métodos de estudos florísticos e fitossociológicos**. 1. ed. Brasília: SBB. p. 24, 2013.

SHAHABUDDIN, G.; KUMAR, R. Influence of anthropogenic disturbance on bird communities in a tropical dry forest: role of vegetation structure. **Animal Conservation** v. 9, p. 404-413, 2006.

SCHLICHTING, C. D. The evolution of phenotypic plasticity in plants. **Annual Review of Ecological and Systematics** v. 17, p. 667-693, 1986.

SILVA, J. M. C.; LEAL, I.; TABARELLI, M. (Ed.). Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America. **Springer**, 2018.

SILVA, F.K.G. et al. **Journal of Arid Environments** v. 110, p. 47-52, 2014.

SILVA, J. L. S.; CRUZ-NETO, O.; PERES, C.A.; TABARELLI, M.; LOPES, A. V. Climate change will reduce suitable Caatinga dry forest habitat for endemic plants with disproportionate impacts on specialized reproductive strategies. **PLoS One** v. 14, v. 5, 2019. e0217028.

SILVA, J.M.C., LEAL, I.R., TABARELLI, M. Caatinga – The Largest Tropical Dry Forest Region in South America. **Springer**, 2017.

SINGH, S.P. Chronic disturbance, a principal cause of environmental degradation in developing countries. **Environmental Conservation** v. 5, p. 1–2, 1998.

SMITH, A. P. Stratification of temperate and tropical forest. **American Naturalist** v. 107, p. 671-683, 1973.

SPJUT, R.W. A systematic treatment of fruit types. **Memoirs of the New York Botanical Garden** v. 70, p. 1-82, 1994.

SOUZA, M. J. N. Redimensionamento da região semiárida do Nordeste do Brasil. **Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano de Desertificação** p. 1-24, 1994.

STEFANELLO, D.; FERNANDES-BULHAO, C.; MARTINS, S. V. Síndromes de dispersão de sementes em três trechos de vegetação ciliar (nascente, meio e foz) ao longo do rio pindaíba, MT. **Revista Árvore** v. 33, n. 6, p.1051-1061, 2009.

TSCHAPKA M.; S. DRESSLER. Chiropterophily: on bat-flowers and flower-bats. **Curtis's Botanical Magazine** v. 19, p. 114-125, 2002.

VON HELVERSEN D.; HOLDERIED M.W.; VON HELVERSEN. Echoes of bat pollinated bell-shaped flowers: conspicuous for nectar-feeding bats? **The Journal of Experimental Biology** v. 206, p. 1025-1034, 2002.

VON HELVERSEN, O. Adaptations of flowers to the pollination by glossophagine bats. In: Barthlott W., Naumann C.M., Schmid-Loske K., & K.L. Schuchmann (Eds.) Plant-animal interactions in tropical environments. Bonn: **Museum Alexander Koenig**, 1993.

WESTERKAMP, C. Pollen in Bee-Flower Relations Some Considerations on Melittophily*. **Botanica Acta** v. 109, p.152, 1996.

WIKLUND, C.; ERIKSSON, T. & LUNDBERG, H. The wood white butterfly *Leptidea sinapis* and its nectar plants: a case of mutualism or parasitism? **Oikos** v. 33, p. 358-362, 1979.

WILKANDER, T. Mecanismo de dispersión de diasporas de una selva decidua en Venezuela. **Biotropica** v. 16, p. 276-283, 1984.

WILLMER, P. Pollination and oral ecology. New Jersey, **Princeton University Press** p. 778, 2011.

YOUNG, A. BOYLE, T.; BROWN, T. The population genet consequences of habitat fragmentation for plants. **Tends in Ecology and Evolution** v. 11, p. 413-418, 1996.

APÊNDICE A

Figura 4: Fotos ilustrativas de espécies presentes no estudo.



Cenostigma pyramidale (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis



Croton blanchetianus Baill



Astronium urundeuva M. Allemão

Spondias tuberosa Arruda

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e ao Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, pela oportunidade de ter feito parte de um ensino superior,

Aos meus pais, dedico e agradeço por todo amor, companheirismo, dedicação, auxílio e apoio;

Ao meu orientador, Dr. Sérgio de Faria Lopes, e co-orientador, Me. Gilbevan Ramos de Almeida pela orientação, dicas e paciência;

A banca, Dr. José Iranildo Miranda de Melo e Ma. Fernanda Kalina da Silva Monteiro, por todas as experiências que me proporcionaram durante a graduação, desde o primeiro período até a aceitação de participar da banca;

Ao meu amigo e companheiro, Hélder Nascimento, por todo amor, companheirismo e leseira que nos acompanha;

Aos meus amigos e parceiros de turma, Henrique Costa, Maysa Fidelis, Luan Pedro, Renally Luiz e Wilson Carlos por todo apoio, diversão e raiva que me fizeram e fazem passar todos os dias;

Aos amigos dos laboratórios, ECOTROPICS e LABOT, Anderson Silva, Erimágna Rodrigues, Fernanda Kalina, Gilbevan Almeida, Mickaelly Lucena, agradeço pelas experiências dentro da universidade, fora da universidade e principalmente, no Parque do Povo (entendedores entenderão)

Aos amigos fora da universidade, mas que também me acompanham pela vida, Maria Gabriela, Vanessa Oliveira, Valeska Oliveira, Raquel Felinto e Yanca Kellen,

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento concedido durante a Pesquisa de Iniciação Científica,

A todos minha gratidão!