



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Síndrome de Polinização das Espécies Arbóreas e Arbustivas do Campus do Pici - Fortaleza, Ceará, Brasil

Luana Mateus de Sousa¹, Ana Lívia de Castro Severo de Oliveira², Arianne Moreira Cavalcante³, Rubens Teixeira de Queiroz⁴, Raimundo Luciano Soares Neto⁵, Maria Iracema Bezerra Loiola⁶

¹Doutorado Acadêmico em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, CEP 60440-900, Fortaleza (CE), Brasil, Tel.: (+55 85) 99258-3426, luanamateus@aluno.unilab.edu.br (Autora correspondente).

²Mestrado Acadêmico em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, CEP 60440-900, Fortaleza (CE), Brasil, Tel.: (+55 85) 99133-1344, analivia@alu.ufc.br.

³Doutorado Acadêmico em Zootecnia pela Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, CEP 60440-900, Fortaleza (CE), Brasil. Tel.: (+55 85) 9 8815-8769, arianne.mc@gmail.com.

⁴Professor do Curso de Ciências de Biológicas e do Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, Universidade Federal da Paraíba, CEP 58051-900, João Pessoa (PB), Brasil. Tel.: (+55 83) 9 9954-2749, rbotanico@gmail.com.

⁵Professor do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Regional do Cariri, Departamento de Ciências Físicas e Biológicas. Crato (CE), Brasil. Tel.: (+55 85) 9 9945-5805, lucianosoaes.rdon@gmail.com.

⁶Professora Titular do Curso de Ciências Biológicas e do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Laboratório de Sistemática e Ecologia Vegetal – LASEV, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, CEP 60440-900, Fortaleza (CE), Brasil. Tel.: (+55 85) 9 9620-4734, loiola@ufc.br.

Artigo recebido em 28/04/2022 e aceito em 20/07/2022

RESUMO

O Campus do Pici localizado na zona urbana de Fortaleza, Ceará, apresenta uma diversidade de espécies vegetais. Diante disso, o presente estudo objetivou identificar através das características florais, as síndromes de polinização das espécies vegetais arbóreas e arbustivas que ocorrem no referido Campus. As informações sobre as espécies foram obtidas através de consulta e análise dos espécimes depositadas do herbário EAC e bibliografias especializadas. A partir destas informações, foi elaborada uma lista de espécies das famílias botânicas, suas características morfológicas e síndrome de polinização. Foram listadas 110 espécies distribuídas em 80 gêneros e 28 famílias, com destaque para Fabaceae (34,54%), seguida de Euphorbiaceae (6,36%) e Rubiaceae (5,45%), correspondendo a 46,35% do total de táxons. A síndrome de melitofilia foi a mais frequente, principalmente entre as espécies de Fabaceae, demonstrando a importância dessa família para a manutenção das abelhas em locais antropizados como o Campus do Pici.

Palavras-chave: Agentes polinizadores, Melitofilia, Plantas nativas, Biologia floral, Nordeste do Brasil.

Pollination Syndrome of Tree and Shrub Species of Campus do Pici - Fortaleza, Ceará, Brazil

ABSTRACT

The Campus do Pici, located in the urban area of Fortaleza, - Ceará state, has a diversity of plant species. Therefore, the present study aimed to identify, through the floral characteristics, the pollination syndromes of the tree and shrub plant species that occur in the aforementioned Campus. Information about the species was obtained through consultation and analysis of specimens deposited in the EAC herbarium and specialized bibliographies. From this information, a list of species of the botanical families, their morphological characteristics and pollination syndrome was elaborated. A total of 110 species distributed in 80 genera and 28 families were listed, with emphasis on Fabaceae (34.54%), followed by Euphorbiaceae (6.36%) and Rubiaceae (5.45%), corresponding to 46.35% of the total number of táxons. Melitophilia syndrome was the most frequent, mainly among Fabaceae species, demonstrating the importance of this family for the maintenance of bees in anthropized places such as Campus do Pici.

Key words: Pollinating agents, Melitophilia, Native plants, Floral biology, Northeastern Brazil.

Introdução

A polinização é um processo chave na ecologia reprodutiva de plantas com flores (Imperatriz-Fonseca e Joly, 2017). Esse processo acontece por meios abióticos, quando as plantas são polinizadas pela água ou pelo vento, e bióticos, quando realizado por seres vivos, tais como insetos, aves, morcegos, mamíferos não voadores, lagartos, entre outros (Klein et al., 2007; Imperatriz-Fonseca e Joly, 2017; Leal et al., 2018; Domingos-Melo et al., 2020). Estima-se que cerca de 87% das Angiospermas dependem da polinização biótica, sendo os insetos os agentes polinizadores mais abundantes (Ollerton et al., 2011; Baqi et al., 2021; Muschett e Fontúrbel, 2022).

Os polinizadores são atraídos pelos recursos primários oferecidos pelas flores como pólen, néctar e óleos, e por recursos secundários como a coloração das estruturas florais e seus odores (Endress, 1994). Esses recursos ofertados fazem parte dos atributos florais de grupos vegetais não relacionados, que se adaptaram evolutivamente para atrair determinados tipos de agentes polinizadores e afastar outros, procurando garantir o sucesso de sua reprodução, fenômeno esse investigado pelos botânicos com o objetivo de obter possíveis explicações para melhor compreendê-los (Barônio et al., 2016; Gomes e Quirino, 2016; Lóz et al., 2019; Krakos & Austin, 2020; Kar et al., 2021; Stevenson et al., 2022).

Além da importância da polinização para a ecologia reprodutiva das plantas com flores, a oferta de pólen e néctar é importante também para seus agentes visitantes, já que tais recursos garantem sua sobrevivência e de suas populações, como observado para abelhas sociais e suas colônias (Flores et al., 2021; Lage-Pinto et al., 2021). A polinização também funciona como serviço ecológico regular que se mostra importante para os seres humanos, já que muitos dos alimentos produzidos e consumidos por estes são produtos diretos da polinização (Drummond, 2021; Hane e Korfmacher, 2022; Llodrà-Llabrés e Cariñanos, 2022).

No contexto de mudanças climáticas, as perturbações provocadas pelas ações antrópicas podem ter um impacto sobre polinizadores de forma progressiva, levando a extinções locais e/ou mudanças comportamentais dos agentes polinizadores, podendo causar o desaparecimento de plantas que dependem deles para a polinização,

dispersão de sementes ou proteção contra herbivoria (Leal e Andersen 2014; Brown e Oliveira 2014; Tabarelli et al., 2018; Theodorou et al., 2020; Suni et al., 2021; Lage-Pinto et al., 2021; Ganuza et al., 2022; Rollin et al., 2022; Stevenson et al., 2022).

Em zonas urbanas, as áreas verdes fornecem serviços ecossistêmicos fundamentais para a qualidade de vida nas cidades. Embora os impactos da urbanização sobre o funcionamento desses serviços sejam ainda pouco investigados, alguns estudos tratam dos possíveis agentes que atuem na polinização da vegetação remanescente (Costa et al., 2019; Oliveira M. et al., 2020; Theodorou et al., 2020; Svernigsen et al., 2022). Conhecer o conjunto de características florais que constituem as síndromes de polinização, pode auxiliar na compreensão da relação entre o tipo de recurso produzido e os seus vetores de pólen (Abraham de Noir et al., 2002; Machado e Lopes 2004; Torezan-Silingardi, 2012), bem como os mecanismos de diversificação das características florais (Krakos e Austin, 2020) e analisar como tais áreas verdes podem ser importantes no processo de conservação desses agentes polinizadores, principalmente abelhas (Theodorou et al., 2020; Suni et al., 2021; Stevenson et al., 2022).

Entre as áreas verdes da zona urbana de Fortaleza, Ceará, está o Campus do Pici, pertencente à Universidade Federal do Ceará (UFC). A vegetação característica da área é o Complexo Vegetacional da Zona Litorânea, apresentando composição florística de espécies comuns à Caatinga, Cerrado e Restinga (IPECE, 2018). Parte da área do referido campus foi considerada Área de Interesse Ecológica e foi criada a ÁRIE da Matinha do Pici pela Lei Ordinária N° 10.463 (Fortaleza, 2016). A flora do campus foi registrada através de guias fotográficos (Fernandes et al., 2017), não sendo abrangida toda a sua composição de espécies. Além disso, não se conhece os possíveis agentes polinizadores e nem as respectivas síndromes de polinização.

Como nenhum estudo dessa natureza foi realizado, até o momento, o objetivo deste estudo foi inferir as síndromes de polinização das espécies vegetais arbóreas e arbustivas que ocorrem no Campus do Pici, Fortaleza, Ceará. Estudo da mesma natureza para plantas herbáceas encontra-se em andamento (Loiola e Soares Neto, comentário pessoal).

Material e métodos

Caracterização da área de estudo

O Campus do Pici, da Universidade Federal do Ceará (Figura 1), situado em Fortaleza, Ceará (03°43'02" S e 38°32'35" O) está sob influência climática do tipo Aw, tropical subúmidos, de acordo com o sistema de

classificação de Köppen, e período chuvoso regular entre janeiro-maio, precipitações médias anuais em torno de 800 mm e altitude de 16 m (IPECE, 2018). Apresenta temperaturas anuais de 23,6°C de mínima e 30,4°C de máximas. Umidade relativa do ar em torno de 78%, insolação de 2.856,5 horas anuais e velocidade dos ventos de 3,7 m/s (IPECE, 2018).

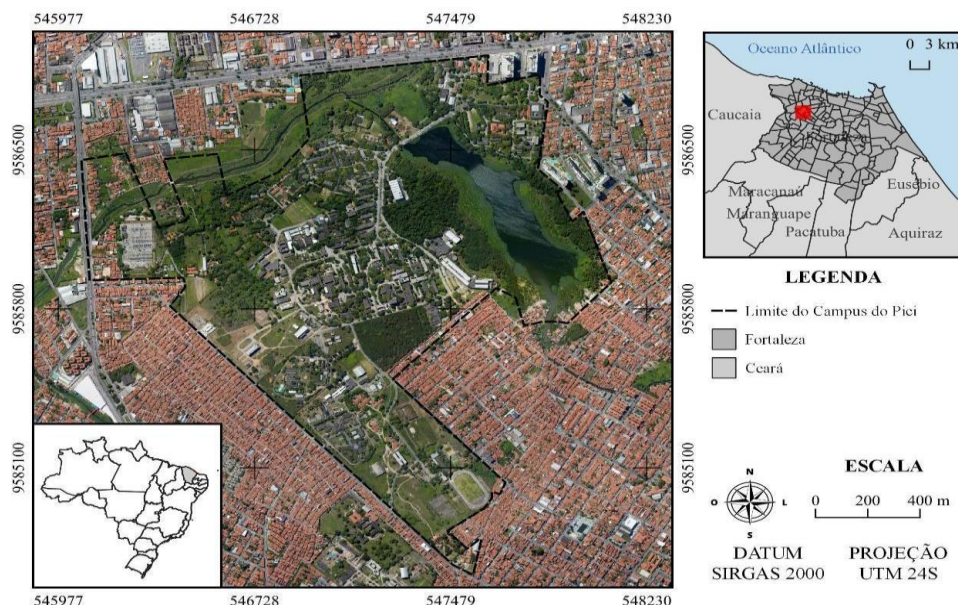


Figura 1. Área de estudo, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará.

Coleta de dados

A lista de espécies foi levantada a partir de análise dos espécimes depositadas no Herbário Prisco Bezerra (EAC) do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará, e de consulta a bancos de dados online: *speciesLink* (<https://specieslink.net/search/>) e Herbário Virtual REFLORA (Reflora – Herbário Virtual). Foram anotadas informações apenas dos táxons identificados em nível de espécie e que apresentavam hábito arbóreo e arbustivo. Os nomes científicos das espécies seguem a Flora do Brasil 2020 (Flora e Funga do Brasil).

Morfologia floral e síndromes de polinização

As espécies arbóreas e arbustivas apresentadas aqui para o Campus do Pici foram descritas com base em informações constantes no Flora do Brasil 2020 e Rede de Catálogos Polínicos Online 2022 (<http://www.rcpol.org.br/>). As buscas observaram atributos florais, sistema sexual, simetria da flor,

unidade floral, tamanho da flor, forma da flor, verticilos florais, cálice, corola, recurso disponível, cor, antese. As síndromes de polinização (Tabela 1) consideradas neste estudo foram as de polinização bióticas, e seguiram a categorização de Faegri e Pijl (1979), Machado e Lopes (2004), Silva et al. (2012), Fischer et al. (2014) e Rech et al. (2014).

Tabela 1. Síndromes de polinização adotadas no estudo

Síndrome	Polinizador
Melitofilia	Abelhas
Miiofilia	Moscas
Esfingofilia	Mariposas
Cantarofilia	Besouros
Ornitofilia	Aves
Quiropterofilia	Morcegos
Terofilia	Mamíferos não-voadores

Resultados

Para o Campus do Pici foram listados 80 gêneros distribuídos em 28 famílias botânicas, totalizando 110 espécies (Tabela 2). A família com maior riqueza de espécies foi Fabaceae com (38 spp, 34,54%), seguida de Euphorbiaceae (7 spp., 6,36%), Rubiaceae (6 spp., 5,45%), correspondendo a 46,35% do total de registros. Anacardiaceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Myrtaceae e Verbenaceae representadas por cinco

espécies cada, somaram para cada família 4,55%, totalizando 22,75%. Apocynaceae foi representada por quatro espécies, correspondendo a 3,63% da representatividade total. As demais famílias estão representadas por uma a três espécies, correspondendo 27,27% do total de espécies amostradas (Figura 2). Com base nesses resultados foram elaboradas quatro pranchas (Figuras 3, 4, 5 e 6) com as características das espécies de Fabaceae, família com o maior número de representantes.

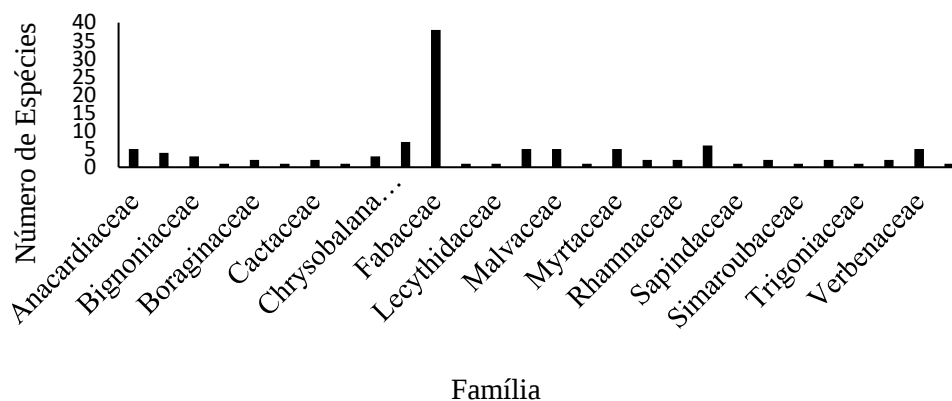


Figura 2. Número de espécies arbustivas e arbóreas por família, no Campus do Pici, Fortaleza, Ceará.

Resultados similares para áreas urbanas da região Nordeste foram citados por Kinoshita et al. (2006); Santos et al. (2011); Costa et al. (2019); Oliveira P. et al., 2020; Silva et al. (2021). O maior registro de espécies da família Fabaceae, quando comparada com outras, ocorre porque as espécies desta família apresentam-se sob diversas formas de crescimento, desde herbáceas a trepadeiras, e conseguem ocupar diferentes habitats (Gentry, 1982; Fernandes et al., 2020).

Em relação aos tipos de polinização, Fabaceae também apresentou a maior diversificação (Tabela 2), sendo registradas cinco síndromes distintas (melitofilia, quiropterofilia, ornitofilia, esfingofilia, miiofilia). Santos-Filho et al., (2016) indicaram quatro síndromes distintas para essa família, sendo melitofilia, psicofilia e quiropterofilia, comum às espécies encontradas em nosso estudo e DPI (adaptação a diversos pequenos insetos), que não incluímos aqui.

Morfologia Floral

A simetria floral encontrada na maioria das espécies analisadas foi actinomorfa (62,7%), enquanto 32,3% apresentaram simetria zigomorfa (Tabela 2). Resultados semelhantes com maior proporção de flores com simetria actinomorfa foram registrados por Araújo et al. (2009) e Nóbrega e Quirino (2020) em áreas de Mata Atlântica, e por Lavor e Ramos (2016) em um fragmento de Caatinga. Segundo Barbosa e Sazima (2008) esse tipo de simetria possibilita que a flor receba visitas de uma maior diversidade de polinizadores já que não há uma especialização fenotípica por parte da flor.

Tabela 2. Espécies lenhosas do Campus do Pici (Universidade Federal do Ceará – UFC), em Fortaleza – CE. Legenda: SF = Síndrome floral (An = Anemofilia; E = Esfingofilia; Me = Melitofilia; Mi = Miiofilia; O = Ornitofilia; P = Psicofilia; e Q = Quiropterofilia); UF = Unidade floral (F = Flor; e I = Inflorescência); TF = Tamanho da flor (PP = Muito pequena; P = Pequena; M = Média; G = Grande; e GG = Muito grande); FF = Forma da flor (Act = Actinomorfa; Ano = Anômala; Cam = Campanulada; Cru = Cruciforme; Inf = Infundibuliforme; Pap = Papilionada; Rot = Rotada; Sal = Salpingomorfa; Tub = Tubulosa; e Ung = Unguiculada); SF = Simetria floral (Act = Actinomorfa; e Zig = Zigomorfa); VF = Verticilos florais (A = Ausente; D = Diclamídia; e M = Monoclamídia); Cálice (Di = Dialissépala; Si = Sinsépala; e A = Ausente); Corola (Di = Dialipétala; Si = Simpétala; e A = Ausente); RD = Recurso disponível (Néc = Néctar; Óle = Óleo; e Pól = Pólen); Cor (Am = Amarela/Amarelada; Br = Branca; Cr = Creme; La = Laranja/Alaranjada; Li = Lilás; Rs = Rosa; Rx = Roxa; Vd = Verde; e Ve = Vermelha); Antese (Cre = Crepuscular; Dia = Diurna; e Noi = Noturna).

Família / Espécie	SF	UF	TF	FF	SF	VF	Cálice	Corola	RD	Cor	Odor	Antese
Anacardiaceae												
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Me	I	P	Sal	Act	D	Di	Di	Pól/Néc	Rs/Cr	Sim	Dia
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	An/Me	I	P	Act	Act	D	Di	Di	Néc	Am	Sim	Dia/Noi
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Me	I	M	Act	Act	D	Di	Di	Pól/Néc	Br	Não	Dia
<i>Spondias mombin</i> L.	Me	I	P	Act	Act	D	Di	Di	Pól/Néc	Br	Sim	Dia
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Me	I	P	Act	Act	D	Di	Di	Pól/Néc	Br/Am	Sim	Dia
Apocynaceae												
<i>Allamanda puberula</i> A.DC.	Me	F	G	Sal	Act	D	Di	Si	Néc	Am	Sim	Dia
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	Me	I	M	Sal	Act	D	Di	Si	Pól	Br	Sim	Dia/Cre
<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	P	I	M	Sal	Act	D	Di	Si	Néc	Br	Sim	Dia/Cre
<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K.Schum.	Me	I	M	Sal	Act	D	Di	Si	Néc	Am	Sim	Dia
Bignoniaceae												
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	Me	I	G	Inf	Zig	D	Si	Si	Néc	Am	Sim	Dia

<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Me	I	G	Inf	Zig	D	Si	Si	Néc	Rs	Sim	Dia
<i>Jacaranda brasiliana</i> (Lam.) Pers.	Me	I	M	Sal	Zig	D	Si	Si	Néc	Li	Sim	Dia
Bixaceae												
<i>Bixa orellana</i> L.	Me	I	M	Act	Act	D	Di	Di	Pól	Br	Não	Dia
Boraginaceae												
<i>Cordia oncocalyx</i> Allemão	Me	I	PP	Rot	Act	D	Si	Si	Néc	Br	Sim	Dia
<i>Varronia leucomalloides</i> (Taroda) J.S.Mill.	Me	I	P	Inf	Act	D	Si	Si	Néc	Br	Sim	Dia
Burseraceae												
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Me/Q	I	P	Act	Act	D	Si	Di	Néc	Cr	Sim	Noi
Cactaceae												
<i>Pilosocereus catingicola</i> (Gürke) Byles & Rowley	Q	F	G	Inf	Zig	M	Di	Di	Néc	Br/Vd	Sim	Noi
<i>Xiquexique gounellei</i> (F.A.C.Weber) Lavor & Calvente	Q	F	G	Inf	Zig	M	Di	Di	Néc	Br	Sim	Noi
Cannabaceae												
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Me	I	PP	Act	Act	M	Di	A	Pól	Cr	Não	Dia
Chrysobalanaceae												
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	P	I	P	Act	Zig	D	Di	Di	Pól	Rs	Não	Noi
<i>Microdesmia rigida</i> (Benth.) Sothers & Prance	Me	I	P	Act	Act	M	Si	A	Pól/Néc	Br/Cr	Sim	Dia

<i>Moquilea tomentosa</i> Benth.	Me	I	P	Act	Act	D	Si	Di	Pól/Néc	Br	Sim	Dia
Euphorbiaceae												
<i>Cnidoscopus quercifolius</i> Pohl	Me	I	P	Sal	Act	M	Di/Si	A	Pól/Néc	Br	Sim	Dia
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Me	I	P	Act	Act	M	A	Di	Pól/Néc	Br	Sim	Dia
<i>Croton jacobinensis</i> Baill.	Mi/Me	I	P	Act	Act	M	A	Di	Pól/Néc	Br	Sim	Dia
<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	Me/O	I	P	Act	Act	D	Di	Di	Pól/Néc	Ve	Não	Dia
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Me/O	I	M	Rot	Act	D	Di	Di	Pól/Néc	Ve	Não	Cre
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Me	I	M	Act	Act	D	Si	Di	Pól/Néc	Cr	Sim	Dia
<i>Manihot carthagenensis</i> (Jacq.) Müll.Arg.	Me	I	M	Act/Cam	Act	M	Di/Si	A	Pól/Néc	Vd	Sim	Dia
Fabaceae												
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	Me	I	P	Cam	Act	D	Si	Di	Néc	Cr	Sim	Dia
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Q	I	G	Ung	Zig	D	Di	Di	Pól/Néc	Br	Sim	Noi
<i>Bauhinia pentandra</i> (Bong.) D.Dietr.	Q	I	GG	Ung	Zig	D	Di	Di	Néc	Vd/Cr	Sim	Noi
<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Q	I	GG	Act	Zig	D	Di	Di	Néc	Br	Sim	Noi
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	Me	I	G	Ung	Zig	D	Di	Di	Néc	Am	Não	Dia
<i>Chamaecrista hispidula</i> (Vahl) H.S.Irwin & Barneby	Me	I	P	Ung	Zig	D	Di	Di	Pól	Am	Não	Dia
<i>Chamaecristanictitans</i> (L.) Moench	Me	F	P	Ung	Zig	D	Di	Di	Néc	Am	Não	Dia
<i>Chloroleucon acacioides</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes	Me	I	P	Inf	Act	D	Si	Si	Néc	Br	Não	Dia

<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	Me	I	M	Pap	Zig	D	Si	Di	Néc	Li	Não	Dia
<i>Cratylia argentea</i> (Desv.) Kuntze	Me	I	M	Pap	Zig	D	Si	Di	Néc	Li	Não	Dia
<i>Dahlstedtia araripensis</i> (Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	Me	I	G	Cam	Zig	D	Si	Si	Néc	Li	Não	Dia
<i>Desmodium glabrum</i> (Mill.) DC.	Me	I	P	Cam	Zig	D	Si	Si	Pól/Néc	Rs	Sim	Dia
<i>Desmodium uncinatum</i> (Jacq.) DC.	Me	I	P	Pap	Zig	D	Si	Di	Néc	Rx	Sim	Dia
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Q	I	M	Act	Act	D	Di	Di	Pól/Néc	Br	Sim	Noi
<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	Me	I	P	Pap	Zig	D	Si	Di	Néc	Rs	Não	Dia
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	E/O	I	P	Cam	Act	D	Si	Di	Pól/Néc	Cr	Sim	Dia
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	Me	I	P	Act	Zig	D	Di	Di	Néc	Am	Sim	Dia
<i>Mimosa arenosa</i> (Willd.) Poir.	Me	I	P	Cam	Act	D	Si	Si	Pól/Néc	Br	Sim	Dia
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	Me	I	P	Cam	Act	D	Si	Si	Pól/Néc	Br	Sim	Dia
<i>Mimosa pigra</i> L.	Me	I	P	Cam	Act	D	Si	Si	Pól	Rs	Sim	Dia
<i>Mimosa sensitiva</i> L.	Me	I	P	Cam	Act	D	Si	Si	Pól	Rs	Sim	Dia
<i>Mimosa somnians</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Me	I	P	Cam	Act	D	Si	Si	Pól	Rs	Não	Dia
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	Me	I	P	Cam	Act	D	Si	Si	Pól/Néc	Cr	Sim	Dia
<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	Me	I	G	Ung	Zig	D	Di	Di	Pól/Néc	Am	Sim	Dia
<i>Piptadenia retusa</i> (Jacq.) P.G.Ribeiro, Seigler & Ebinger	Me	I	P	Tub	Act	D	Si	Si	Néc	Am	Sim	Dia

<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	Me	I	P	Cam	Act	D	Si	Si	Pól/Néc	Cr	Sim	Dia
<i>Cenostigma bracteosum</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	Me	I	M	Act	Zig	D	Di	Di	Néc	Am	Sim	Dia
<i>Cenostigma bracteosum</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	Me	I	M	Act	Zig	D	Di	Di	Néc	Am	Sim	Dia
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Me	I	G	Act	Act	D	Di	Di	Pól/Néc	Am	Sim	Dia
<i>Senegalia riparia</i> (Kunth) Britton & Rose ex Britton & Killip	Me	I	P	Tub	Act	D	Si	Si	Pól/Néc	Cr	Não	Dia
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	Me	I	G	Ung	Zig	D	Di	Di	Pól	Am	Não	Dia
<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Me	I	M	Ung	Zig	D	Di	Di	Pól	Am	Não	Dia
<i>Senna rizzinii</i> H.S.Irwin & Barneby	Me	I	G	Ung	Zig	D	Di	Di	Pól	Am	Não	Dia
<i>Senna splendida</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	Me	I	G	Ung	Zig	D	Di	Di	Pól	Am	Não	Dia
<i>Senna trachypus</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	Me	I	M	Ung	Zig	D	Di	Di	Pól	Am	Não	Dia
<i>Swartzia simplex</i> var. <i>grandiflora</i> (Raddi) R.S.Cowan	Me	I	M	Act	Zig	D	Di	Di	Pól	Am	Não	Dia
<i>Tephrosia cinerea</i> (L.) Pers.	Me	F	M	Ung	Zig	A	Si	Di	Pól	Rs	Sim	Dia
<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.	Me/Mi	I	PP	Cam	Act	D	Si	Si	Pól	Am	Sim	Dia
Hypericaceae												
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Me	I	M	Act	Act	D	Di	Di	Pól/Néc	Vd/Cr	Não	Dia
Lecythidaceae												

<i>Couroupita guianensis</i> Aubl.	Me	I	GG	Act	Zig	M	Di	A	Pól	Ve/Rs	Sim	Cre
Malpighiaceae												
<i>Bunchosia acuminata</i> Dobson	Me	I	P	Ung	Act	D	Di	Di	Pól/Óle	Am	Não	Dia
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Me	I	P	Ung	Zig	D	Di	Di	Pól/Óle	Rs	Sim	Dia
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Me	I	P	Ung	Zig	D	Di	Di	Pól/Óle	La/Am	Sim	Dia
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Me	I	P	Ung	Zig	D	Di	Di	Pól/Óle	La/Am	Sim	Dia
<i>Stigmaphyllon paralias</i> A.Juss.	Me	I	G	Ung	Zig	D	Di	Di	Pól/Óle	Am	Não	Dia
Malvaceae												
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Q	F	G	Ung	Zig	D	Si	Si	Néc	Cr	Sim	Cre
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Me	I	PP	Act	Act	D	Di	Di	Pól/Néc	Cr	Sim	Dia
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Q	F	G	Act	Act	D	Si	Di	Néc	Vd/Cr	Sim	Cre
<i>Sida glomerata</i> Cav.	Me	F	M	Cam	Act	D	Si	Si	Néc	Am	Não	Dia
<i>Sida santaremensis</i> Mont.	Me	I	M	Act	Act	D	Si	Di	Pól/Néc	Am	Não	Dia
Melastomataceae												
<i>Mouriri cearensis</i> Huber	Me	I	M	Act	Act	D	Si	Di	Pól	Cr	Sim	Dia
Myrtaceae												
<i>Eugenia luschnathiana</i> (O.Berg) Klotzsch ex B.D.Jacks.	Me	F	P	Act	Act	D	Di	Di	Pól	Br	Sim	Dia
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Me	I	P	Cru	Act	D	Di	Di	Pól	Br	Sim	Dia
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	Me	I	P	Act	Act	D	Di	Di	Pól	Br	Sim	Dia

<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	Me	I	P	Act	Act	D	Di	Di	Pól	Br	Sim	Dia
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Me	I	P	Act	Act	D	Si	Si	Pól	Br	Sim	Dia
Nyctaginaceae												
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	P/E	F	P	Sal	Act	M	Si	A	Néc	Br/Ve	Sim	Dia
<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	O/P	I	P	Sal	Act	M	Si	A	Néc	La	Não	Dia
Rhamnaceae												
<i>Sarcomphalus joazeiro</i> (Mart.)Hauenschild	Me	I	P	Act	Act	D	Di	Di	Néc	Am	Não	Dia
<i>Sarcomphalus platyphyllus</i> (Reissek) Hauenschild	Me	I	P	Act	Act	D	Di	Di	Néc	Am	Não	Dia
Rubiaceae												
<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schltdl.	Me	I	P	Inf	Act	M	Si	Si	Néc	Br	Não	Dia
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	E	I	M	Inf	Act	D	Di	Si	Pól/Néc	Rs	Sim	Noi
<i>Genipa americana</i> L.	Me	F	M	Rot	Act	D	Di	Si	Néc	Cr	Sim	Dia
<i>Guettarda angelica</i> Mart. exMüll.Arg.	E	F	M	Sal	Act	D	Di	Si	Néc	Br	Sim	Dia
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	E	I	M	Inf	Act	M	Si	Si	Pól	Br	Sim	Dia
<i>Randia calycina</i> Cham.	E	I	M	Inf	Act	M	Si	Si	Pól	Br	Sim	Dia
Sapindaceae												
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	Me	I	M	Act	Act	D	Si	Di	Pól/Néc	Cr	Sim	Dia
Sapotaceae												
<i>Manilkara triflora</i> (Allemão) Monach.	Me	I	P	Act	Act	D	Di	Si	Néc	Cr	Não	Dia

<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Me	I	P	Act	Act	D	Di	Si	Pól/Néc	Vd	Sim	Dia
Simaroubaceae												
<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	P/Me	I	P	Act	Act	D	Si	Di	Pól/Néc	Am	Sim	Noi
Solanaceae												
<i>Solanum paludosum</i> Moric.	Me	I	P	Act	Act	D	Si	Si	Pól	Li	Sim	Dia
<i>Solanum paniculatum</i> L.	Me	I	P	Rot	Act	D	Si	Si	Pól	Br	Sim	Dia
Trigoniaceae												
<i>Trigonia nivea</i> Cambess.	Me	I	P	Pap	Zig	D	Di	Di	Pól/Néc	Br	Sim	Dia
Urticaceae												
<i>Cecropia palmata</i> Willd.	An	I	P	Act	Act	A	A	A	Pól	Cr/Vd	Sim	Dia
<i>Laportea aestuans</i> (L.) Chew	An	I	PP	Act	Act	M	Di	A	Pól	Vd	Não	Dia
Verbenaceae												
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	P/Me	I	PP	Sal	Zig	D	Si	Si	Néc	Br	Não	Dia
<i>Duranta erecta</i> L.	P	I	P	Sal	Zig	D	Si	Si	Néc	Li	Não	Dia
<i>Lantana camara</i> L.	P	I	P	Sal	Zig	D	Si	Si	Néc	La	Sim	Dia
<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P.Wilson	Me	I	PP	Sal	Zig	D	Di	Si	Pól/Néc	Rs	Sim	Dia
<i>Lippia grata</i> Schauer	P/Me	I	P	Sal	Zig	D	Di	Si	Pól/Néc	Br	Sim	Dia
Violaceae												
<i>Pombalia communis</i> (A.St.-Hil.) Paula- Souza	Me	F	M	Ano	Zig	D	Di	Si	Néc	Br	Sim	Dia

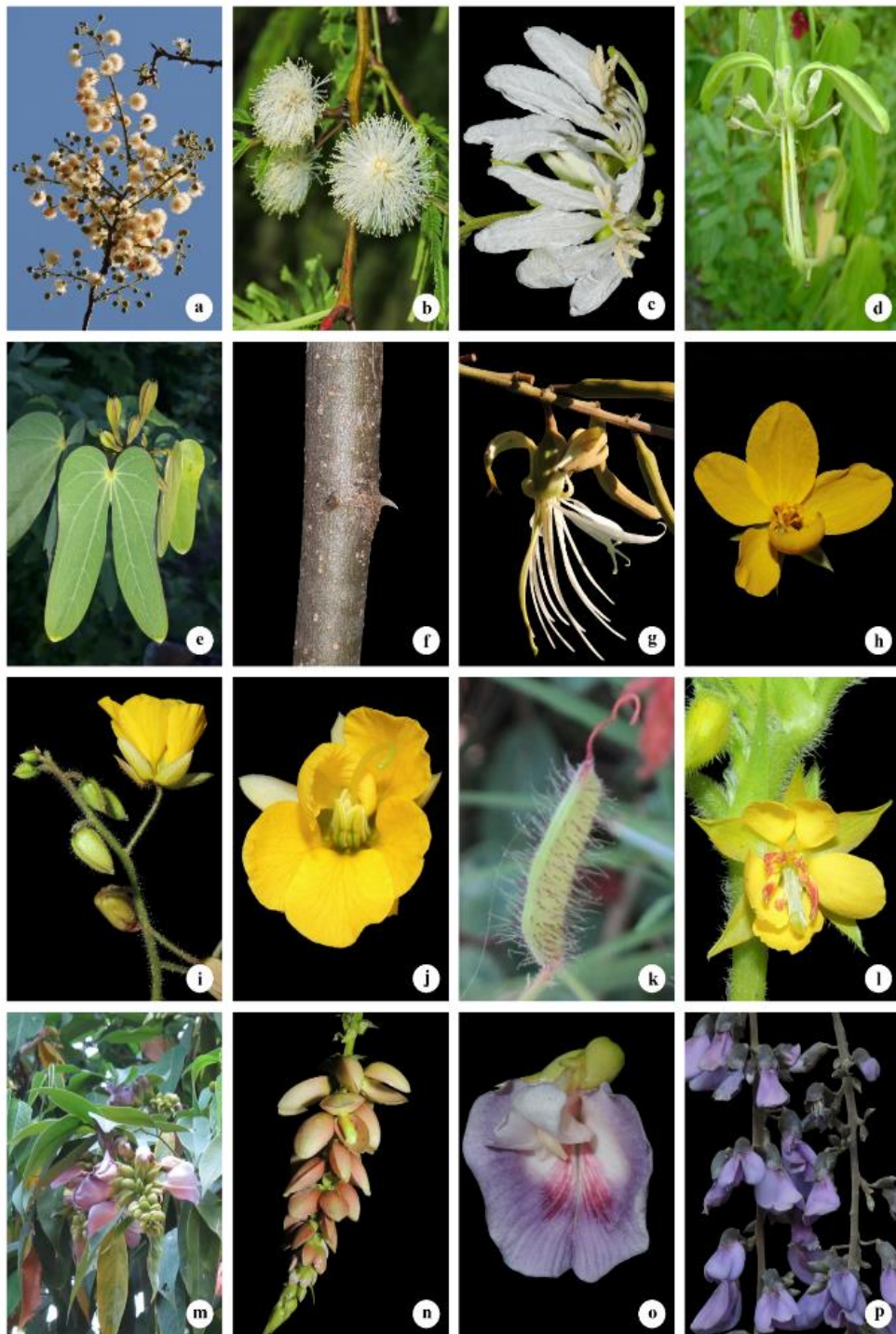


Figura 3. Espécies representantes da família com maior riqueza do Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE. a. *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul (inflorescência); b. *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (flores); c. *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. (flores); d. *Bauhinia pentandra* (Bong.) D. Dietr. (flor); e. *Bauhinia pentandra* (folhas); f. *Bauhinia pentandra* (tronco); g. *Bauhinia unguolata* L. (flor); h. *Chamaecrista flexuosa* (L.) Greene (flor); i. *Chamaecrista hispidula* (Vahl) H.S.Irwin & Barneby (inflorescência); j. *Chamaecrista hispidula* (flor); k. *Chamaecrista hispidula* (fruto); l. *Chamaecrista nictitans* (L.) Moench (flor); m. *Clitoria fairchildiana* R.A.Howard (folhas); n. *Clitoria fairchildiana* (inflorescência); o. *Clitoria fairchildiana* (flor); p. *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze (inflorescência). Créditos: R. T. de Queiroz.

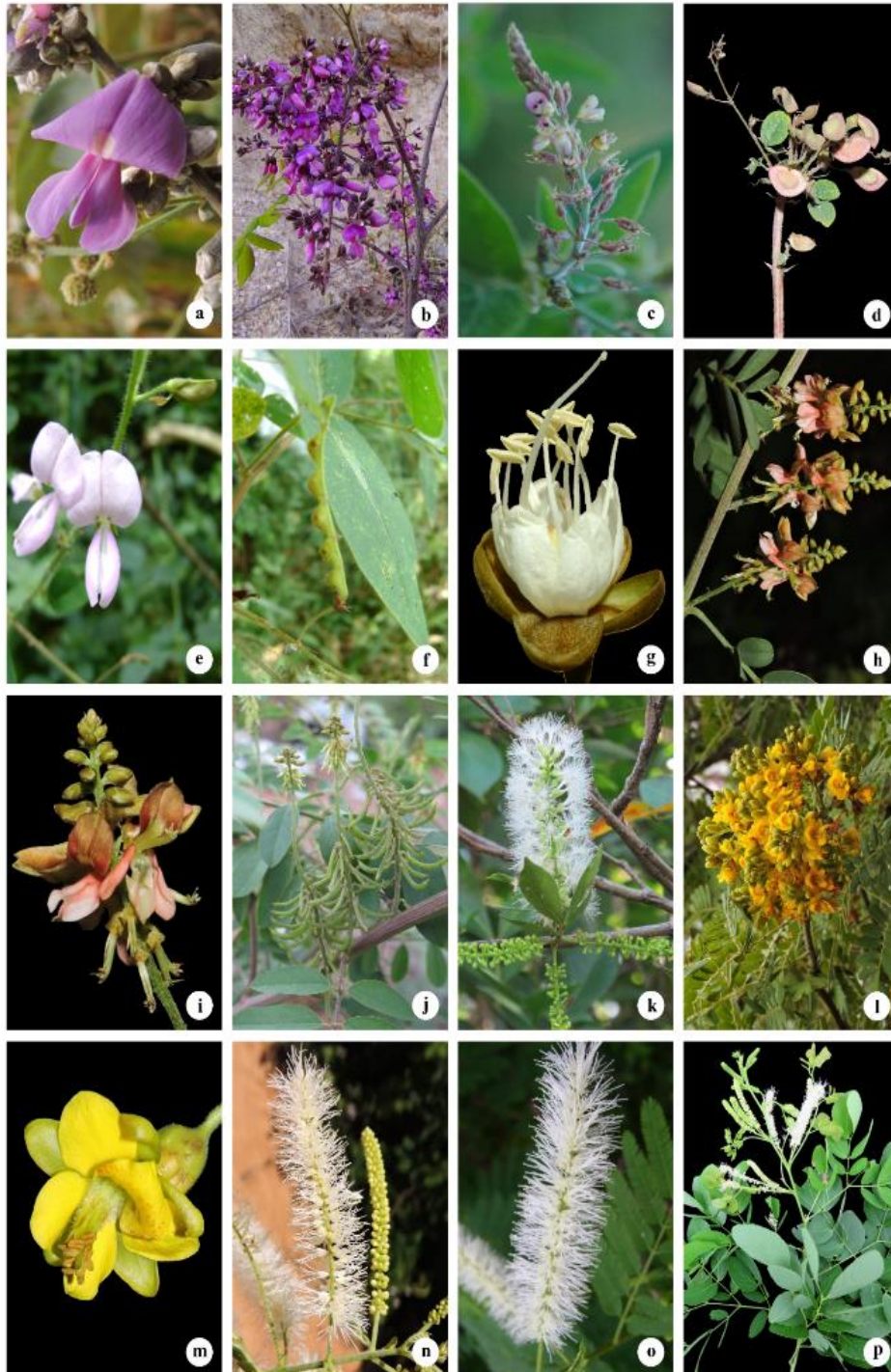


Figura 4. Espécies representantes da família com maior riqueza do Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE. a. *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze (flor); b. *Dahlstedtia araripensis* (Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo (inflorescência); c. *Desmodium glabrum* (Mill.) DC. (inflorescência); d. *Desmodium glabrum* (frutos); e. *Desmodium uncinatum* (Jacq.) DC. (flores); f. *Desmodium uncinatum* (folhas); g. *Hymenaea courbaril* L. (flor); h. *Indigofera suffruticosa* Mill. (ramo); i. *Indigofera suffruticosa* (inflorescência); j. *Indigofera suffruticosa* (frutos); k. *Inga laurina* (Sw.) Willd. (inflorescência); l. *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz (inflorescência); m. *Libidibia ferrea* (flor); n. *Mimosa arenosa* (Willd.) Poir. (ramo); o. *Mimosa arenosa* (inflorescência); p. *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (ramo). Créditos: R. T. de Queiroz.

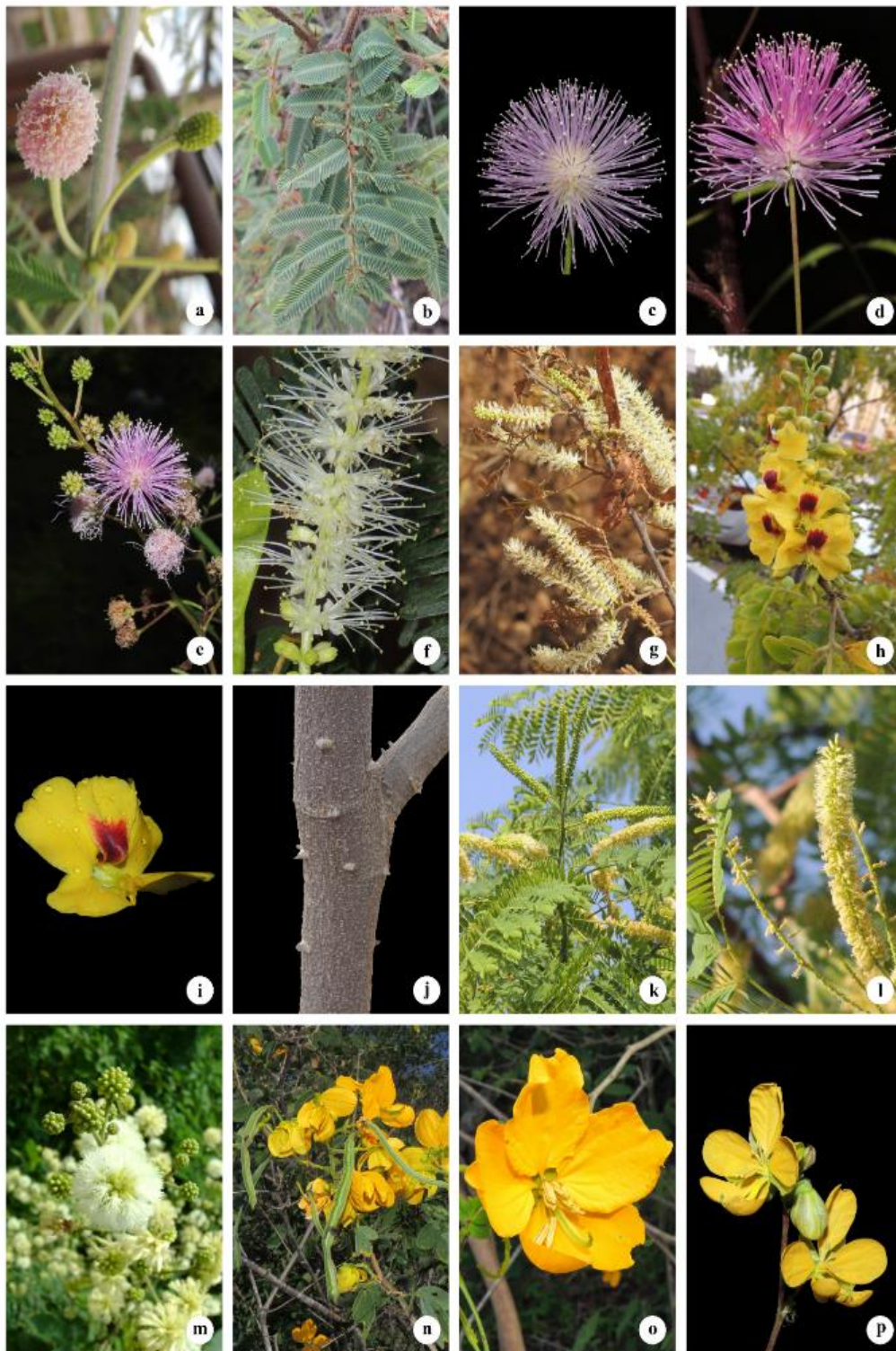


Figura 5. Espécies representantes da família com maior riqueza do Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE. a. *Mimosa pigra* L. (flores); b. *Mimosa pigra* L. (folhas); c. *Mimosa sensitiva* L. (flor); d. *Mimosa somnians* Humb. & Bonpl. ex Willd. (flor); e. *Mimosa somnians* (inflorescência); f. *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir (inflorescência); g. *Mimosa tenuiflora* (frutos); h. *Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis (inflorescência); i. *Paubrasilia echinata* (flor); j. *Paubrasilia echinata* (tronco); k. *Plathymenia reticulata* Benth. (inflorescência); l. *Plathymenia reticulata* (flores) e (inflorescência); m. *Senegalia riparia* (Kunth) Britton & Rose ex Britton & Killip (flores); n. *Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby (inflorescência e frutos); o. *Senna macranthera* (flor); p. *Senna occidentalis* (L.) Link (flores). Créditos: R. T. de Queiroz.

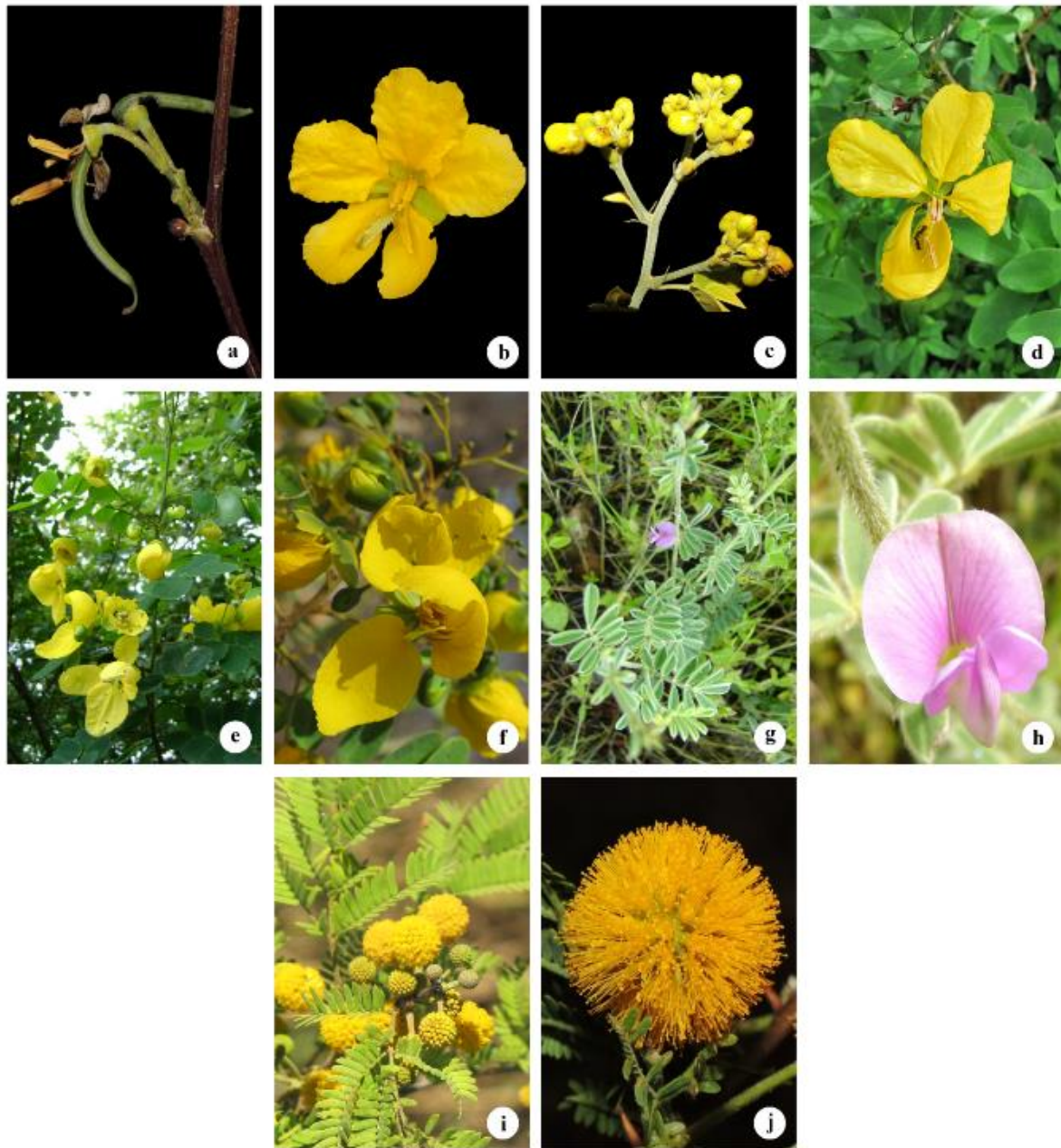


Figura 6. Espécies representantes da família com maior riqueza do Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE. a. *Senna occidentalis* (L.) Link (frutos); b. *Senna rizzinii* H.S.Irwin & Barneby (flor); c. *Senna rizzinii* (frutos); d. *Senna splendida* (Vogel) H.S.Irwin & Barneby (flor); e. *Senna trachypus* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (inflorescência); f. *Senna trachypus* (flor); g. *Tephrosia cinerea* (L.) Pers. (hábito); h. *Tephrosia cinerea* (flor); i. *Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn. (inflorescência); j. *Vachellia farnesiana* (flor). Créditos: R. T. de Queiroz.

Os recursos florais encontrados foram: néctar, registrado na maioria das espécies (38,2%), seguida do pólen (26,4%) (Figura 7). Um total de 34 espécies (30,9%) ofertam néctar e pólen para seus visitantes (Figura 7). Nenhuma espécie apresentou óleo exclusivamente como único recurso floral. Em cinco espécies da família Malpighiaceae, polinizadas por abelhas, foram encontrados como recursos pólen e óleo (Tabela 2). Os dados obtidos neste estudo para os recursos florais são semelhantes aos encontrados por Silva et al. (2021), em uma área de caatinga onde predominou o néctar seguido do néctar/pólen.

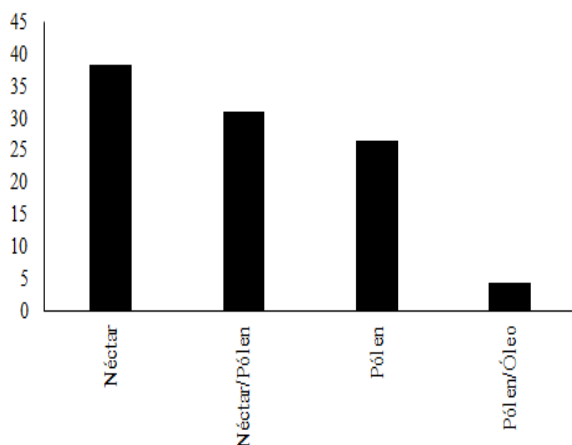


Figura 7. Amostragem dos recursos florais ofertado por espécies de plantas analisadas, no Campus do Pici (Universidade Federal do Ceará - UFC), Fortaleza - CE.

O néctar é considerado um alimento energético utilizado por insetos, espécies de aves e mamíferos. Além de água e carboidratos, o néctar contém uma diversidade de substâncias químicas, como os aminoácidos, antioxidantes, proteínas, lipídeos, minerais e vitaminas (Agostini et al., 2014).

O pólen é rico em proteínas, que servem de matéria prima para o crescimento e restauração dos tecidos animais, sendo uma importante fonte proteica, por ter em sua composição lipídios, esteróis, amido, açúcar, vários minerais e vitaminas (Agostini et al., 2014). Ainda de acordo com esse autor, as flores que ofertam somente esse recurso são chamadas de “flores de pólen”. Suni et al. (2021) ressaltou que o sucesso reprodutivo de plantas em áreas urbanas, pode depender de espécies que carregam maiores proporções de pólen específico.

Além de pólen e néctar, um grupo relativamente restrito de plantas possuem óleos florais como chamarizes para seus polinizadores. O primeiro autor que descreveu essa “síndrome floral” foi Vogel em 1969. Ele identificou a presença de estruturas especializadas denominadas de “elaióforos”, que são estruturas que produzem óleos florais presentes em espécies de oito famílias botânicas, incluindo as Malpighiaceae (Alves-dos-Santos et al., 2007). Comparado ao néctar, o óleo floral é muito mais energético e calórico e quando misturado ao pólen fornece uma maior quantidade de energia do que as encontradas na mistura de pólen com néctar (Alves-dos-Santos et al., 2007).

Algumas abelhas de hábito solitário, utilizam o óleo floral, para alimentar sua prole, ajudando em seu desenvolvimento, no entanto segundo Roubik (1989), as abelhas solitárias adultas não são conhecidas por ingerir esses óleos florais. As espécies de abelhas especializadas na coleta deste recurso pertencem às tribos: Macropidiini, Ctenoplectrini e Redivivini (Melittinae), Tapinotaspidini, Tetrapediini e Centridini (Apinae) (Alves-dos-Santos et al., 2007).

Síndromes de polinização

Entre as espécies analisadas 88,2% apresentaram apenas uma síndrome de polinização enquanto 11,8% possuíam até duas síndromes (Figura 8). A síndrome do tipo melitofilia foi a mais representativa correspondendo a 72,7% das espécies, seguidas de quiropterofilia 7,3% e esfingofilia 3,6% (Figura 8). Entre as famílias estudadas, Fabaceae apresentou a maior quantidade de espécies (n=23) com a síndrome do tipo melitofilia, sendo que *Vachellia farnesiana* pode também possuir síndrome de polinização do tipo miofilia (Tabela 2).

Diversos estudos demonstraram que a síndrome melitofilia também predominou sobre as outras síndromes, como por exemplo: Santos-Filho et al., (2016); Marcelo et al. (2019); Silveira et al. (2020); Oliveira M. et al. (2020); Oliveira et al. (2021); Xavier et al. (2021); Bueno et al., 2021) e Llodràs-Llabrés; Carinãnos (2022). No estudo de Santos-Filho et al. (2016) esse tipo de síndrome representou 48% das espécies. Essa predominância justifica-se porque as abelhas são eficientes como forrageiras, conseguem coletar pólen mais rápido que outros polinizadores.

Além disso, o comportamento generalista presente de algumas espécies, permite que elas visitem vários indivíduos botânicos com

morfologias florais variadas (Figura 9) (Faegri; Van der Pijl, 1979; Sousa et al., 2007; Silveira et al., 2020). As flores melitófilas apresentam colorações que variam entre do azul, amarelo ao ultravioleta; geralmente com presença de odor; antese diurna e a grande maioria dessas flores oferecem néctar, pólen e óleo como recurso floral, no entanto algumas espécies apresentam também perfumes e resinas como atrativos (Rech et al., 2014; Rocha et al., 2020).

No presente estudo a síndrome do tipo quiropterofilia foi observada em nove espécies

distribuídas entre as famílias Fabaceae, Malvaceae, Cactaceae e Burseraceae. *Protium heptaphyllum* apresentou também a síndrome de melitofilia. As flores com esse tipo de síndrome possuem cores que variam entre brancas, avermelhadas e esverdeadas, apresentam antese crepuscular e/ou noturna, as flores ou inflorescências são grandes e secretam grandes quantidades de néctar e pólen e emitem odores peculiares (Fleming et al., 2009; Rech et al., 2014).

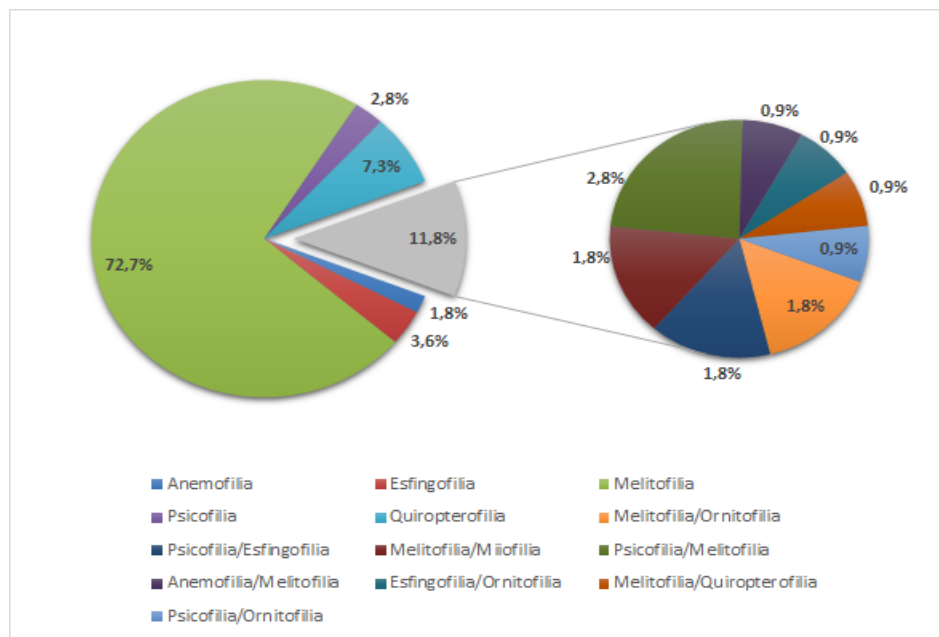


Figura 8. Porcentagem das síndromes de polinização encontradas nas espécies de plantas, no Campus do Pici (Universidade Federal do Ceará - UFC), Fortaleza – CE

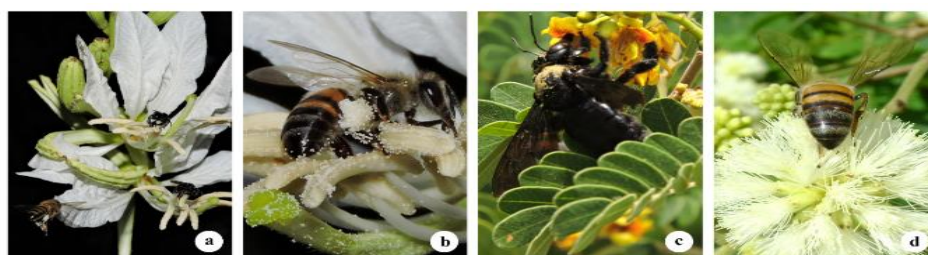


Figura 9. Agentes polinizadores das espécies arbóreas e arbustivas do Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE. a. *Apis mellifera* e *Trigona* sp. nas flores de *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.; b. *Apis mellifera* recolhendo pólen das flores de *Bauhinia cheilantha*; c. *Xylocopa* sp. nas flores de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz; d. *Apis mellifera* nas flores de *Senegalia riparia* (Kunth) Britton & Rose ex Britton & Killip.

A síndrome esfingofilia foi registrada nas espécies *Coutarea hexandra*, *Guettarda angelica*, *Randia armata* e *Randia calycina*, todas pertencentes à família Rubiaceae. Em

Bougainvillea glabra e *Tabernaemontana laeta* há também a ocorrência da síndrome do tipo psicofilia, o mesmo ocorre com *Inga laurina*, no entanto a outra síndrome apresentada é ornitofilia (Tabela 2). Considerando esse grupo de espécies,

Coutarea hexandra foi a única que apresentou antese noturna e as demais possuem antese diurna (Tabela.2). A psicofilia foi encontrada em espécies de cinco famílias, sendo Verbenaceae a mais representativa. Os lepidópteros de forma geral possuem hábitos diurnos (borboletas) e noturno ou crepuscular (mariposas). As flores visitadas por esses insetos apresentam como recurso o néctar, com seus nectários escondidos (Rech et al., 2014).

Conclusões

O presente estudo possibilitou a identificação da flora arbórea e arbustiva do Campus do Pici, bem como o conhecimento das síndromes de polinização e diversidade de famílias botânicas, destacando-se Fabaceae com maior número de espécies.

A síndrome de melitofilia foi a mais frequente principalmente entre as espécies de Fabaceae, demonstrando a importância dessa família para a manutenção das abelhas em locais antropizados como o Campus do Pici.

O estudo evidenciou que a flora arbustiva e arbórea do Campus do Pici é composta por espécies com elevado potencial melífero, além disso, são apresentados dados essenciais para futuras pesquisas e preservação da biodiversidade local.

Agradecimentos

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) para as bolsas (Código Financiamento 001); concedida às três primeiras autoras. À FUNCAP (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de pós-doutorado concedida ao quarto autor. Aos funcionários do herbário EAC (<http://www.herbario.ufc.br>); Maria Iracema Bezerra Loiola agradece ao CNPq pela bolsa de produtividade (Processo nº 308685/2020-2). À FUNCAP pelo aporte financeiro para as expedições em campo e laboratorial (Processo: MLC-0191-00147.01.00/22).

Referências

- Abraham de Noir, F., Bravo, S., Abdala, R., 2002. Mecanismos de dispersión de algunas especies de leñosas nativas del Chaco Occidental y Serrano. *Quebracho* 9, 140-150.
- Agostini, K., Lopes, A.V., Machado, I.C., 2014. Recursos florais. In book: *Biologia da Polinização*. Editors: Rech, A.R., Agostini, K., Oliveira, P.E., Machado, I.C. 1ª ed. Rio de Janeiro. Editora Projeto Cultural, 532.
- Alves-dos-Santos, I., Machado, I.C., Gaglianone, M.C., 2007. História Natural das abelhas coletoras de óleo. *Oecologia Brasiliensis* 11, 544-557.
- APG – Angiosperm Phylogeny Group, 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181, 1-20.
- Araújo, J.L.O., Quirino, Z.G.M., Neto, G.C.P., Araújo, A.C., 2009. Síndromes de polinização ocorrentes em uma área de Mata Atlântica, Paraíba, Brasil. *Biotemas* 22, 83-94.
- Araújo, L.D.A., Quirino, Z.G.M., Machado, I.C., 2011. Fenologia reprodutiva, biologia floral e polinização de *Allamanda blanchetii*, uma Apocynaceae endêmica da Caatinga. *Revista Brasileira de Botânica* 34, 211-222.
- Baqi, A., Lim, V.C., Yazid, H., Khan, F.A.A., Lian, C.J., Nelson, B.R., Seelan, J.S.S., Appalasamy, S., Mokhtar, S.I., Kumaran, J.V., 2022. A review of durian plant-bat pollinator interactions. *Journal of Plant Interactions* 17, 105-126.
- Barbosa, A.A.A., Sazima, M., 2008. Biologia reprodutiva de plantas herbáceo-arbustivas de uma área de campo sujo de cerrado. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. e Ribeiro, J.F, (Eds.). *Cerrado: Ecologia e Flora*. Embrapa, Brasília, DF. 293-318.
- Barônio, G.J., Maciel, A.A., Oliveira, A.C., Kobal, R.O.A.C., Meireles, D.A.L., Brito, V.L.G., Rech, A.R., 2016. Plantas, polinizadores e algumas articulações da biologia da polinização com a teoria ecológica. *Rodriguésia* 67, 275-293.
- BFG – The Brazilian Flora Group, 2015. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia* 66, 1085-1113.
- Brown, J.C., Oliveira, M.L., 2014. The impact of agricultural colonization and deforestation on stingless bee (Apidae: Meliponini) composition and richness in Rondônia, Brazil. *Apidologie* 45, 172-188.
- Costa, J.R.S., Farias, D.T., Botrel, R.T., 2019. Levantamento da população arbórea em bairro recém-planejado de Mossoró-RN. *Agropecuária Científica no Semiárido* 15, 133-138.
- Domingos-Melo, A., Milet-Pinheiro, P., Navarro, D.M.A.F., Lopes, A.V., Machado, I.C., 2020.

- It's raining fragrant nectar in the Caatinga: evidence of nectar olfactory signaling in bat-pollinated flowers. *Ecology* 101, e02914-6.
- Domingos-Melo, A., Nádia, T.L., Leal, I.R., Machado, I.C., 2022. Nocturnal ant integrates a generalist pollination system in the Caatinga dry forest. *Brazilian Journal of Biology* 82, e235508.
- Drummond, F., 2021. Special Issue "Pollinator Diversity and Pollination in Agricultural Systems". *Agronomy* 11, 1075.
- Endress, P.K., 1994. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Cambridge: Cambridge University Press.
- Faegri, K., Pijl, L., 1979. The principles of pollination ecology. Oxford: Pergamon Press, 255.
- Felix, J.A., Freitas, B.M., 2021. Richness and distribution of the meliponine fauna (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in the state of Ceará, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 93, e20190767.
- Fernandes, M.F., Cardoso, D., Queiroz, L.P., 2020. An updated plant checklist of the Brazilian Caatinga seasonally dry forests and woodlands reveals high species richness and endemism. *Journal of Arid Environments* 174, 104079.
- Fischer, E., Araújo, A.C., Gonçalves, F. 2014. Polinização por vertebrados. In book: *Biologia da Polinização*. In book: Editors: Rech, A.R, Agostini, K. Oliveira, P.E, Machado, I.C. 1ªed. Rio de Janeiro. Editora Projeto Cultural. 532.
- Fleming, T.H., Geiselman, C., Kress, W.J., 2009. The evolution of bat pollination: a phylogenetic perspective. *Annals of Botany* 104, 1017-1043.
- Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso: 21 abr. 2022.
- Flores, F.F., Hilgert, N.I., Zamudio, F., Fabbio, F., Lupo, L.C., 2021. Pollen analysis of honeys from *Apis mellifera* and *Tetragonisca fiebrigi* (Hymenoptera: Apidae) in the Upper Paraná Atlantic Forest, Argentina. *Rodriguésia* 72, e00902020.
- Fortaleza, Lei nº 10.463 de 31 de março de 2016. Dispõe sobre a criação da Área de Relevante Interesse Ecológico – ARIE da Matinha do Pici, e dá outras providências. Disponível: <https://sapl.fortaleza.ce.leg.br/ta/349/text?>. Acesso: 18 jul. 2022.
- Forzza, R.C., Baumgratz, J.F.A., Bicudo, C.E.M., Canhos, D.A.L., Carvalho JR., A.A., Nadruz Coelho, M.A., Costa, A.F., Costa, D.P., Hopkins, M.G., Leitman, P.M., Lohmann, L.G., Lughadha, E.N., Maia, L.C., Martinelli, G., Menezes, M., Morim, M.P., Peixoto, A.L., Pirani, J.R., Prado, J., Queiroz, L.P., Souza, S., Souza, V.C., Stehmann, J.R., Sylvestre, L.S., Walter, B.M.T., Zappi, D.C., 2012. Nova lista florística brasileira destaca os desafios da conservação. *BioScience* 62, 39-45.
- Freitas, B.M., Bomfim, I.G.A., 2017. Meliponíneos e polinização: a abelha jandaíra e outros meliponídeos na polinização agrícola no semiárido. In: Imperatriz-Fonseca, V.L.; Koedam, D, Hrcir, M. (Org.). *A abelha jandaíra: no passado, presente e no futuro*. 1ed.Mossoró: EdUFERSA, 213-220.
- Ganuza, C., Redlich, S., Uhler, J., Tobisch, C., Rojas-Botero, S., Peters, M.K., Zhang, J., Benjamin, C.S., Englmeier, J., Ewald, J., Fricke, U., Haensel, M., Kollmann, J., Riebl, R., Uphus, L., Müller, J., Steffan-Dewenter, I., 2022. Interactive effects of climate and land use on pollinator diversity differ among taxa and scales. *Science Advances* 8, eabm9359.
- Gentry, A.H., 1982. Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15, 1-84.
- Gomes, V.G.N., Quirino, Z.G.M., 2016. Síndromes de dispersão de espécies vegetais no Cariri Paraibano. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 9 1157-1167.
- Hane, E.N., Korfmacher, K.F., 2022. Insect "bees&bees" and pollinator penthouses: teaching students about pollinators and their services in the urban environment. *Urban ecosystems*, Disponível: <https://doi.org/10.1007/s11252-021-01186-4>. Acesso: 16 jul 2022.
- Herbário Virtual REFLORA, 2021. Herbário virtual. Disponível: <http://www.herbariovirtual.reflora.jbrj.gov.br>. Acesso: 20 abr. 2022
- Imperatriz-Fonseca, V.L., Joly, A.F., 2017. Avaliação Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos da Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços de Ecossistemas (IPBES) In: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). *Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global*, DF. 124.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, 2022. Perfil municipal 2017: Fortaleza. SEPLAG. Disponível: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Fortaleza_2017.pdf. Acesso: 07 jan. 2022.

- Kar, S., Debnath, A., Datta, B.K., 2021. The study of pollinators and pollination efficacy on *Melastoma malabathricum* from Tipura, India. *Journal of the National Botanical Society* 75, 102-108.
- Kinoshita, L.S., Torres, R.B., Forni-Martins, E.R., Spinelli, T., Ahn, Y.J., Constâncio, S.S., 2006. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20, 313-327.
- Klein, A.M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society Botanical, Biological Sciences* 274, 303-313.
- Krakos, K.N., Austin, M.W., 2020. Testing pollination syndromes in *Oenothera* (Onagraceae). *Journal of Pollination Ecology* 26, 52-66.
- Lage-Pinto, F., Fernando, P.S., Carletto, A.F.M., Bernini, E., 2021. Reproductive phenology and influence of abiotic variables for two mangrove species in northeastern Brazil. *Rodriguésia* 72, e00392020.
- Lavor, D.T., Ramos, A.B.B., 2016. Estudo preliminar das síndromes de polinização em um fragmento de Caatinga, PE, Brasil. *Biotemas* 29, 19-30.
- Leal, I.R., Lopes, A.V., Machado, I.C., Tabarelli, M., 2018. Interações planta-animal na Caatinga: visão geral e perspectivas futuras. *Ciência e Cultura* 70, 35-40.
- Leal, L.C., Andersen, A.N., Leal, I.R., 2014. Anthropogenic disturbance reduces seed-dispersal services for myrmecochorous plants in the Brazilian Caatinga. *Oecologia* 174:173-171.
- Llodràs-Llabrés, J., Carinãnos, P., 2022. Enhancing pollination ecosystem service in urban green areas: an opportunity for the conservation of pollinators. *Urban Forestry & Urban Greening* 74, 127621.
- Lóz, S.C.S., Leal, M.S., Silva, M.O., Almeida, C.M.S., Farias, D.S., Santos, A.R.C.S., Mota, M.C.S., Silva, M.A.M., Pinto, A.V.F., 2019. Síndromes de polinização das espécies arbóreas em um fragmento de Mata Atlântica, Alagoas, Brasil. *Brazilian Journal of Development* 5, 29243-29253.
- 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.
- Marcelo, V.G., Ramos, M.V.V., Santos, M.L., 2019. Recursos florais e sistemas de polinização bióticos em vegetação lenhosa de uma vereda no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, GO, Brasil. *Multi-Science Journal* 2, 60-67.
- Mendes, F.N., Rêgo, M.M.C., Albuquerque, P.M.C., 2011. Fenologia e biologia reprodutiva de duas espécies de *Byrsonima* Rich. (Malpighiaceae) em área de Cerrado no Nordeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 11, 103-115.
- Muschett, G., Fontúrbel, F.E., 2022. A comprehensive catalogue of plant-pollinator interactions for Chile. *Scientific Data*, 9, 78.
- Nadia, T.L., Machado, I.C., Lopes, A.V., 2007. Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. *Revista Brasileira de Botânica* 30, 89-100.
- Nóbrega, S.R., Quirino, Z.G.M., 2020. Sistemas de polinização em um remanescente de Mata Atlântica paraibana. *Research, Society and Development* 9, e444997611.
- Ollerton, J., Winfree, R., Tarrant, S., 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120, 321-326.
- Oliveira, M.T.P., Silva, J.L.S., Cruz-Neto, O., Borges, L.A., Girão, L.C., Tabarelli, M., Lopes, A.V., 2020. Urban green areas retain just a small fraction of tree reproductive diversity of the Atlantic Forest. *Urban Forestry & Urban Greening* 54, 126779.
- Oliveira, P. de A., Santos, L.F., Eleutério, P., Muniz, V.I.M.S., Oliveira, J.F.F., Sá, M. de S., A.L. Melo., Cavalcante, M.C., 2020. Variação temporal na dieta, valor nutricional e produção do pólen coletado por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) em área de caatinga. *Research, Society and Development*, 9, e563997529.
- Oliveira, P. A, Sá, M. S., Melo, A. L., Cavalcante, M.C., 2021 Recursos florestais para abelhas africanizadas na caatinga 1ª ed. Recife. EDUFRPE 159
- Oliveira, W., Silva, J. L.S., Porto, R.G., Cruz-Neto, O., Tabarelli, M., Viana, B.F, Peres, C.A., Lopes, A.V., 2020. Plant and pollination blindness: risky business for human food security. *BioScience* 70, 109-110.
- Rocha, E.A., Domingos-Melo, A.D., Zappi, D.C., Machado, I.C. 2020. Reproductive biology of columnar cacti: are bats the only protagonists in

- the pollination of *Pilosocereus*, a typical chiropterophilous genus? *Folia Geobotanica* 54, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s12224-019-09357-0>
- Rech, R.A, Agostini, K, Lopes, A.V, Machado, I.C., 2014. *Biologia da Polinização*. Editors: Rech, A. R, Agostini, K. Oliveira, P.E, Machado, I.C. 1ª ed. Rio de Janeiro. Editora Projeto Cultural. 532.
- Reflora – Herbário Virtual. Disponível: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>. Acesso: 21 abr. 2022.
- Rollin, O., Aguirre-Gutiérrez, J., Kom, I.A.R.Y., Garrattf, M.P.D., Groot, G.A., Kleijn, D., Potts, S.G., Scheper, J., Carvalheiro, L.G., 2022. Effects of ozone air pollution on crop pollinators and pollination. *Global Environmental Change* 75, 102529.
- Roubik, D.W. 1989. *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge, University. 514.
- Santos, C.Z.A., Ferreira, R.A., Santos, L.R.D.C., Santos, L.I.D.C., Graça, D.A.S.D., Gomes, S.H.M., Boschese, A.C.D.B., 2011. Composição florística de 25 vias públicas de Aracaju–SE. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana* 6, 125-144.
- Santos-Filho, F.S., Soares, C.J.R.S., Silva, A.C.R. Queiroz, Y.D.S., Honório, S.S., Silva, F.F., 2016. Síndromes de polinização e de dispersão das espécies lenhosas nos parques ambientais em Teresina, Piauí, Brasil. *Revista Equador* 5, 360-374.
- Silva, C.M, Silva, C, I, Hrcir, M, Queiroz, R, T. Imperatriz-Fonseca, V.L. 2012. *Guia de plantas: visitadas por abelhas na Caatinga*. 1. ed. Fortaleza, CE: Editora Fundação. Brasil Cidadão.
- Suni, S., Hall, E., Bahu, E., Hayes, H., 2021. Urbanization increases floral specialization of pollinators. *Ecology and Evolution* 12, e8619.
- Silva, T. dos S., Meiado, M.V., Soares, S.M, 2021. Diversidade florística e funcional-reprodutiva das espécies arbóreas-arbustivas utilizadas na ornamentação de praças do município de São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil. *Terr@ Plural* 15, 1-24.
- Silveira, J.E, Pastorello, C.E.S.P., Fonseca, R.S., 2020. Aspectos florísticos e ecológicos do campus regional da Universidade Federal de Minas Gerais em Montes Claros-MG. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 15, 28-41.
- Souza, D.L, Rodrigues, A.E, Pinto, M.S.C, 2007. As abelhas como agentes polinizadores. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 8, 1-7.
- Stevenson, P.C., Koch, H., Nicolson, S.W., Brown, M.J.F., 2022. Natural process influencing pollinator health. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences* 377, 20210154.
- Svenningsen, C.S., Bowler, D.E., Hecker, S., Bladt, J., Grescho, V., Dam, N.M., Dauber, J., Eichenberg, D., Ejrnæs, R., Fløjgaard, C., Frenzel, M., Frøslev, T.G., Hansen, A.J., Heilmann-Clausen, J., Huang, Y., Larsen, J.C., Menger, J., Nayan, N.L.B.M., Pedersen, L.B., Richter, A., Dunn, R.R., Tøttrup, A.P., Bonn, A., 2022. Flying insect biomass is negatively associated with urban cover in surrounding landscapes. *Diversity and Distributions* 28, 1242-1254.
- Tabarelli, M., Leal, I.R., Scarano, F.R., Silva, J.M.C., 2018. Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. *Ciência e Cultura*, 70, 25-29.
- Theodorou, P., Radzevičiūtė, R., Lentendu, G., Kahnt, B., Husemann, M., Bleidorn, C., Settele, J., Schweiger, O., Grosse, I., Wubet, T., Murray, T.E., Paxton, R.J., 2020. Urban areas as hotspots for bees and pollination but not a panacea for all insects. *Nature Communications*, 11: 576.
- Torezan-Silingardi, H.M., 2012. Flores e animais: uma introdução à história natural da polinização. In: Del- Claro K, Torezan-Silingardi H.M. (org) *Ecologia das interações Plantas-Animais uma abordagem ecológica evolutiva*. Rio de Janeiro, Technical Books Editora, 336.
- Vogel, S, 1969. Flowers offering fatty oil instead of néctar. In *Abstracts XI International Botanical Congress*. Seattle, 229. Washington.
- Xavier, M.V.B., Almeida, E.S., Fonseca, A.P.M., Almeida, L.V.O., 2021. Dendroflora da escola estadual professora Clara Menezes Dias, Jaíba-MG: estrutura, síndromes de dispersão primária e polinização. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana* 16, 1-20.