



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Ciências e Humanidades

Faculdade de Formação de Professores

André Costa Siqueira

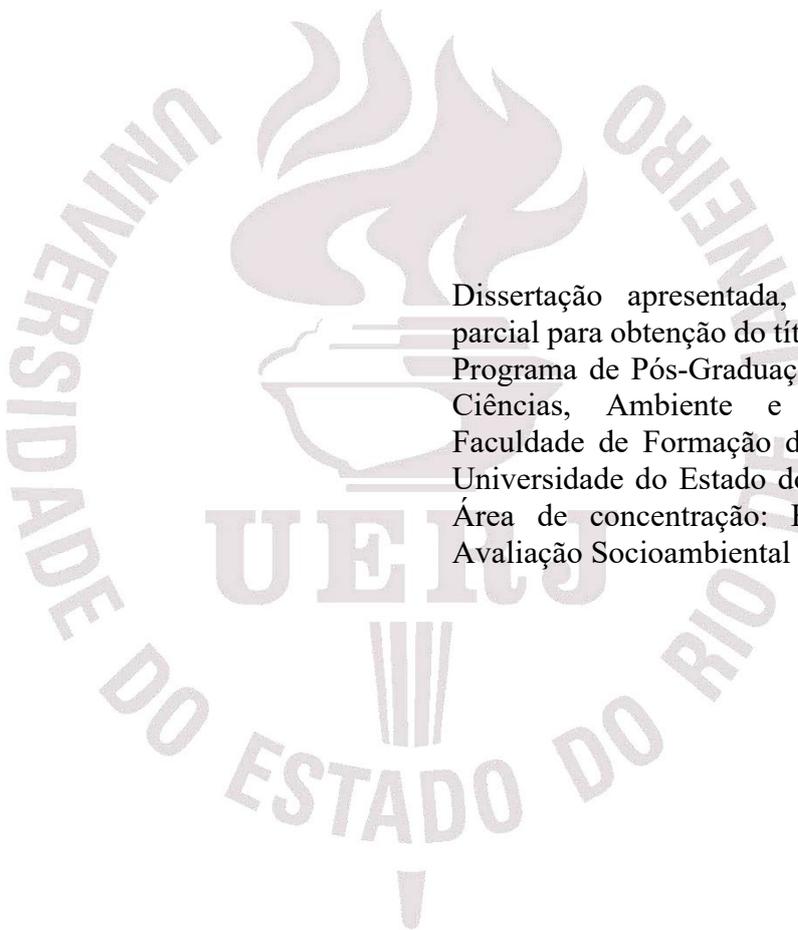
**Fenologia e biologia reprodutiva de *Coleocephalocereus fluminensis*  
(Miq.) Backeb. - Cactaceae**

São Gonçalo

2022

André Costa Siqueira

**Fenologia e biologia reprodutiva de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. -  
Cactaceae**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Ambiente e Sociedade, da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Biodiversidade e Avaliação Socioambiental

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Angélica Monteiro de Barros

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Tereza Araújo Rodarte

São Gonçalo

2022

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CEH/D

S618 TESE	<p>Siqueira, André Costa. Fenologia e biologia reprodutiva de <i>Coleocephalocereus fluminensis</i> (Miq.) Backeb. – Cactaceae / André Costa Siqueira. – 2022. 86f. : il.</p> <p>Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Angélica Monteiro de Barros. Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Tereza Araújo Rodarte. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Ambiente e Sociedade) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores.</p> <p>1. Fertilização de plantas – Teses. 2. Inselbergs – Teses. 3. Plantas - Conservação - Teses. I. Barros, Ana Angélica Monteiro de. II. Rodarte, Ana Tereza Araújo. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Formação de Professores. IV. Título.</p>
CRB/7 – 6150	CDU 581.162.3

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

André Costa Siqueira

**Fenologia e biologia reprodutiva de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. -  
Cactaceae**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Ambiente e Sociedade, da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Biodiversidade e Avaliação Socioambiental

Aprovado em: 9 de maio de 2022.

Banca Examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Angélica Monteiro de Barros (Orientadora)  
Faculdade de Formação de Professores – UERJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Tereza Araújo Rodarte (Coorientadora)  
Museu Nacional

---

Prof. Dr. Jorge Antônio Lourenço Pontes  
Faculdade de Formação de Professores – UERJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Cristine Rodrigues Benevides  
Museu Nacional

São Gonçalo - RJ

2022

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a meus pais Leni Porto Costa Siqueira e Alfredo Fernandes Siqueira. Sem eles nada na minha vida seria possível.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Ana Angélica Monteiro de Barros, minha amiga e orientadora. Obrigado por aceitar novamente me orientar, mesmo já conhecendo meus defeitos, por me incentivar, apostar e acreditar em meu potencial. Obrigado pelas longas horas desprendidas na escrita do trabalho, obrigado pela tolerância quando atrasei. Obrigado pelo apoio nas dificuldades. Obrigado por chamar minha atenção. Obrigado por ficar no meu pé. Sem você esse trabalho seria impossível, minha caminhada acadêmica não seria tão boa, talvez nem existisse.

Muito obrigado à Professora Dra. Ana Tereza Araújo Rodarte por aceitar a coorientação, estar sempre pronta para me ajudar e pelo seu imenso conhecimento.

Muito obrigado a Davi Nepomuceno da Silva Machado por me apoiar, ser meu parceiro de campo, por todo auxílio na coleta de dados e na escrita da dissertação. Além das longas conversas que sempre me ajudaram a manter o foco no trabalho. Você foi um dos pilares para a conclusão do meu trabalho.

A Dra. Heloisa Alves de Lima, Dra. Cristine Rodrigues Benevides e Dra. Luciene Campos São Leão pelo aprendizado, auxílio e parceria no Laboratório de Biologia Floral (LABFLOR), Museu Nacional/UFRJ.

Muito obrigado a Edvandro de Abreu Ribeiro por sempre estar lá para me socorrer quando precisei.

Mariane Mendonça Gomes Silva, minha parceira, pelas ajudas em campo, por estar sempre ao meu lado, por ser sempre compreensiva em toda fase da escrita e coleta de dados do trabalho.

A Cristiam Marins Marques Campos pelas excelentes imagens, grande ajuda em campo e apoio com equipamentos.

A Ana Carolina Ferreira Vieira Silva pelo grande apoio de campo e longas conversas.

A Renan de França Souza, me salvando em meus desesperos.

A Isabela Lancelloti pelas identificações dos himenópteros

A Lucas Coutinho Almeida pelas identificações dos coleópteros e ortópteros.

A Alexandre Verçosa Greco e Patrick de Oliveira por sempre estarem dispostos a me ajudar quando precisei.

A Lucas Ferraz Pereira pelo auxílio com os testes estatísticos.

Aos Professores Dr. Elisandro Ricardo Drechsler-Santos e Dr. Jadson Bezerra pelo auxílio no entendimento dos fungos endofíticos.

Muito obrigado a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pela bolsa concedida.

Muito obrigado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Ambiente e Sociedade (PPGEAS) da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (FFP/UERJ) por possibilitar essa oportunidade.

O futuro dependerá daquilo que fazemos no presente.

*Mohandas Karamchand Gandhi,  
Líder político e religioso indiano*

## RESUMO

SIQUEIRA, A. C. *Fenologia e biologia reprodutiva de Coleocephalocereus fluminensis (Miq.) Backeb. – Cactaceae*. 2022. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Ambiente e Sociedade) – Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2022.

No Brasil, Cactaceae apresenta 81 gêneros, sendo 15 endêmicos, e 484 espécies, das quais 208 são endêmicas. O gênero *Coleocephalocereus* possui nove espécies, todas endêmicas do Leste brasileiro. *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. é endêmico da região Sudeste, com ocorrência restrita aos afloramentos rochosos. Este trabalho teve o objetivo de avaliar a fenologia reprodutiva, biologia floral e reprodutiva desta espécie e identificar seus visitantes florais em um afloramento rochoso no Morro das Andorinhas, município de Niterói no estado do Rio de Janeiro. O acompanhamento fenológico foi realizado em dois momentos: de abril de 2011 a abril de 2012 e entre julho de 2020 e novembro de 2021. Esse intervalo de dez anos entre as coletas de dados foi considerado para uma comparação dos períodos fenológicos ao longo do tempo na área de estudo. Em ambos os intervalos de coletas, o padrão de floração foi contínuo com picos reprodutivos nos meses mais úmidos (março e novembro). O ciclo botão/flor/fruto é curto, com todo o processo durando de cinco a oito dias. *Coleocephalocereus fluminensis* apresenta antese noturna, flores alvas, odor adocicado, grande abertura de corola e porcentagem de açúcar no néctar entre 10,5% e 23,2%, o que associa a planta à síndrome de polinização por esfingofilia e quiropterofilia. Observações dos visitantes florais mostraram que a mariposa *Erinnyis alope* (Drury, 1773), morcegos e abelhas são os potenciais polinizadores. Outros visitantes florais também estão presentes como formigas (*Camponotus* sp., *Brachymyrmex* sp. e *Tetramorium* sp.), besouros e grilos. As mariposas são os principais polinizadores e aparecem em dois momentos, sendo o primeiro no início da noite e mais tarde, coincidindo com os picos de produção de açúcares do néctar e com os momentos em que órgão masculino e feminino encontram-se maduros. As visitas dos morcegos foram no início da noite. As formigas se destacaram devido ao número de espécies e presença em diferentes períodos reprodutivos, estando ativas antes da abertura do botão, com a flor já aberta, após o fechamento e após a emissão do fruto. Diferentes espécies foram observadas alimentando-se de néctar, buscando pólen e predando partes florais das flores e fruto. Testes reprodutivos mostraram que *C. fluminensis* é autocompatível. Mesmo que a vegetação dos afloramentos rochosos seja extremamente sensível às ações antrópicas, não é considerada prioritária para conservação. Com isso, é necessário trabalhos como este para subsidiar o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo da espécie.

Palavras-chaves: Polinização. Esfingofilia. Quiropterofilia. Inselbergue. Morro das Andorinhas. Conservação.

## ABSTRACT

SIQUEIRA, A. C. *Phenology and reproductive biology of Coleocephalocereus fluminensis (Miq.) Backeb. - Cactaceae*. 2022. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Ambiente e Sociedade) – Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2022.

In Brazil, Cactaceae has 81 genera, 15 of which are endemic, and 484 species, of which 208 are endemic. The genus *Coleocephalocereus* has nine species, all endemic to Eastern Brazil. *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. is endemic from the Southeast region, with occurrence restricted to rocky outcrops. This work aimed to evaluate the reproductive phenology, floral and reproductive biology of this species and to identify its floral visitors in a rocky outcrop in Morro das Andorinhas, municipality of Niterói in the state of Rio de Janeiro. The phenological follow-up was carried out in two moments: from April 2011 to April 2012 and between July 2020 and November 2021. This ten year interval between data collections was considered for a comparison of phenological periods over time in the study area. In both sampling intervals, the flowering pattern was continuous with reproductive peaks in the wettest months (March and November). The bud/flower/fruit cycle is short, with the entire process taking five to eight days. *Coleocephalocereus fluminensis* presents nocturnal anthesis, white flowers, sweet odor, large corolla opening and percentage of sugar in nectar between 15% and 19%, which associates the plant sphingophily and chiropterophily pollination syndrome. Observations of floral visitors showed that the moth *Erinnyis alope* (Drury, 1773), bats and bees are potential pollinators. Other floral visitors are also present as ants (*Camponotus* sp., *Brachymyrmex* sp. e *Tetramorium* sp.), beetles and crickets. The moths appear in two moments, the first being at the beginning of the night and later, coinciding with the peaks of production of nectar sugars. The bat visits were in the early evening. Ants stood out due to the number of species and presence in different reproductive periods, being active before the opening of the bud, with the flower already open, after closing and after the emission of the fruit. Different species were observed feeding on nectar, seeking pollen and preying on floral parts of flowers and fruit. Reproductive tests showed that *C. fluminensis* is self-compatible. Even though the rocky outcrop vegetation is extremely sensitive to anthropic actions, it is not considered a priority for conservation. Thus, work like this is necessary to support the development of conservation and management strategies for the species.

Keywords: Pollination. Sphingophy. Chiropterophilia. Inselberg. Morro das Andorinhas. Conservation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Ilha de vegetação formada por <i>Coleocephalocereus fluminensis</i> (Miq.) Backeb. no Morro das Andorinhas, Itaipu, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	18
Figura 2 -	<i>Coleocephalocereus fluminensis</i> (Miq.) Backeb. - Cactaceae.....	20
Figura 3 -	Inselbergues do Parque Estadual da Serra da Tiririca, municípios de Niterói e Maricá, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	25
Figura 4 -	Localização do Parque Estadual da Serra da Tiririca, situado entre os municípios de Niterói e Maricá, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	29
Figura 5 -	Parque Estadual da Serra da Tiririca localizado entre os municípios de Niterói e Maricá, estado do Rio de Janeiro, Brasil. Vista do Alto Mourão, Morro do Telégrafo, Costão de Itacoatiara e Morro das Andorinhas.....	30
Figura 6 -	Morro das Andorinhas, Parque Estadual da Serra da Tiririca, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	32
Figura 7 -	Morro das Andorinhas visto do Costão de Itacoatiara, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	32
Figura 8 -	Mirante das Bromélias, Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	36
Figura 9 -	Estudo de biologia floral de <i>Coleocephalocereus fluminensis</i> (Miq.) Backeb. no Mirante das Bromélias, Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	38
Figura 10 -	Mensuração das dimensões das flores e frutos de <i>Coleocephalocereus fluminensis</i> (Miq.) Backeb. com paquímetro digital.....	40
Figura 11 -	Atividade noturna para acompanhamento da antese floral de <i>Coleocephalocereus fluminensis</i> (Miq.) Backeb. no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	41
Figura 12 -	Revestimento do cefálio lateral de <i>Coleocephalocereus fluminensis</i> (Miq.) Backeb. com tecido organza para teste de autopolinização.....	42

Figura 13 - Flor de <i>Coleocephalocereus fluminensis</i> (Miq.) Backeb. amostrada no Mirante das Bromélias no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	43
Figura 14 - Características florais e do fruto de <i>Coleocephalocereus fluminensis</i> (Miq.) Backeb.....	44
Figura 15 - Flor de <i>Coleocephalocereus fluminensis</i> ainda aberta após o amanhecer visitada por abelha no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	49
Figura 16 - Osmóforos na flor de <i>Coleocephalocereus fluminensis</i> (Miq.) Backeb corados com vermelho neutro.....	51
Figura 17 - Visitantes florais de <i>Coleocephalocereus fluminensis</i> (Miq.) Backeb. observados no Mirante das Bromélias no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	52
Figura 18 - Testes de autopolinização em indivíduos de <i>Coleocephalocereus fluminensis</i> (Miq.) Backeb. no Mirante das Bromélias no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	55
Figura 19 - Indivíduos cortados de <i>Coleocephalocereus fluminensis</i> (Miq.) Backeb. em 2011 no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil, com conseqüente patogenia provocada por fungo.....	64

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Diagrama climático de abril/2011 a março/2012 e julho/2020 a abril/2021 com base em dados da estação meteorológica Forte de Copacabana, código (WMO) – A652, município do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro, Brasil..... 34
- Gráfico 2 - Dados climáticos de precipitação (cor azul), temperatura máxima (cor preta) e temperatura mínima (cor laranja). As fases de botões e flores e frutos (quantidade de cada fase em porcentagem) de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. durante os anos de 2011/2012 e 2020/2021 no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil..... 46
- Gráfico 3 - Presença de flores e frutos durante os anos de 2011/2012 e 2020/2021 em *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. no Morro das Andorinhas, município de Niterói, Estado do Rio de Janeiro, Brasil..... 47
- Gráfico 4 – Variação no percentual de açúcar do néctar em diferentes horários em flores de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil..... 50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Medidas dos comprimentos (comp.) e larguras (larg.); desvio padrão (DP), tamanho mínimo (min.) e máximo (max.) das flores <i>Coleocephalocereus fluminensis</i> (Miq.) Backeb. no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	45
Tabela 2 -	Correlações de <i>Spearman</i> entre as variáveis climáticas e os eventos fenológicos de <i>Coleocephalocereus fluminensis</i> (Miq.) Backeb. no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil.....	48

## LISTA DE ABREVIATURAS

APG	Angiosperm Phylogeny Group
Ed.	Editor
e.g.	<i>exempli gratia</i> , que significa “por exemplo”
et al.	e outros
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Cultural
ONU	Organização das Nações Unidas
Org.	Organizador
PESET	Parque Estadual da Serra da Tiririca
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
TCA	Termo de Compromisso Ambiental
UC	Unidade de Conservação da Natureza
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura
UTM	Universal Transversa de Mercator

## LISTA DE SÍMBOLOS

<i>Aw</i>	Clima quente e úmido
cm	Centímetro
E	Leste
&	e
°	Graus
°C	Graus Celsius
h	Hora
ha	Hectare
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peróxido de hidrogênio, comercialmente “água oxigenada”
=	Igual
KJ/m <sup>2</sup>	Quilojoule por metro quadrado (Unidade de medida de Radiação Solar)
m	Metro
mB	Milibar (Unidade de medida de Pressão Atmosférica)
mm	Milímetro
,	Minuto
N	Norte
n°	Número
%	Porcentagem
”	Segundo
∑	Somatório
S	Sul
x	Vezes
W	Oeste

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	17
1	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	21
1.1	<b>Biologia floral e reprodutiva em Cactaceae.....</b>	21
1.2	<b>Fenologia reprodutiva em Cactaceae.....</b>	22
1.3	<b>Os inselbergues.....</b>	24
2	<b>OBJETIVOS.....</b>	27
2.1	<b>Objetivo geral.....</b>	27
2.2	<b>Objetivos específicos.....</b>	27
2.3	<b>Hipóteses testadas.....</b>	27
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	28
3.1	<b>Área de estudo.....</b>	28
3.1.1	<u>Parque Estadual da Serra da Tiririca.....</u>	28
3.1.2	<u>O Morro das Andorinhas.....</u>	31
3.1.3	<u>Geologia e relevo.....</u>	33
3.1.4	<u>Clima.....</u>	33
3.1.5	<u>Vegetação.....</u>	34
3.1.6	<u>Ocupação do Morro das Andorinhas.....</u>	35
3.2	<b>Procedimentos de campo e laboratório.....</b>	35
3.2.1	<u>Área de coleta – Mirante das Bromélias.....</u>	35
3.2.2	<u>Fenologia.....</u>	37
3.2.3	<u>Morfologia e biologia floral.....</u>	39
3.2.4	<u>Visitantes florais.....</u>	41
3.2.5	<u>Sistema reprodutivo.....</u>	42
4	<b>RESULTADOS.....</b>	43
4.1	<b>Morfologia floral.....</b>	43
4.2	<b>Fenologia.....</b>	45
4.3	<b>Biologia floral.....</b>	48
4.4	<b>Visitantes florais.....</b>	51
4.5	<b>Testes e sistema reprodutivo.....</b>	54
5	<b>DISCUSSÃO.....</b>	56

5.1	<b>Biologia e visitantes florais.....</b>	56
5.2	<b>Variáveis ambientais.....</b>	61
5.3	<b>Conservação.....</b>	63
	<b>CONCLUSÃO.....</b>	68
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	70
	<b>APÊNDICE.....</b>	86

## INTRODUÇÃO

Cactaceae pertence à ordem Caryophyllales (APG, 2016). São plantas terrestres, epifíticas, hemiepifíticas, rupícolas e terrícolas, árvores ou arbustos, comumente xerofíticos. A apomorfia do grupo é a presença de aréolas, que ocorrem ao longo dos ramos ou aglomeradas, formando cefálio ou pseudocefálio, de onde surgem espinhos, tricomas, folhas globosas ou laminares. Apresentam caules suculentos, em geral modificados em cladódios fotossintetizantes, aplanados, cilíndricos, globosos, costados ou alados, ramificados ou não. A flor é bissexuada, solitária ou se organizam formando inflorescências; hipanto longo, ausente ou reduzido; pericarpelo glabro ou com aréolas pilosas e espinescentes; perianto tepaloide, estames numerosos, filiformes; gineceu ínfero ou semi-ínfero, estigma lobado. Fruto bacoide, polpa funicular, sementes numerosas, perisperma presente (ROCHA; AGRA, 2002; FREITAS; CALVENTE; GONZAGA, 2020).

Apresenta cerca de 176 gêneros e 2.263 espécies, distribuídas no continente americano na região neotropical, com uma disjunção na África (NYFFELER; EGGLI, 2010). Apenas *Rhipsalis baccifera* (J.M. Muell.) Stearn. ocorre naturalmente nas Américas, parte da África tropical, Madagáscar e algumas ilhas do Oceano Índico (BARTHLOTT, 1983). Tem como centros de diversidade as regiões áridas do México, central dos Andes (Argentina e Bolívia) e Leste do Brasil (BARTHLOTT; HUNT, 1993; HUNT; TAYLOR; CHARLES, 2006; TAYLOR; ZAPPI, 2004). São encontradas em todos os biomas, em áreas antropizadas e variadas formações vegetais (ZAPPI; TAYLOR, 2020).

O Brasil possui 81 gêneros, sendo 15 endêmicos, e 484 espécies, das quais 208 são endêmicas. As Cactaceae são bem representadas na região Sudeste do Brasil, com 29 gêneros e 138 espécies, sendo dois gêneros endêmicos com 59 espécies. No estado do Rio de Janeiro é possível encontrar 14 gêneros, 57 espécies e 12 subespécies (ZAPPI; TAYLOR, 2020). Freitas, Calvente e Gonzaga (2020) fazem referência a 13 gêneros, 50 espécies e oito subespécies para o estado do Rio de Janeiro. Apresentam o gênero *Rhipsalis* como o mais diverso em número de espécies e distribuído na maioria das regiões do estado.

Devido à riqueza de endemismos da família no país e as ameaças a que está sujeita, foi elaborado o “Plano de Ação para a Conservação das Cactáceas” (ICMBIO, 2011). Neste documento foi apontado um conjunto de medidas para a proteção de 28 espécies ameaçadas de extinção. As indicações feitas desdobraram-se nas publicações de Martinelli e Moraes (2013) e

Martinelli e colaboradores (2018), nas quais foram apresentadas as espécies ameaçadas em níveis nacional e estadual, respectivamente.

O gênero *Coleocephalocereus* possui nove espécies, todas endêmicas do Leste do Brasil. São ervas rupícolas colunares, com cefálio lateral, flores tubulares, alvas ou vermelhas. Foi descrito em 1938 pelo horticultor alemão Curt Backeberg e publicado no periódico *Blätter für Kakteenforschung* (TAYLOR; ZAPPI, 2004). Backeberg deu grande contribuição ao estudo das Cactaceae, tendo por base as observações feitas a partir de uma coleção extensa de cactos que organizou e da expedição que empreendeu ao Neotrópico (JSTOR, 2021).

A primeira espécie descrita para o gênero foi *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb., uma combinação nova proposta por Backeberg para vários nomes anteriormente publicados por Friedrich Miquel. No estudo de Taylor e Zappi (2004) foram reconhecidas duas subespécies: *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. subsp. *fluminensis* e *Coleocephalocereus fluminensis* subsp. *decumbens* (Ritter) N.P. Taylor & Zappi. Entretanto, na última atualização da Flora e Funga do Brasil (REFLORA, 2020), as subespécies foram separadas em duas espécies distintas: *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. (Figura 1) e *Coleocephalocereus decumbens* Ritter.

Figura 1 – Ilha de vegetação formada por *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. no Morro das Andorinhas, Itaipu, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil



Fonte: D.N.S. Machado, 2020.

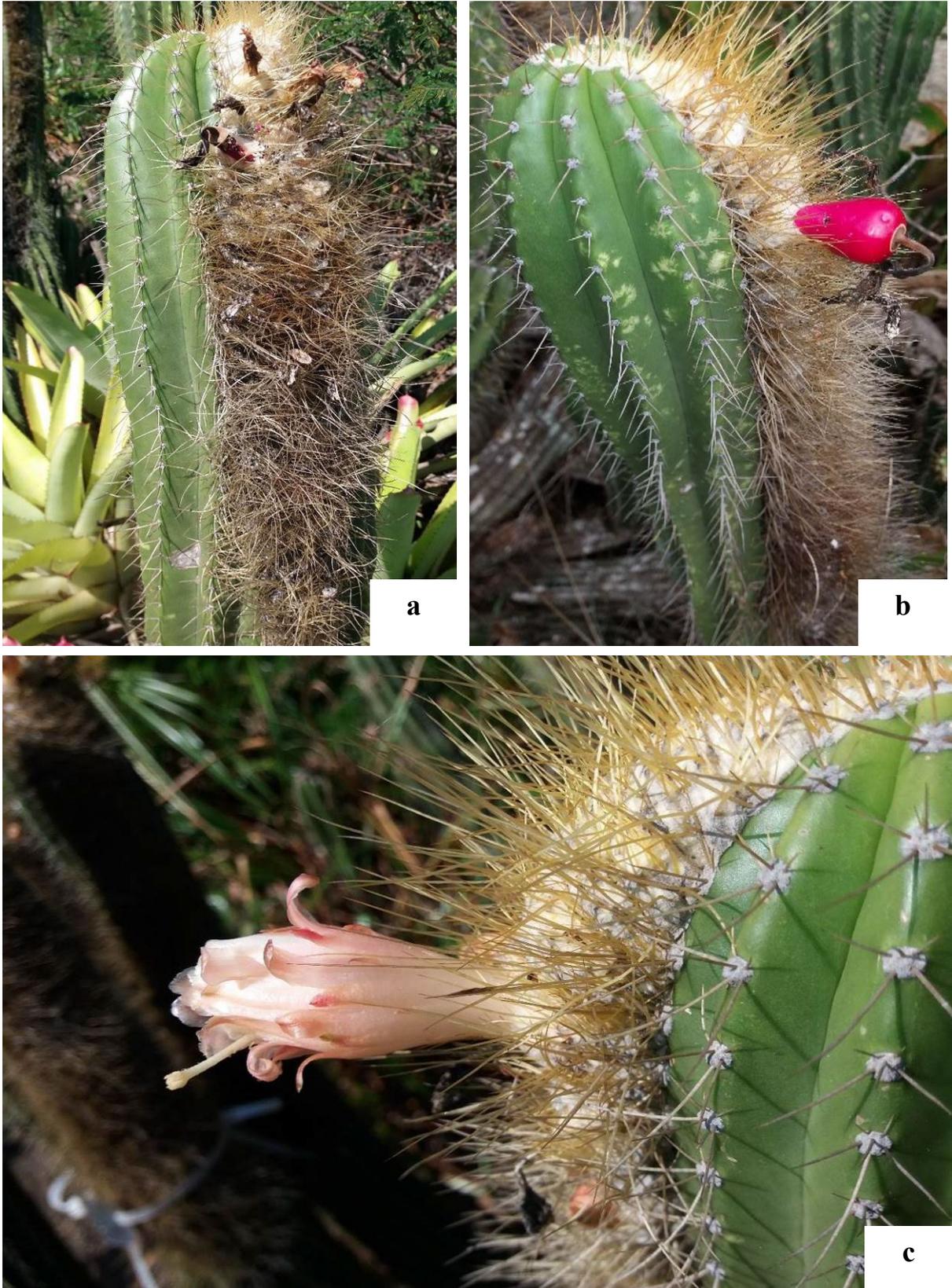
*Coleocephalocereus fluminensis* é uma espécie endêmica da região Sudeste brasileira, com ocorrência restrita aos afloramentos rochosos (FREITAS; CALVENTE; GONZAGA, 2020). É uma das espécies dominantes desse tipo de ambiente no entorno da Baía de Guanabara, no estado do Rio de Janeiro. Forma ilhas de vegetação, juntamente com outras espécies típicas de paredões rochosos expostos (BARROS, 2008).

Apresenta a estrutura do cladódio colunar, ereto e semiereto, cefálio lanoso e com cerdas e flores brancas. Essas são características de plantas associadas à atração por morcegos e/ou esfingídeos (PEQUENO; ALMEIDA; SIQUEIRA FILHO, 2016). Na população estudada na Serra da Tiririca, os cladódios podem alcançar até 1,50 m de altura. Apresentam entre 11-15 costelas e espinhos acinzentados a negros. Ao longo dos cladódios aparece um grupo de tricomas alvos, denominado cefálio (Figura 2a). O botão floral origina-se no cefálio e tem coloração creme alaranjada (Figura 2c), enquanto as flores possuem sépalas rosa-claro. As demais peças florais são alvas (Figura 2c). Os frutos têm cerca de 1,0 cm, a cor varia entre vermelho e vináceo, dotados de sementes negras (Figura 2b) (VASCONCELOS; GONZAGA; REIS, 2019).

O fruto é tipicamente ornitocórico, por apresentar cor avermelhada e poupa doce (CALVENTE; ANDREATA, 2007). É um importante recurso alimentar para a fauna dos afloramentos rochosos. Há relatos de consumo por *Tropidurus torquatus* (Wied-Neuwied, 1820), que também utiliza a estrutura colunar como substrato e local para termorregulação. A interação desse réptil com *C. fluminensis* o torna um destacado agente dispersor de sementes (CUNHA, 2012; KOSKI; VALADARES; LIMA, 2018).

Calvente, Freitas e Andreatta (2005) consideram *C. fluminensis* uma espécie vulnerável no estado do Rio de Janeiro, pois seu habitat sofre com a pressão antrópica. Essa categorização foi revista por Martinelli e Moraes (2013) e Martinelli e colaboradores (2018), que não o indicaram como ameaçado de extinção. Entretanto, sua conservação requer atenção, uma vez que ocorre exclusivamente em afloramentos rochosos. A vegetação desse tipo de ambiente é extremamente sensível às ações antrópicas, porém, não é considerada prioritária para conservação em nenhuma esfera legal de poder público (BARROS et al., 2020; MACHADO; BARROS; ARAUJO, 2021). Populações de Cactaceae mostram-se muito afetadas por impactos recorrentes, resultantes do corte dos indivíduos, o que propicia a ação de fungos que levam a morte dos indivíduos. Além disso, incêndios provocados por moradores e visitantes ou oriundos da queda de balões, destroem as ilhas de vegetação e favorecem a ocupação por espécies exóticas (MACHADO; BARROS; RIBAS, 2020).

Figura 2 – *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. - Cactaceae



Legenda: a) Cefálio formado sobre a coluna do cacto; b) Fruto fixado no cefálio; c) Flor em final de antese.  
Fonte: O autor, 2020.

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO

### 1.1 **Biologia floral e reprodutiva em Cactaceae**

As Angiospermas possuem flores com grande diversidade de formas, cores, tamanhos, odores e outras características (OLLERTON; DAFNI, 2005). A complexa relação entre as flores e seus polinizadores tem sido considerada um fator chave para a diversificação e radiação desse grupo de planta (ROSAS GUERRERO et al., 2014). Muitos estudos associam o conjunto das características das flores (cor, odor, morfologia, tamanho, fenologia), incluindo recompensas florais, a um grupo particular de polinizadores (síndromes de polinização) (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979; FENSTER, 2004; ROSAS GUERRERO et al., 2014; ASHWORTH et al., 2015).

As síndromes de polinização têm sido amplamente discutidas na literatura (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979; FENSTER, 2004) e, muitas vezes, o seu poder preditivo é questionado (WASER et al., 1996; OLLERTON et al., 2009). No entanto, estudos mais recentes têm suportado o conceito de síndrome de polinização e defendido que muitas espécies de plantas também possuem polinizadores secundários, que geralmente correspondem àqueles ancestrais documentados em estudos evolutivos (ROSAS GUERRERO et al., 2014).

O primeiro a estudar a reprodução de Cactaceae foi Otto Porsch em 1939. Essa família apresenta grande variedade de características florais (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979), tais como: as cores das flores, tamanho e posição das estruturas reprodutivas. Alguns atributos, como antese noturna, e odor desagradável são comuns nessa família e, geralmente, estão associados à polinização por morcegos (SILVA; SAZIMA, 1995; LOCATELLI; MACHADO, 1999a; PEQUENO; ALMEIDA; SIQUEIRA FILHO, 2016; REGO; FRANCESCHINELLI; ZAPPI, 2012; ROCHA et al., 2020). Particularmente, nas tribos Pachycereeae e Cereeae a polinização por morcegos é frequente (MCGREGOR et al., 1962; FLEMING et al., 1994; PETIT, 1995; VALIENTE BANUET et al., 1996; ROCHA; MACHADO; ZAPPI, 2007). As características das flores associadas à polinização por morcegos (quiropterofilia) normalmente apresentam antese noturna, cores pouco conspícuas, inflorescências grandes e pujantes, forma campanulada, abertura ampla, flores expostas, forte odor, ampla oferta de néctar e pólen e grande número de estames (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979; OLIVEIRA et al., 2014).

Além de morcegos, os insetos esfingídeos também são registrados com frequência como polinizadores das Cactaceae (LUCENA, 2007; ROCHA et al., 2020). Espécies associadas à polinização por esfingídeos (esfingofilia) apresentam flores delicadas, frequentemente dispostas na horizontal, com cores de tons claros tendendo ao branco, antese noturna e não possuem guias de néctar. Em geral, apresentam odor forte e adocicado, o néctar encontra-se profundamente escondido em tubos ou esporões e exibem diversificada variação na quantidade da sua produção. Há também uma vasta variação na concentração de soluto na sua composição (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979; OLIVEIRA et al., 2014).

Outros grupos de visitantes e polinizadores florais igualmente foram observados em Cactaceae, tais como: abelhas (GRANT; GRANT, 1979; GRANT; GRANT; HURD, 1979; MANDUJANO; MONTANA; EGUIARTE, 1996; ROCHA; MACHADO; ZAPPI, 2007, 2012; MARTINS; FREITAS, 2018); besouros (GRANT; CONNELL, 1979) e pássaros (ALCORN; MCGREGOR; OLIN, 1961; MCGREGOR et al., 1962; LOCATELLI; MACHADO, 1999b; AONA et al., 2006; ROCHA; MACHADO; ZAPPI, 2007).

O sucesso reprodutivo em Cactaceae é dependente de agentes polinizadores para grande parte das espécies estudadas. Ao analisar 55 táxons de Cactaceae, Ross (1981) mostrou que desses, onze produzem sementes por autopolinização, enquanto 44 por polinização cruzada. *Tacinga palmadora* (Britton & Rose) N.P. Taylor & Stuppy e *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelb. são autocompatíveis (LOCATELLI; MACHADO, 1999a). *Pilosocereus catingicola* (Gürke) Byles & Rowley é uma espécie autoincompatível que depende da presença de morcegos para sua polinização (LOCATELLI; MACHADO; MEDEIROS, 1997). *Pilosocereus moritzianus* (Otto) Byles & G.D. Rowley é parcialmente autocompatível, mas sua flor apresenta hercogamia (NASSAR; RAMÍREZ; LINARES, 1997). Alguns cactos colunares são autocompatíveis, no entanto, o número de sementes produzidas pela autopolinização é significativamente menor do que o produzido pela polinização cruzada (MCGREGOR et al., 1962; FLEMING et al., 1994).

## 1.2 Fenologia reprodutiva em Cactaceae

A fenologia pode ser definida como sendo o estudo da ocorrência de eventos biológicos repetitivos e sua relação com as mudanças ambientais nos meios biótico e abiótico (GALETTI; PIZO; MORELLATO, 2004). Os eventos considerados pela fenologia são chamados de

fenofases e podem ser relacionados à fase vegetativa, que se refere à queda e o brotamento foliar, ou reprodutiva, que envolve a formação do botão floral, floração, frutificação e disseminação das sementes (FOURNIER, 1974).

Um conjunto de fatores pode influenciar o período de florescimento de uma espécie. Dentre os abióticos são apontados como mais importantes das curvas fenológicas das plantas a pluviosidade, o comprimento do dia (do nascer ao por do sol) e a temperatura (MORELLATO et al., 2000; TALORA; MORELLATO, 2000; KUDO, 2006). Já entre os bióticos, os polinizadores, dispersores e herbívoros são amplamente associados à fenologia (KUDO, 2006).

O controle da temperatura e pluviosidade na fenologia reprodutiva de Cactaceae não apresenta ocorrência uniforme. Há registro de espécies influenciadas pela temperatura (RUIZ et al., 2000, BUSTAMANTE; BÚRQUEZ, 2008; MUNGUÍA ROSAS; SOSA, 2010), pluviosidade, por ambos os fatores ou sem influências abióticas (RUIZ et al., 2000). Em ambientes mais xéricos, que são áreas de ocorrência mais comum de Cactaceae, é esperado que a pluviosidade tivesse efetiva participação na fenologia dessas plantas (BORCHERT et al., 2004). No entanto, variações na capacidade de armazenamento de água e energia em espécies de suculentas podem explicar a sensibilidade ou não em relação à pluviosidade e influenciar na fenologia do florescimento (NOBEL, 1977; BERTILLER; BEESKOW; CORONATO, 1991).

A fenologia dos cactos tem sido largamente estudada quanto a processos ecológicos reprodutivos, como na polinização por morcegos e mariposas e a dispersão das sementes por morcegos em países do Neotrópico (SAHLEY, 1996; NASSAR; RAMÍREZ; LINARES, 1997; VALIENTE BANUET et al., 1996; 1997; FLEMING; HOLLAND, 1998; LOCATELLI; MACHADO, 1999a; ROJAS et al., 1999; HOLLAND; FLEMING, 1999; 2002; VIANA et al., 2001; MOLINA FREANER et al., 2004; PETTERSSON; ERVIK; KNUDSEN, 2004; IBARRA CERDEÑA et al., 2005; KAEHLER; VARASSIN; GOLDENBERG, 2005; COLAÇO et al., 2006; MUCHHALA, 2007; ORTEGA et al., 2011; REGO; FRANCESCHINELLI; ZAPPI, 2012; KIILL et al., 2012; COSTA et al., 2020; FERREIRA et al., 2020).

Os padrões fenológicos são variáveis nas Cactaceae. Já foram registradas florações anuais (FONSECA; FUNCH; BORBA, 2008; ROCHA; AGRA, 2002), subanuais (MUNGUÍA ROSAS; SOSA, 2010; FONSECA; FUNCH; BORBA, 2008) e contínuas (FONSECA; FUNCH; BORBA, 2008). Particularmente em cactos colunares, ocorrem comumente florações contínuas ou subanuais, sendo frequentemente registrada a abertura de poucas flores por dia (ROCHA et al., 2020, MICHALSKI; DURKA, 2007; MUNGUÍA ROSAS; SOSA, 2010). Muitos estudos associam as florações contínuas ou por longos períodos ao comportamento *traplining* de polinizadores. Rotas de visitação são estabelecidas com indivíduos ou grupos

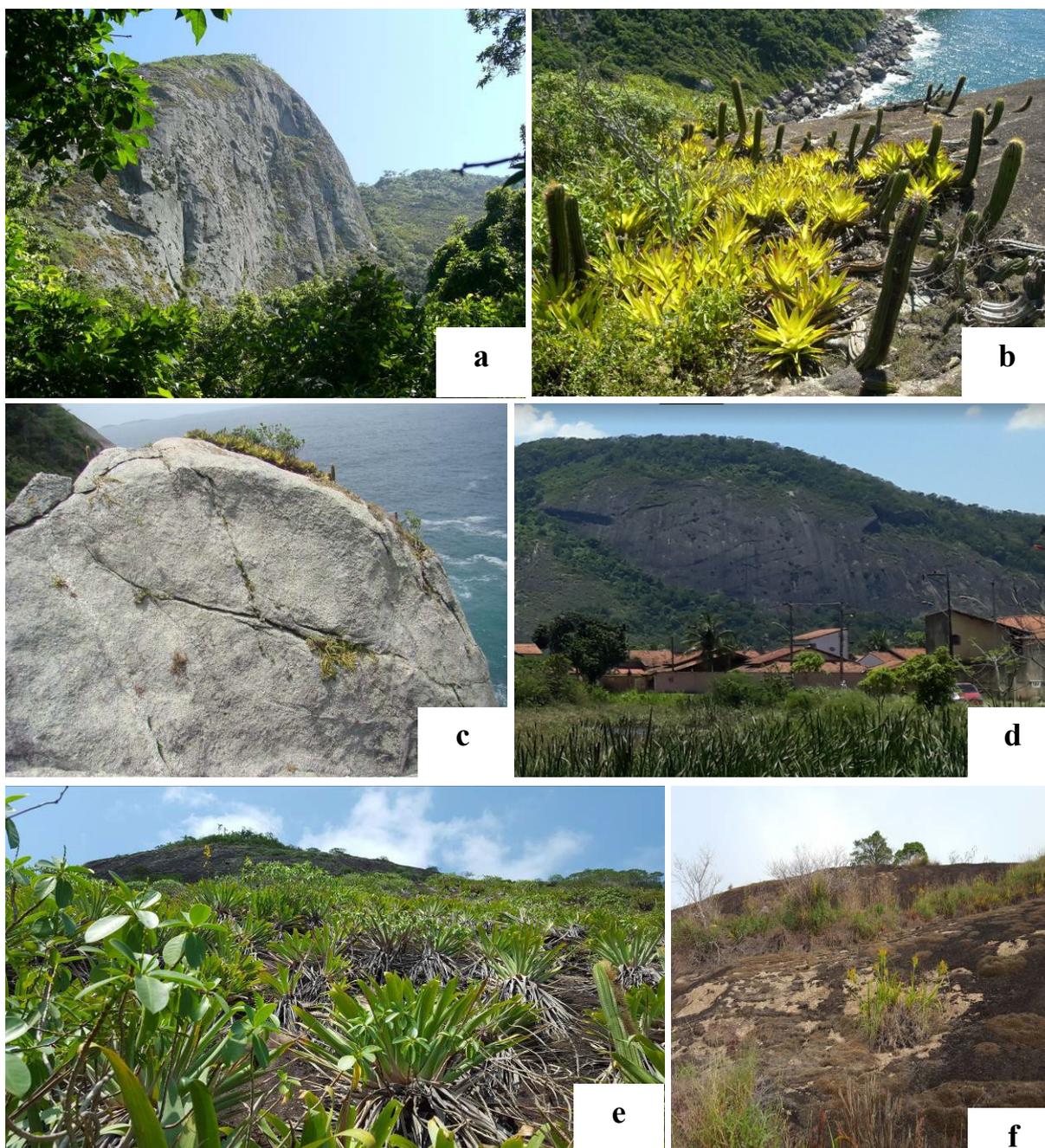
específicos de plantas espacialmente esparsas, as quais são garantidas visitas constantes ao longo do período de floração (GENTRY, 1974; NEWSTROM; FRANKIE; BAKER, 1994). Inclusive os morcegos podem apresentar este tipo de comportamento (SAZIMA; VOGEL; SAZIMA, 1989; SAZIMA; BUZATO; SAZIMA, 1999).

No Brasil esses estudos precisam avançar por conta da alta diversidade de Cactaceae para serem investigadas. A literatura com enfoque na biologia reprodutiva ainda é escassa. Basicamente foram estudadas espécies de Cactaceae da Caatinga (LOCATELLI; MACHADO; MEDEIROS, 1997; LUCENA, 2007; ROCHA; MACHADO; ZAPPI, 2007); na transição entre a Mata Atlântica e o Cerrado (REGO; FRANCESCHINELLI; ZAPPI, 2012), nos Campos Rupestres (MARTINS et al., 2016; QUEIROZ et al., 2020) e na Restinga (LOCATELLI; MACHADO, 1999a; 1999b). Avaliando essa literatura percebe-se que nenhum estudo enfocou a biologia floral e reprodutiva das espécies do gênero *Coleocephalocereus*, que foram tratadas apenas em termos taxonômicos e conservacionistas. Assim, o presente estudo apresenta os primeiros dados sobre a biologia reprodutiva e fenologia de *C. fluminensis*, que podem ser estratégicos para a conservação dessa espécie nos inselbergues.

### 1.3 Os inselbergues

A biologia reprodutiva é uma das linhas de pesquisa menos investigadas nos inselbergues. Essa lacuna de conhecimento mostra a necessidade de mais estudos nesse tipo de ambiente (SILVA, 2016). Dentre as espécies características dessas ilhas de aforamentos rochosos destaca-se *C. fluminensis*, que ocorre em todos os estados da Região Sudeste (REFLORA 2021). Na Serra da Tiririca é frequente e observam-se populações no Alto Mourão (Figura 3a), Costão de Itacoatiara (Figura 3b), Enseada do Bananal (Figura 3c) e Morro do Telégrafo (vertentes em Itaipuaçu em Maricá e no Córrego dos Colibris em Niterói) (Figuras 3d; 3e). Também no Morro das Andorinhas e em outras áreas do PESET como no Morro da Peça (Figura 3f) e nas Ilhas do Pai, Mãe e Menina.

Figura 3 – Inselbergues do Parque Estadual da Serra da Tiririca, municípios de Niterói e Maricá, estado do Rio de Janeiro, Brasil



Legenda: a) Alto Mourão, vertente voltada para Itacoatiara, Niterói; b) Costão de Itacoatiara; c) Enseada do Bananal; d) Morro do Telégrafo, vertente voltada para Itaipuaçu, Maricá; e) Morro do Telégrafo, paredão rochoso no Córrego dos Colibris; f) Morro da Peça.

Fonte: a; b; c; e; f) A.A.M. de Barros, 2021; d) J.A.L. Pontes, 2021.

Inselbergue (*insel* – ilha e *berg* – montanha) é uma denominação proposta pelo geólogo alemão Wilhelm Bornhardt em 1900 para designar elevações rochosas de gnaisses na África Ocidental (POREMBSKI, 2009). Caracterizam-se por serem montanhas, normalmente monolíticas ou grupos de montanhas, formadas por granitos e gnaisses pré-cambrianos, com

idade superior a 50 milhões de anos (POREMBSKI, 2002). São elementos antigos da paisagem, que ecologicamente funcionam como ilhas terrestres com a rocha exposta rodeada por vegetação arbóreo-arbustiva (POREMBSKI, 2007). De forma análoga, equivalem as ilhas oceânicas por apresentarem multiplicidade de formas, tamanhos e graus de isolamento (CONCEIÇÃO; GIULIETTI; MEIRELLES, 2007).

As plantas que colonizam estes ambientes apresentam adaptações à carência d'água e se fixam sobre substrato pouco desenvolvido, muitas vezes se prendendo diretamente na rocha nua. As espécies de plantas presentes nos inselbergues estão submetidas a condições de altas temperaturas, baixas umidade, maior exposição aos ventos, retenção de calor e maior escoamento de água. Tais fatores levam a uma diferenciação florística e fisionômica desses ambientes, cercados por florestas em seu entorno. Estudos realizados na América do Sul mostraram as Cactaceae entre as principais famílias com maior riqueza de espécies em ambientes de inselbergues, juntamente com Bromeliaceae, Melastomataceae e Orchidaceae (POREMBSKI; SEINE; BARTHLOTT, 1997; POREMBSKI, 2007).

Os inselbergue são fortemente impactados pela construção civil devido à ação de pedreiras que extraem o granito e o gnaiss. Tal ação provoca a extinção local de espécies animais e vegetais, além da perda do patrimônio geológico-histórico incomparável. Também vêm sofrendo com o pastoreamento extensivo, coleta indevida de plantas para uso ornamental, queimadas, turismo intensivo e a introdução de espécies exóticas (DE PAULA et al., 2016a; 2016b). Os impactos causados pela expansão urbana, legalizada ou não, sobre a matriz florestal que rodeia os blocos monolíticos cristalinos estão levando ao empobrecimento riqueza de espécies e alterando substancialmente a vegetação (BARROS, 2008).

Os inselbergues da região Sudeste do Brasil são considerados um dos mais importantes centros de diversidade de espécies do mundo, junto com os de Madagascar e do Sudoeste da Austrália (POREMBSKI, 2007). Esses ambientes apresentam alto nível de endemismo (MEIRELLES; PIVELLO; JOLY, 1999) e, apesar de atualmente terem sido realizadas pesquisas relevantes nesses ecossistemas, principalmente na Região Sudeste, ainda existem muitas lacunas a serem preenchidas (SCARANO, 2007; SILVA, 2016). Apesar dos estudos nos inselbergues no Brasil terem avançado, a geração de conhecimento sobre esses ambientes mostra-se cada vez mais importante por conta do avanço da interferência antrópica (SILVA, 2016). Também para gerar argumentação científica que permita sua inclusão legal no Brasil como área prioritária para conservação, devido à sua biota singular, extremamente ameaçada e com alto grau de endemismo.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

- O presente trabalho tem o objetivo estudar a fenologia reprodutiva, biologia floral e reprodutiva e a polinização de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb em ambiente de inselbergue no Morro das Andorinhas, Niterói, estado do Rio de Janeiro.

### 2.2 Objetivos específicos

- Identificar a síndrome de polinização de *Coleocephalocereus fluminensis*;
- Identificar os visitantes florais e polinizadores;
- Caracterizar o sistema reprodutivo;
- Identificar o período reprodutivo;
- Identificar a relação entre as emissões de botões, abertura de flores e emissões de frutos com fatores ambientais.

### 2.3 Hipóteses testadas

- H<sub>1</sub>: *Coleocephalocereus fluminensis* é polinizado por morcegos de acordo com os atributos florais registrados na literatura;
- H<sub>2</sub>: *Coleocephalocereus fluminensis* necessita de agentes polinizadores para frutificação;
- H<sub>3</sub>: *Coleocephalocereus fluminensis* possui um padrão fenológico contínuo ou subanual, como muitas espécies de cactos colunares estudados, disponibilizando recursos por todo ou grande parte do ano;
- H<sub>4</sub>: *Coleocephalocereus fluminensis* possui pouca ou nenhuma influência de fatores abióticos para o florescimento.

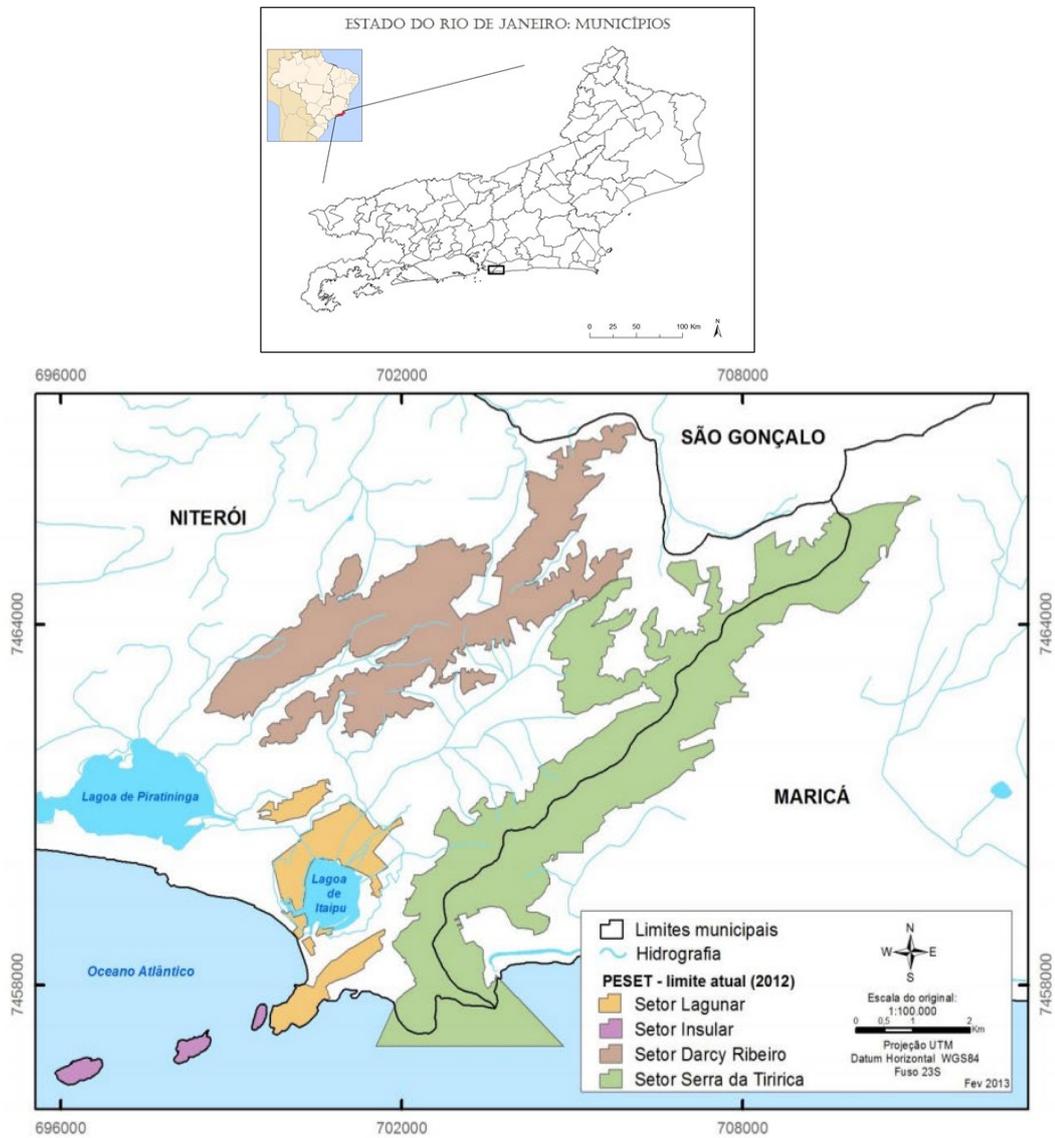
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

##### 3.1.1 Parque Estadual da Serra da Tiririca

O Parque Estadual da Serra da Tiririca (PESET) está localizado entre os municípios de Niterói e Maricá (Ponto superior esquerdo: 23K 695899 E / 7467373 N; Ponto inferior direito: 23K 711112 E / 7456349 N, UTM, SIRGAS 2000) (Figuras 4; 5).

Figura 4 – Localização do Parque Estadual da Serra da Tiririca, situado entre os municípios de Niterói e Maricá, estado do Rio de Janeiro, Brasil



Fonte: INEA, 2015a, modificado pelo autor, 2021.

Figura 5 – Parque Estadual da Serra da Tiririca localizado entre os municípios de Niterói e Maricá, estado do Rio de Janeiro, Brasil. Vista do Alto Mourão, Morro do Telégrafo, Costão de Itacoatiara e Morro das Andorinhas



Fonte: Foto de Duda Menegassi no WikiParques. <https://www.oeco.org.br/noticias/unidades-de-conservacao-do-rio-reabrem-com-restricoes/>.

Esta unidade de conservação (UC) foi criada pela Lei Estadual nº 1901/91 de 29 de novembro de 1991, tendo seus “limites em estudo” estabelecidos pelo Decreto Lei Estadual nº 18.598 de 19 de maio de 1993 para uma área de 2.400 ha, a partir da cota 100 (BARROS; SEOANE, 1999). A Serra da Tiririca foi reconhecida internacionalmente como parte integrante da Reserva da Biosfera pelo Programa da Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) em 10 de outubro de 1992. Esse é um programa que visa à conservação e manejo do patrimônio natural mundial estabelecido desde 1971 pela Organização das Nações Unidas (ONU) (INEA, 2015a).

A Lei Estadual nº 5079 de 3 de setembro de 2007 estipulou os limites definitivos com duas partes continentais (Serra da Tiririca e Morro das Andorinhas) e uma marinha na Enseada do Bananal (RIO DE JANEIRO, 2007). O PESET foi ampliado pelo Decreto Estadual nº 41.266 de 16 de abril de 2008 e passou a ter uma área de 2.077 ha. Foi separado em três núcleos: dois continentais (Serra da Tiririca e Morro das Andorinhas) e um marinho (Enseada do Bananal).

O núcleo Serra da Tiririca é localizado entre os municípios de Niterói e Maricá; o Morro das Andorinhas apenas em Niterói, entre as Praias de Itaipu e Itacoatiara. A parte marinha está inserida entre as pontas do Alto Mourão e do Costão de Itacoatiara, denominada Enseada do

Bananal, e avança 1.700 m mar adentro por uma linha imaginária. Nessa mesma ampliação foi criado o núcleo Restinga e Duna de Itaipu. Assim, passou a integrar o PESET mais 186 ha do entorno do Sistema Lagunar de Itaipu e três sítios arqueológicos compostos pelos sambaquis da Duna Grande, Duna Pequena e de Camboinhas (RIO DE JANEIRO, 2008). Esse conjunto arqueológico é tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Cultural (IPHAN) (BARROS; PIMENTEL, 2010).

Mais uma ampliação foi feita através do Decreto Lei Estadual nº 43.913 de 29 de outubro de 2012. Nesse momento, cerca de 90% da Reserva Ecológica Darcy Ribeiro, as Ilhas do Pai, Mãe e Menina (somente parte emersa), o Morro da Peça e o Monte das Orações, incorporaram mais 1.241 ha ao parque. Atualmente o PESET totaliza uma área de 3.514 ha (RIO DE JANEIRO, 2012).

Em 2015, o plano de manejo do PESET estabeleceu sua divisão em quatro setores: Setor Serra da Tiririca (Serra da Tiririca, Enseada do Bananal e Monte da Oração), Setor Darcy Ribeiro (Serra do Cantagalo, Serra do Jacaré, Serra Grande e Serra do Malheiro), Setor Lagunar (Morro das Andorinhas, Morro da Peça, Restinga e Duna de Itaipu) e Setor Insular (Ilhas do Pai, Mãe e Menina, somente parte emersa) (INEA, 2015a) (Figura 4).

### 3.1.2 O Morro das Andorinhas

O Morro das Andorinhas (196 m) encontra-se localizado na Região Oceânica do município de Niterói, estado do Rio de Janeiro (23K 7458882,48 S - 701716,10 E e 7457129,59 S - 699705, 58 E, UTM, SIRGAS 2000) (Figuras 6; 7). Posiciona-se entre as restingas de Itaipu e Itacoatiara, formando um conjunto com as Ilhas do Pai, Mãe e Menina. Abriga um valioso patrimônio biológico, como mostram os trabalhos de Araujo e Vilaça (1981), Sousa, Silva e Souza (2003), Barros e Garcez (2003), Barros e colaboradores (2004), Barros (2008), Barros e Machado (2012), Machado; Barros e Ribas (2013; 2020), Siqueira (2014), Machado (2015), Machado e Barros (2018); Siqueira e colaboradores (2016), Barros e colaboradores (2020) e Machado; Barros e Araujo (2021).

Figura 6 – Morro das Andorinhas, Parque Estadual da Serra da Tiririca, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil



Fonte: O autor, 2021. Adaptado do Google Earth com a camada KMZ, disponível em [inea.rj.gov.br](http://inea.rj.gov.br), 2014.

Figura 7 – Morro das Andorinhas visto do Costão de Itacoatiara, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil



Fonte: A.A.M. de Barros, 2012.

Embora seja parte integrante do PESET, o Morro das Andorinhas é uma elevação isolada da Serra da Tiririca. Existe uma pressão antrópica muito forte nas suas duas vertentes, pois a ocupação é muito grande. Com esse *boom* populacional, diversos problemas conservacionistas vêm sendo registrados. Assim, este inselbergue foi escolhido para o presente estudo, pois abriga espécies endêmicas, raras e ameaçadas de extinção. Essas espécies são muito observadas ao longo da Trilha das Andorinhas, principalmente nos afloramentos rochosos expostos, onde é frequente a visitação turística nos cinco mirantes.

### 3.1.3 Geologia e relevo

O maciço cristalino é formado por rochas de origem pré-cambriana, com cerca de 600 milhões de anos, abrangendo as Unidades Geológicas Gnaiss Facoidal e Cassorotiba (PENHA, 1999). Apresenta migmatitos, gnaiss granitoide e diques basálticos entremeados em sua matriz cristalina (CUNHA; FRANCISCO, 1981; BARROS; MACHADO, 2012). O relevo é característico da porção litorânea da Serra do Mar disposta no entorno da Baía de Guanabara, caracterizada por formações rochosas que constituem os inselbergues.

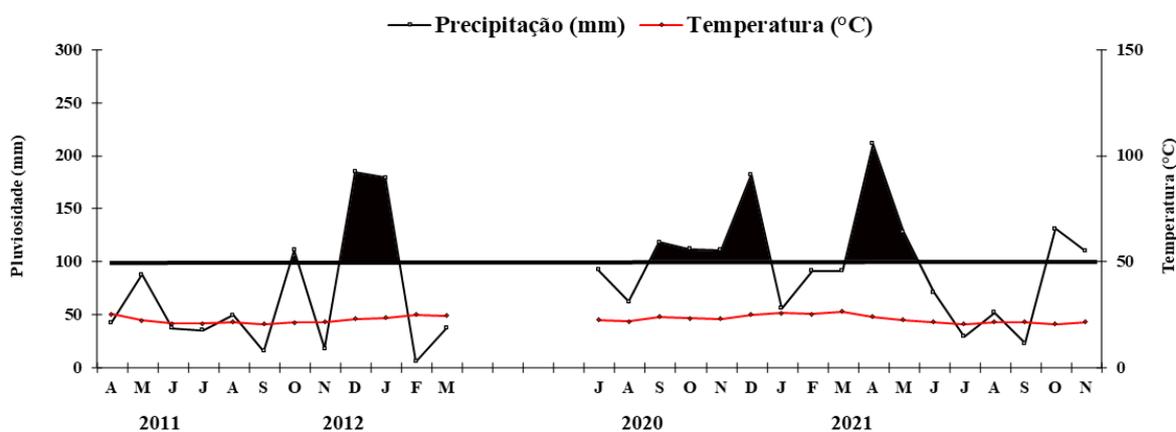
### 3.1.4 Clima

O clima é do tipo *Aw*, ou seja, quente e úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno entre maio e junho, segundo classificação de Köppen-Geiger (KOTTEK et al., 2006). A estação chuvosa inicia-se na primavera, culminando no verão nos meses de dezembro e janeiro, quando ocorre intensa precipitação pluviométrica. Em fevereiro há uma queda no volume das chuvas, contudo em março, devido à chegada de massas frias, registram-se chuvas intensas. A menor precipitação ocorre nos meses de julho e agosto, quando fica abaixo de 60 mm. A temperatura média está em torno de 22°C e 23°C. Janeiro e fevereiro são os meses com as temperaturas mais elevadas e as mais baixas são registradas em junho. O vento predominante é o Nordeste (BERNARDES, 1952; PONTES, 1987; BARBIÉRE; COE NETO, 1999).

No primeiro período em que foram feitas as observações do presente estudo, nos anos de 2011 e 2012, foi registrado déficit hídrico em 2011 nos meses de abril (42,4 mm), junho

(37,0 mm), julho (35,0 mm), setembro (15,4 mm), novembro (18,8 mm). Em 2012 nos meses de fevereiro (5,4 mm) e março (37,0 mm). No ano de 2020 o mês com menor precipitação foi janeiro (56,4 mm) e em 2021 foi julho (29,4 mm). Os meses mais chuvosos foram registrados em dezembro de 2012 (184,8 mm) e abril de 2021 (210,6 mm) (INMET, 2021) (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Diagrama climático de abril/2011 a março/2012 e julho/2020 a abril/2021 com base em dados da estação meteorológica Forte de Copacabana, código (WMO) – A652, município do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro, Brasil



Fonte: INMET, 2021, com base nos dados que constam do Apêndice A.

### 3.1.5 Vegetação

A vegetação está incluída no bioma Mata Atlântica e é classificada como Floresta Ombrófila Densa Submontana (*sensu* VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991, revisado pelo IBGE, 2012). A floresta está distribuída no topo e nas encostas onde a inclinação permite o estabelecimento de espécies arbóreas e arbustivas de pequeno a médio porte sobre solo raso. O estrato herbáceo se desenvolve nas bordas das trilhas e nas áreas sombreadas. Também podem crescer diretamente sobre a rocha nua (plantas rupícolas), sob algum aporte de sedimento (plantas saxícolas) ou agrupadas formando ilhas de vegetação sobre os afloramentos rochosos expostos (MACHADO; BARROS; ARAUJO, 2021).

### 3.1.6 Ocupação do Morro das Andorinhas

A área estudada sofre forte pressão antrópica, principalmente imobiliária. Os moradores da parte superior do Morro das Andorinhas possuem um histórico de ocupação datando a partir do século XIX. Fazem parte da comunidade tradicional de pescadores artesanais do Morro das Andorinhas. As partes mais baixas da encosta também são ocupadas, tanto na face voltada para Itacoatiara, quanto naquela para a Praia de Itaipu, por posseiros e condomínios de classes média e alta (BARROS; MACHADO, 2012).

A permanência da comunidade tradicional de pescadores foi garantida através de um acordo estabelecido com o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), que resultou na assinatura de um Termo de Compromisso Ambiental (TCA) em 2011, e que precisa ser renovado todo ano. Essa ocupação impossibilitou a favelização da área e não permitiu a degradação do ambiente (PEREIRA; MELLO, 2011). Permanecer em seu território ancestral representa uma valorização da cultura caiçara da Região Oceânica de Niterói e o reconhecimento de um direito assegurado pela legislação. Em especial pela Constituição Federal e pelo direito internacional, notadamente a Convenção da Diversidade Biológica e Resoluções da Organização Internacional do Trabalho.

## 3.2 **Procedimentos de campo e laboratório**

### 3.2.1 Área de coleta – Mirante das Bromélias

Ao longo da parte mais alta do Morro das Andorinhas se estende a Trilha das Andorinhas. Essa trilha permite o acesso à área onde reside a comunidade de pescadores artesanais e a cinco mirantes de visitação. Dentre esses está o Mirante das Bromélias, localizado na porção mediana da trilha (INEA, 2015b) (23K 700196.69230624 S; 7457719.9846271 W, UTM, SIRGAS 2000) e onde se encontra a maior população de *C. fluminensis* na localidade em estudo (Figuras 8a; 8b). Trata-se de uma área inclinada (entre 45° e 70°), cuja extensão da parte alta até o mar, alcança cerca de 200 m em linha reta. Porém é uma área de fácil acesso e relativamente pouco inclinada, o que possibilitou o presente estudo.

Figura 8 – Mirante das Bromélias, Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil



Legenda: a) Espécies típicas das ilhas de vegetação do Mirante das Bromélias: a Licófito *Selaginella sellowii* Hieron formando um “tapete” verde sobre a rocha; a Bromeliaceae *Alcantarea glaziouana* (Lem.) J.R. Grant; as Cactaceae *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. e *Pilosocereus arrabidaei* (Lem.) Byles & Rowley; um pequeno arbusto *Pleroma vimineum* (D. Don) D. Don, - Melastomataceae; b) Destaque para a Bromeliaceae *Neoregelia cruenta* (R. Graham) L.B. Sm., a Cactaceae *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb.; a espécie arbórea *Kielmeyera membranacea* Casar. - Calophyllaceae.

Fonte: a) D.N.S. Machado, 2020; b) C.M.M. Campos, 2020.

A vegetação nesse mirante forma ilhas de vegetação, onde a presença da licófito *Selaginella sellowii* Hieron. e de fungos liquenizados crostosos, são fundamentais para a colonização inicial da rocha nua. Estão presentes espécies herbáceas e arbustivas, que se estabelecem diretamente na rocha ou em sedimento litólico, tais como: *Alcantarea glaziouana* (Leme) J.R. Grant, *Anthurium coriaceum* G. Don, *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb., *Cyperus hermafroditus* (Jacq.) Standl., *Cyrtocymura scorpioides* (Lam.) Pers., *Cyrtopodium glutuliniferum* Raddi, *Neoregelia cruenta* (R. Graham) L.B. Sm., *Pilosocereus arrabidae* (Lem.) Byles & Rowley, *Portulaca amilis* Speg., *Portulaca elatior* Mart. ex Rohrb., *Sinningia bulbosa* (Ker Gawl.) Wiehler, *Talinum fruticosum* (L.) Juss., dentre outras.

Em trechos menos inclinados ocorrem espécies arbóreas onde o sedimento litólico se acumula nas fendas e permite o estabelecimento de plantas de maior porte, tais como: *Clusia fluminensis* Planch. & Triana, *Joannesia princeps* Vell., *Kielmeyera membranacea* Casar., *Mimosa arenosa* (Willd.) Poiret var. *arenosa*, *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr., *Sapium glandulosum* (L.) Morong e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman.

### 3.2.2 Fenologia

O material testemunho do estudo fenológico e da biologia floral de *C. fluminensis* do Morro das Andorinhas encontra-se registrado no Herbário da Faculdade de Formação de Professores da UERJ (RFFP): A.A.M. de Barros 2.299 (RFFP 6.760) e W.S. Gomes 151 (RFFP 7.127). O acompanhamento fenológico de *C. fluminensis* foi realizado em dois momentos: entre os meses de abril de 2011 a abril de 2012 e entre os meses de julho de 2020 e até novembro de 2021. Esse intervalo de dez anos entre as coletas de dados foi considerado para uma comparação dos períodos fenológicos ao longo do tempo na área de estudo.

Tendo em vista a distribuição da espécie em ilhas de vegetação, em cada agrupamento foi marcada uma área de aproximadamente 2.100 m<sup>2</sup> (42 x 50 m) para contagem dos botões florais, flores e frutos presente no cefálio. Essas colunas foram acompanhadas semanalmente, geralmente no horário da manhã, entre 7 h e 10 h. Assim, foram feitas um total de 96 idas a campo e dispendido um esforço amostral de 232 h.

Para observar os visitantes florais e polinizadores, durante a contagem das fenofases foram marcadas e escolhidas aleatoriamente cinco colunas de *C. fluminensis* em dez ilhas diferentes. A marcação foi feita com abraçadeiras plásticas brancas, contendo placas de

alumínio, contabilizando um total de 50 colunas (Figura 9a). A observação das fenofases reprodutivas presentes no cefálio (botão floral, flor aberta e presença de fruto) seguiu o protocolo estabelecido por Fournier (1974) (Figura 9b).

Figura 9 – Estudo de biologia floral de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. no Mirante das Bromélias, Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil



Legenda: a) Marcação e plaqueamento dos cactos; b) Coleta de dados nas ilhas de vegetação.

Fonte: a) D.N.S. Machado, 2020; b) C.M.M. Campos, 2020.

No intuito de estabelecer possíveis relações entre a frequência de ocorrência das fenofases e fatores abióticos foi consultada a plataforma *online* dos dados climáticos do INMET (2021), oriundos da estação meteorológica do Forte Copacabana A652, no município do Rio de Janeiro. Não foi possível usar nenhuma estação meteorológica de Niterói por conta de lacunas temporais de registro de dados no período avaliado. As variáveis analisadas foram: Precipitação Total (mm), Temperatura Máxima (°C) e Umidade Máxima (%), cujos valores constam no Apêndice A.

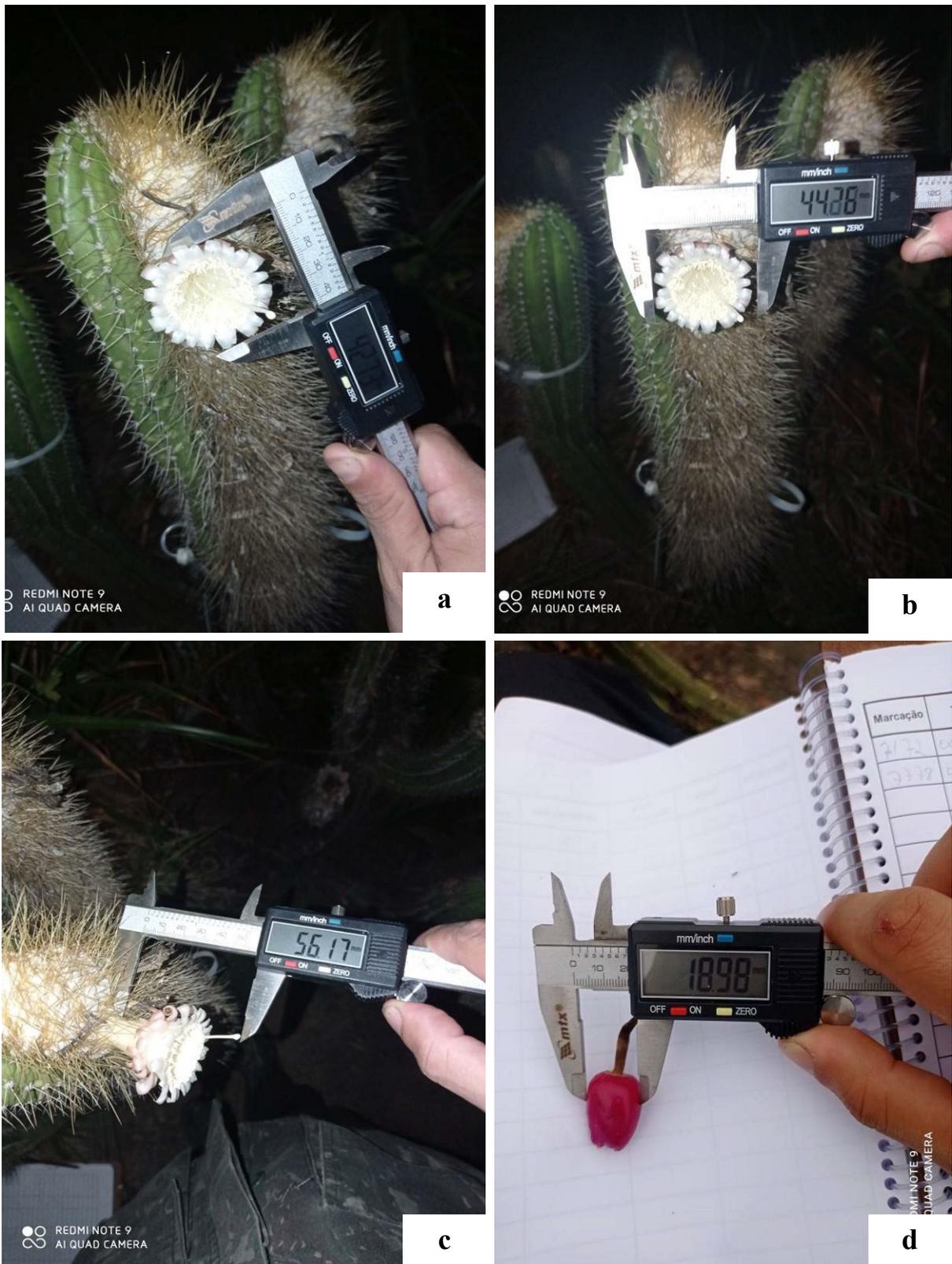
Os dados coletados foram analisados a partir do Índice de Atividade. Esse índice calcula o percentual de indivíduos em uma fenofase, utilizando informações de presença (1) e ausência (0) da fenofase em relação ao número total de indivíduos na amostra (N). Utilizou-se para esse cálculo a fórmula: % Atividade =  $\sum \text{Atividade} \times 100/N$  (BENCKE; MORRELATO, 2002). A análise de correlação por meio do coeficiente de correlação de *Spearman* foi realizada para se testar as relações entre a frequência de ocorrência das fenofases e as variáveis climáticas (Apêndice A). A significância dos coeficientes de correlação de *Spearman* estimados foi verificada de acordo com Magurran (2013). Os *softwares* R (R CORE TEAM, 2022) e Jamovi (THE JAMOVI PROJECT, 2021) foram empregados para o cálculo das estimativas das correlações entre os dados fenológicos e os climáticos.

### 3.2.3 Morfologia e biologia floral

Foram avaliadas as seguintes características florais: morfologia e dimensões da flor, presença de odor, recurso floral oferecido, período da antese, cor e forma da corola e a ocorrência de apresentação secundária dos grãos de pólen (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979). Para análise das dimensões da flor foram medidas, com auxílio de um paquímetro digital calibrado em milímetros, de 10 flores de indivíduos diferentes. Mensurou-se o tamanho da flor (largura e comprimento) (Figuras 10a; 10b; 10c) e o fruto (Figura 10d), do estilete, das pétalas e sépalas, o estame maior e o menor e a abertura de corola.

Flores foram mergulhadas no corante vermelho neutro para verificar a presença de osmóforos, que são estruturas glandulares florais envolvidas na secreção de substâncias voláteis. Posteriormente foram lavadas em água destilada, visando à remoção da solução para efetuar o registro das áreas coradas (VOGEL, 1990; DAFNI; PACINI; NEPI, 2005).

Figura 10 – Mensuração das dimensões das flores e frutos de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. com paquímetro digital



Legenda: a; b) Medida de comprimento e largura da corola; c) Tamanho da flor a partir do cefálio; d) Medida do fruto.

Fonte: O autor, 2020.

O período de antese foi determinado acompanhando 10 flores marcadas em ramos e indivíduos diferentes, desde a fase inicial de antese até a pós-antese. Para avaliar a receptividade estigmática foi usado peróxido de hidrogênio a 3% (KEARNS; INOUE, 2000). A porcentagem de açúcar no néctar foi medida de duas em duas horas em dez flores de dez indivíduos diferentes, logo após a antese até o fechamento da flor. Utilizou-se uma micro pipeta e um refratômetro de bolso (ATAGO 32, concentração variando de 0 a 32%).

### 3.2.4 Visitantes florais

As observações dos visitantes florais e polinizadores foram feitas pelo método de observação focal (DAFNI; PACINI; NEPI, 2005). As observações foram realizadas ao longo de toda noite, desde a antese da flor até sua senescência (Figura 11).

Figura 11 – Atividade noturna para acompanhamento da antese floral de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil



Fonte: M.M.G. Silva, 2020.

Visitantes florais foram fotografados ou coletados com auxílio de pinça, cotonete embebido em álcool 70% ou rede entomológica. Os dados foram registrados através de fichas específicas contendo o grupo taxonômico, data, hora e local. Os dados sobre comportamento, horário de visita e tipos de recursos obtidos foram anotados em planilha de campo. Os visitantes florais foram identificados por especialistas até o menor nível taxonômico possível.

### 3.2.5 Sistema reprodutivo

Para avaliar se *C. fluminensis* é autogâmico, 20 colunas com flores ainda em botão foram envolvidas com sacos de tecido do tipo organza. Tal procedimento evita a interferência de pólen exógeno ou acesso de qualquer visitante floral (Figuras 12a; 12b). A partir da proporção dos frutos formados foi calculada a porcentagem de frutificação (ZAPATA; ARROYO, 1978).

Figura 12 – Revestimento do cefálio lateral de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. com tecido organza para teste de autopolinização espontânea



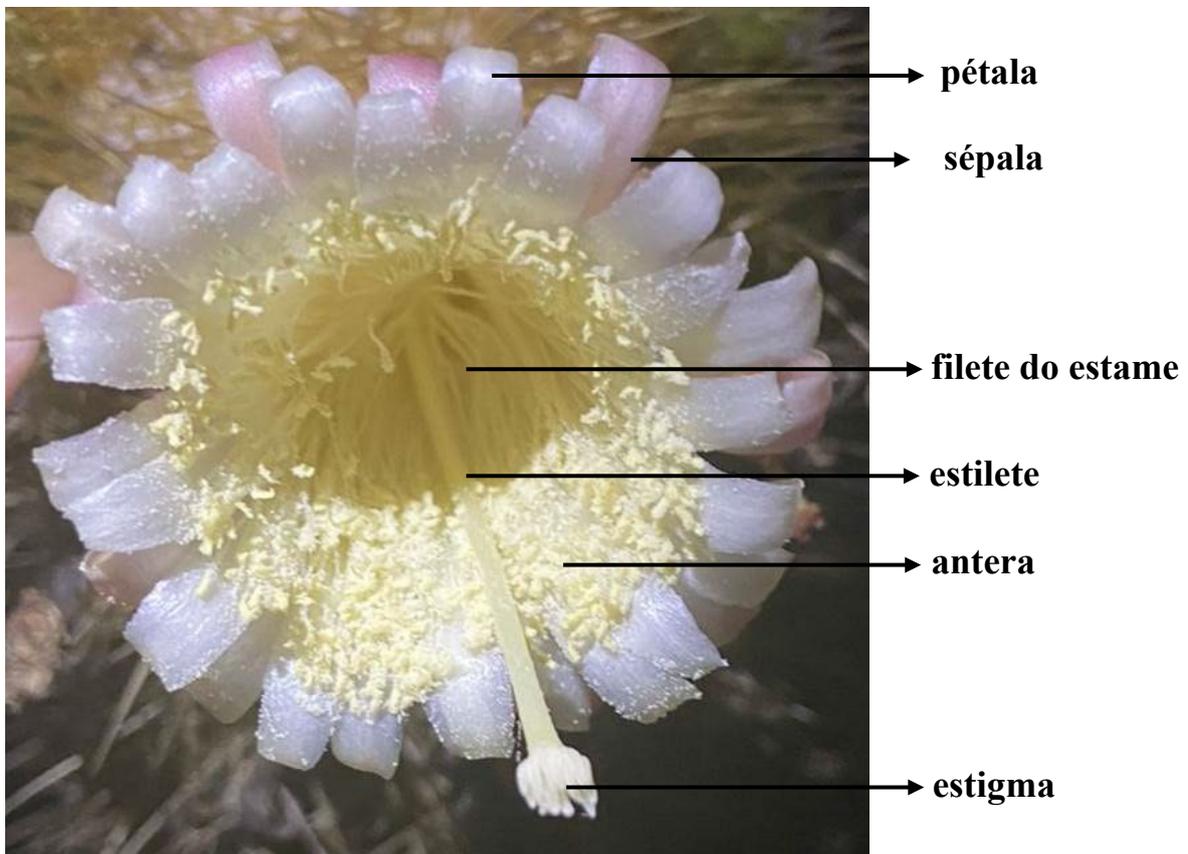
Legenda: a) Cefálio ensacado para o teste de autopolinização espontânea; b) Registro fotográfico.  
Fonte: C.M.M. Campos, 2020.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Morfologia floral

*Coleocephalocereus fluminensis* apresenta estrutura do cladódio colunar, ereto e semiereto, cefálio lanoso e com cerdas, formado por tricomas alvos protegendo o botão floral. Os botões florais originam-se no cefálio, em média dois por coluna, podendo ocorrer até cinco. Possuem cores de creme a vináceo e levam de um a dois dias para completar seu desenvolvimento. As flores são bissexuadas e voltadas horizontalmente para fora do cefálio, possuem dimensões de 31,31[±4,51] mm de comprimento e 31,76[±3,63] mm diâmetro. Compostas por pétalas creme ou branca e sépalas variando de creme a creme rosada, actinomorfas, curtas, com ápice levemente róseo a vináceo. Tubo floral de coloração creme, afunilado, parcialmente imerso no cefálio e com néctar profundamente escondido (Figura 13).

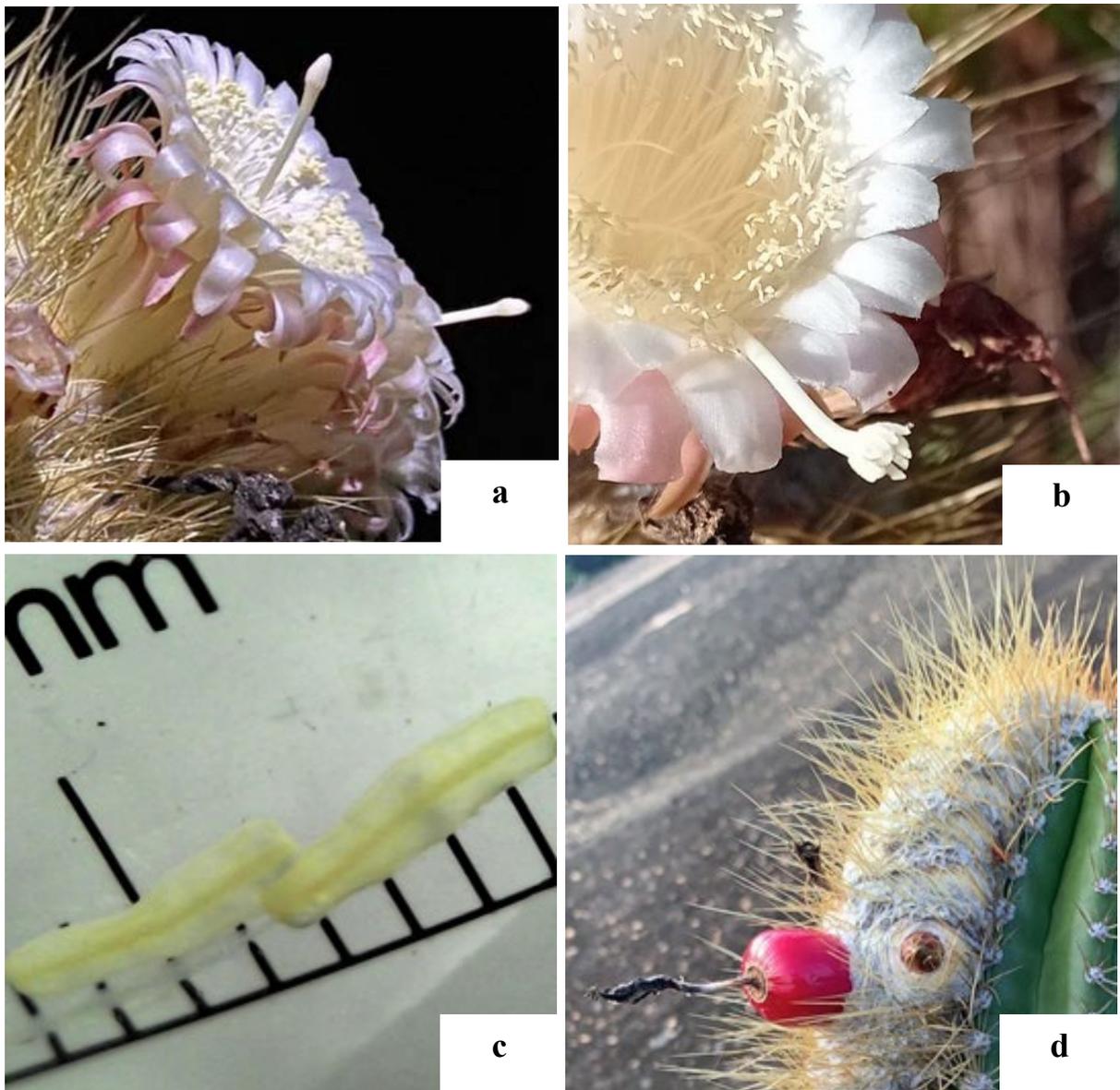
Figura 13 – Imagem das partes florais de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb.



Fonte: M.M.G. Silva, 2021.

O androceu é polistêmone, formado por estames filiformes aderidos ao tubo floral, com anteras bitecas de deiscência longitudinal, basifixas (Figura 14c). Possui estilete longo ultrapassando a abertura da corola. O gineceu é formado por um ovário ínfero, unilocular, pluriovulado e estigma com lobos. O estigma pode ser encontrado acima da corola mesmo antes da flor iniciar a antese, porém, nesses casos ele não é receptivo. Quando o estigma está receptivo, os lobos se abrem lentamente ao mesmo tempo e permanecem dessa forma até após o amanhecer (Figuras 14a; 14b).

Figura 14 – Características florais e do fruto de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb.



Legenda: a) Flores abertas com estigmas fechados e não receptivos; b) Flor aberta com estigma ligeiramente aberto e receptivo; c) Anteras da flor vistas através de microscópio digital; d) Fruto obovoide pouco antes de se soltar do cefálio.

Fonte: O autor, 2021.

As flores medem 33,50 mm [ $\pm 3,63$ ] de comprimento e 31,76 mm [ $\pm 3,63$ ] de largura. As pétalas e as sépalas foram medidas apenas em relação à largura, sendo as pétalas com 3,96 mm [ $\pm 0,50$ ] e as sépalas com 4,20 mm [ $\pm 0,66$ ]. O tubo floral apresenta, da base até o início da abertura, 9,30 mm [ $\pm 1,28$ ] de comprimento. O estilete mostrou em média 64,11 mm [ $\pm 9,23$ ] de comprimento, variando de 44,43 a 74,26 mm. O estigma apresentou um número médio de 14 [ $\pm 2,1$ ] lobos e a média do número de estames foi de 476 [ $\pm 128,2$ ] (Tabela 1).

Tabela 1 – Medidas dos comprimentos (comp.) e larguras (larg.); desvio padrão (DP), tamanho mínimo (min.) e máximo (max.) das flores *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil

	<b>comp. (DP-mm)</b>	<b>larg. (DP-mm)</b>
<b>Flor total</b>	33,52 [ $\pm 3,63$ ]	31,76 [ $\pm 3,63$ ]
<b>Pétala</b>		3,96 [ $\pm 0,50$ ]
<b>Sépala</b>		4,20 [ $\pm 0,66$ ]
<b>Estilete</b>	64,11 [ $\pm 9,23$ ]	

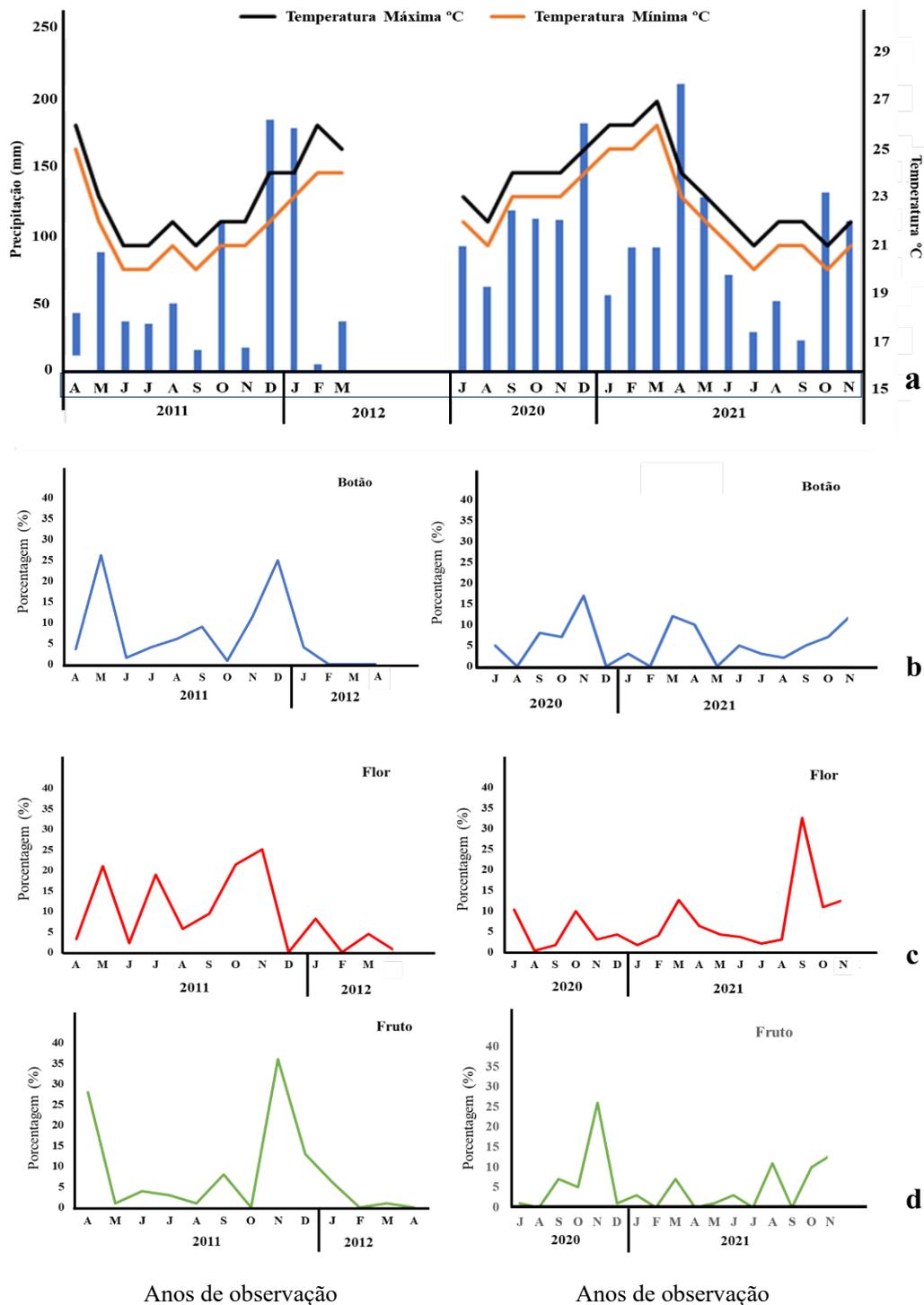
Fonte: O autor, 2022.

O fruto é carnoso e tem a forma obovoide, com cores variando de vermelha-vinácea a rosácea (Figura 14d). Nos frutos coletados ao acaso na população estudada foram identificadas numerosas sementes (800 a 1.500) de coloração negra. Apresentam médias de tamanhos de 30,30 [ $\pm 4,5$ ] x 20,2 [ $\pm 2,5$ ] mm, com máximo de 38 x 22 mm e mínimo de 23 x 17 mm.

#### 4.2 Fenologia

O acompanhamento das fenofases reprodutivas de *C. fluminensis* durante os anos de 2011/2012 e 2020/2021 mostrou uma tendência fenológica de floração contínua. Apresenta atividade reprodutiva em todos os meses amostrados, com exceção de fevereiro/2012 (Gráfico 2). A presença de flores foi observada em praticamente todo ano nos dois períodos amostrados, com exceção de dezembro/2011 e fevereiro/2012. Em alguns indivíduos observou-se que a floração pode ocorrer até duas vezes no mês. Nos meses de janeiro, fevereiro, abril até agosto do ano de 2011 houve uma queda do número de indivíduos com flores. Os picos de floração foram nos meses de maio, julho, outubro e novembro/2011 e setembro de 2021 (Gráfico 3).

Gráfico 2 – Dados climáticos de precipitação (cor azul), temperatura máxima (cor preta) e temperatura mínima (cor laranja). As fases de botões e flores e frutos (quantidade de cada fase em porcentagem) de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. durante os anos de 2011/2012 e 2020/2021 no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil



Legenda: a) Informações de precipitação, temperaturas máxima e mínima de abril a dezembro de 2011, janeiro a março de 2012, julho a dezembro de 2020 e janeiro a novembro de 2021; b) Porcentagem de emissão de botão nos anos de 2011/2012, 2020/2021; c) Porcentagem de emissão de flores nos anos de 2011/2012, 2020/2021; d) Porcentagem de emissão de frutos nos anos de 2011/2012, 2020/2021.

Fonte: a) INMET, 2021; b; c; d) O autor, 2022.

Os frutos foram observados ao longo de todo o ano exceto nos meses de outubro/2011, fevereiro/2012 e setembro/2021, com pico de frutificação em agosto e novembro/2011 e novembro/2020. As observações de frutos imaturos e maduros não foram separadas na amostragem, uma vez que a duração deles é de um a quatro dias (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Presença de flores e frutos durante os anos de 2011/2012 e 2020/2021 em *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil



Legenda: a) Número de eventos fenológicos (flor e fruto) em intervalos mensais nos anos de 2011 e 2012; b) Número de eventos fenológicos (flor e fruto) mensais, nos anos de 2020 e 2021.

Fonte: O autor, 2022.

O índice de *Spearman* não mostrou correlação significativa entre os dados climáticos e as fenofases de botão, flor e fruto, fato evidenciado na Tabela 2. Nenhuma das variáveis climáticas apresentou valores que permitissem uma correlação. Para correlação significativa o valor de p deve ser menor que 0,05. Com base nessa informação verifica-se que não há relação entre as variáveis “temperatura”, “umidade relativa” e “precipitação” com os eventos fenológicos em *C. fluminensis*.

Tabela 2 – Correlações de *Spearman* entre as variáveis climáticas e os eventos fenológicos de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil

		Precipitação	Temperatura	Umidade relativa
<b>Botão</b>	<i>Spearman</i>	0,123	-0,150	0,056
	Valor de <b>p</b>	0,518	0,428	0,770
<b>Flor</b>	<i>Spearman</i>	-0,132	0,239	0,183
	Valor de <b>p</b>	0,488	0,204	0,332
<b>Fruto</b>	<i>Spearman</i>	0,079	0,100	0,227
	Valor de <b>p</b>	0,677	0,599	0,227

Fonte: O autor, 2022.

### 4.3 Biologia floral

A abertura das flores ocorre ao anoitecer, entre 17 e 19:30 h, com uma distensão lenta e gradual dos segmentos do perianto, e o fechamento inicia às 4 h da manhã. Em alguns indivíduos as flores podem permanecer abertas até por volta das 7 h da manhã. Muitas não se fecham completamente, mantendo seu estigma exposto. Por conta dessa estratégia possibilita a entrada de pequenos animais como, por exemplo, abelhas (Figura 15).

O ciclo botão, flor e fruto dura até oito dias, mas a presença do agente polinizador pode encurtar esse ciclo, durando menos de cinco dias. O período que vai da formação do botão até a abertura da flor ocorre no mesmo dia, com o botão surgindo pela manhã ou à tarde e a flor se abrindo à noite. Foi observado que algumas flores, após a primeira noite de abertura, se fecham e não abrem mais, podendo em seguida desenvolver o fruto. Outras podem abrir até três noites consecutivas e depois do fechamento também gerarem frutos.

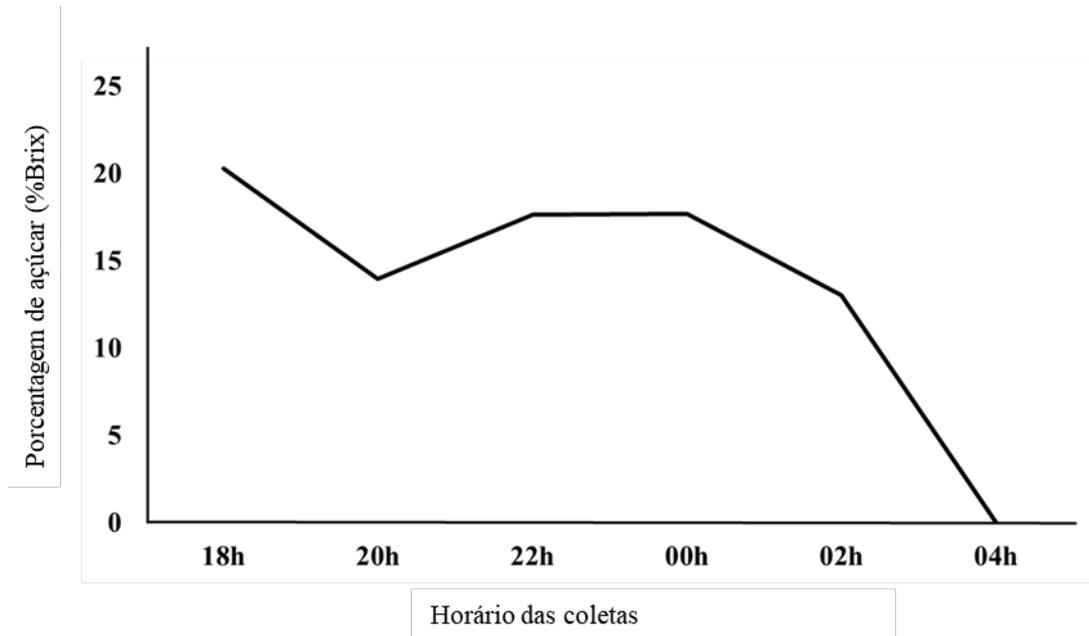
Figura 15 – Flor de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. ainda aberta após o amanhecer visitada por abelha no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil



Fonte: O autor, 2021.

O néctar produzido se acumula numa câmara nectarífera abaulada, localizada na base do tubo floral. Esse processo vai ocorrer ao longo de quase todo o período em que as flores permanecem abertas. A concentração média de solutos no néctar foi de 13,7% e variou de 10,5 a 23,2 %Brix (Unidade de medida de concentração de soluto). Foi verificada maior porcentagem de açúcar durante a antese (18 h). Em seguida há uma queda na concentração até às 22 h. A partir desse horário volta a subir, mantendo-se alta até a meia noite, quando torna a decrescer, encerrando a produção 4 h da manhã (Gráfico 4).

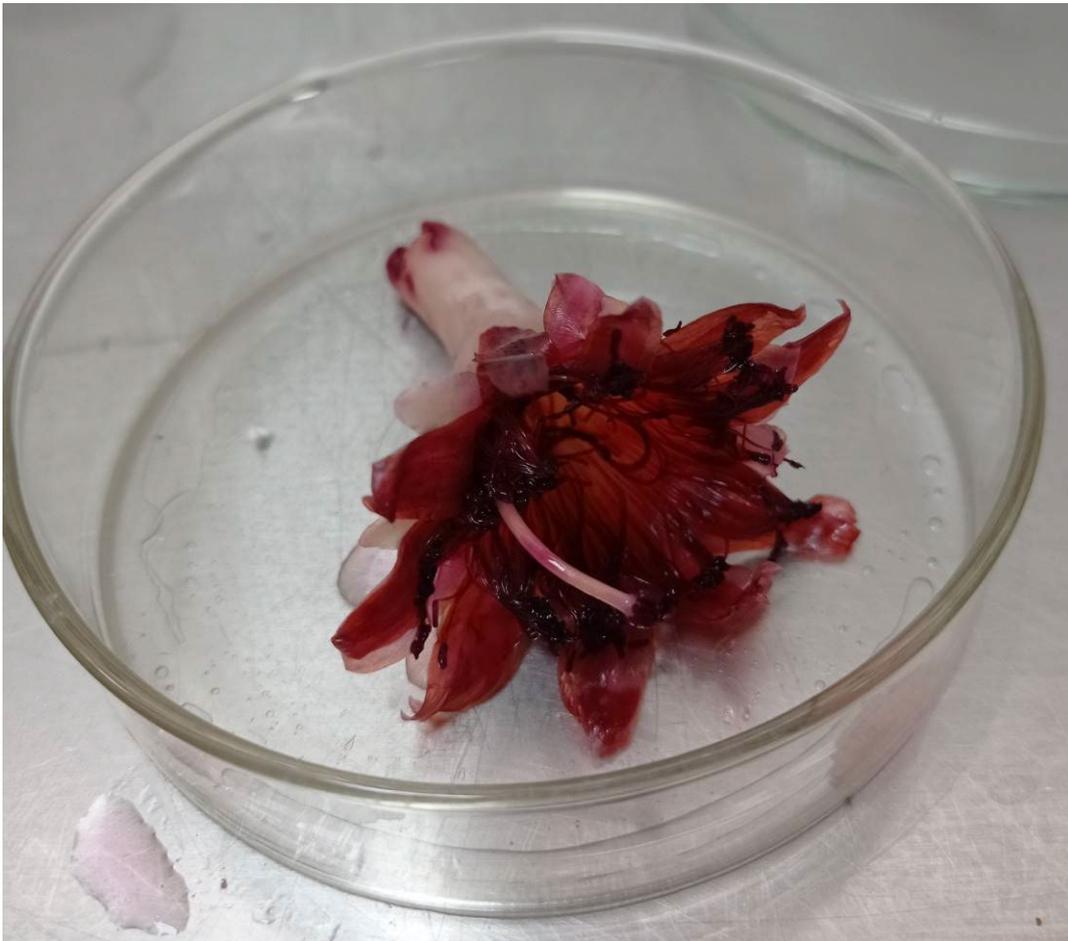
Gráfico 4 – Variação no percentual de açúcar do néctar em diferentes horários em flores de *Cleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil



Fonte: O autor, 2022.

Nas 20 flores observadas verificou-se visualmente, através da projeção do estilete com abertura dos lobos do estigma e do teste de receptividade estigmática com peróxido de hidrogênio, que 50% (n=10) apresentaram estigma receptivo no início da antese (19 h). Em outros 50% a receptividade estigmática ocorreu após 22 h. No início da antese percebe-se um odor adocicado, que permanece até o fechamento da flor. Foi observada a presença de osmóforos nas pétalas (Figura 16), com maior concentração nas extremidades externas. *Cleocephalocereus fluminensis* não demonstrou apresentação secundária de grãos de pólen.

Figura 16 – Osmóforos na flor de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb corados com vermelho neutro

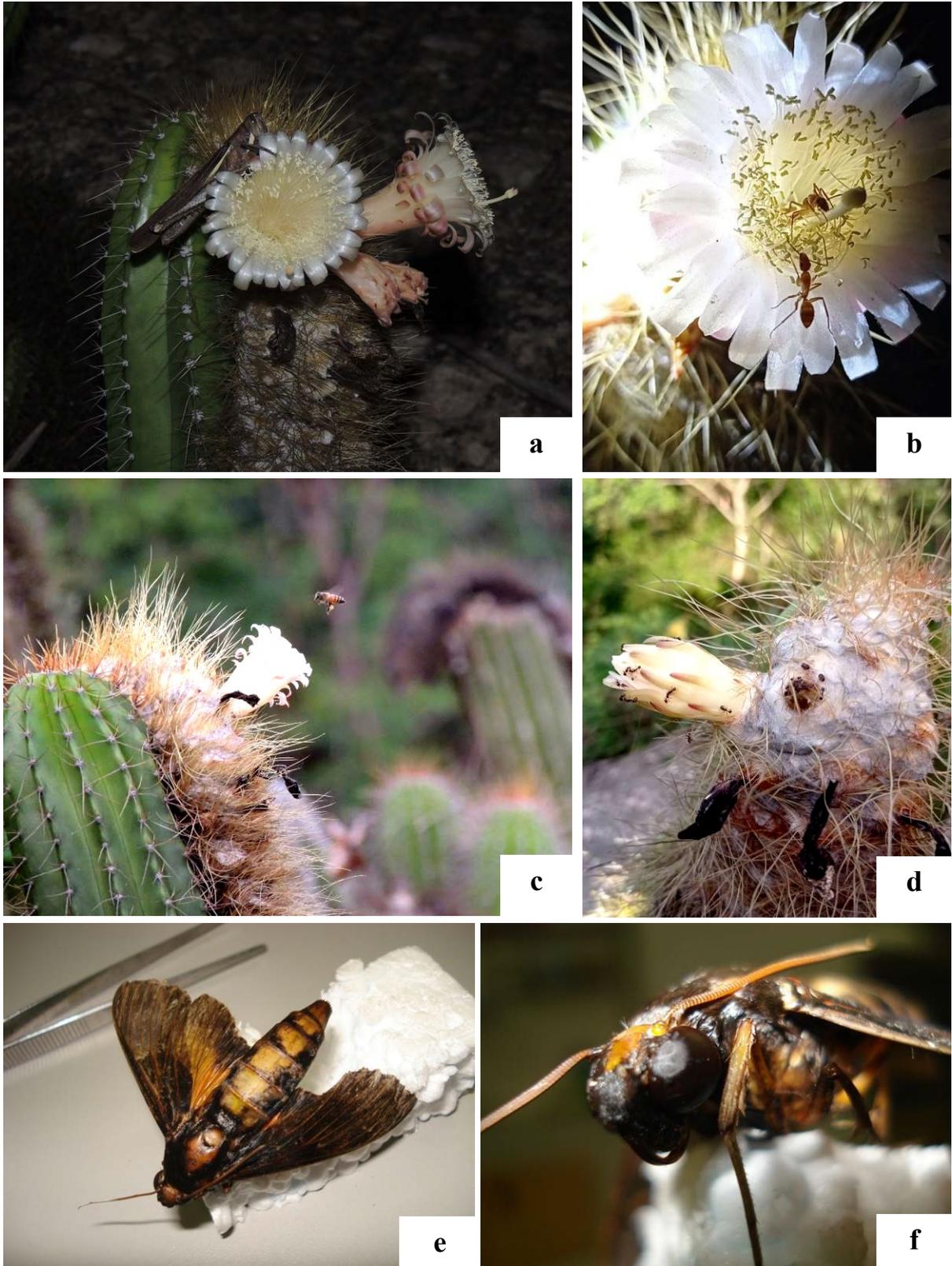


Fonte: O autor, 2021.

#### 4.4 Visitantes florais

A maioria dos visitantes florais observados pertence ao Filo Arthropoda, Classe Insecta, Ordens Hymenoptera (abelhas e formigas) (Figuras 17c; 17b; 17c), Coleoptera (besouros), Orthoptera (grilos) (Figura 17a) e Lepidoptera (borboletas e mariposas) (Figuras 17e; 17f). Também foi registrada a visita de morcegos (Mammalia, Chiroptera).

Figura 17 – Visitantes florais de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. observados no Mirante das Bromélias no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil



Legenda: a) Grilo (Orthoptera); b) Formiga *Camponotus* sp. (Hymenoptera); c) Abelha africana *Apis mellifera* Linnaeus, 1758; d) Formiga *Tetramorium* sp. (Hymenoptera); e, f) Mariposa *Erinnyis alope* (Drury, 1773).

Fonte: O autor, 2021.

As formigas observadas pertencem à família Formicidae, subfamília Myrmicinae, gêneros *Tetramorium* Mayr, 1855 e *Brachymyrmex* Mayr, 1868 e subfamília Formicinae, gênero *Camponotus* Mayr, 1861. Outra morfoespécie de Formicinae não foi identificada. Esses insetos estão presentes em grande quantidade nos botões ainda fechados pela manhã, à tarde e à noite. Apenas a morfoespécie de Formicinae restringe sua atividade ao período da manhã. As demais estão ativas nos botões florais durante o dia e a noite. De uma forma geral, iniciam sua exploração em busca do néctar no início da antese, permanecendo na flor, muitas vezes, até seu fechamento (Figuras 17b; 17d).

As formigas *Camponotus* sp. apresentaram comportamento de permanência no interior da câmara nectarífera, com saídas esporádicas até a corola. As flores nas quais elas visitaram não apresentaram néctar durante toda a noite, devido ao consumo feito por essas formigas. Também mostraram comportamento de defesa, atacando quando algo se aproxima do interior da flor, em sequência se abrigam nas câmaras nectaríferas.

As formigas *Brachymyrmex* sp. e *Tetramorium* sp. permanecem na flor a noite explorando toda sua extensão, aparentemente atrás de néctar e pólen. No entanto, não mostram comportamento de defesa, como ocorre com *Camponotus* sp. A morfoespécie de Formicinae apresentou uma conduta de aglomeração sobre o botão floral antes da antese. Grilos (Figura 17a), assim como algumas espécies de formigas, foram avistados predando as peças florais. A espécie de ortóptera não foi identificada porque o indivíduo coletado era uma ninfa, o que acarreta dificuldades na sua determinação.

Os coleópteros encontrados são da família Nitidulidae. Permanecem no interior da câmara nectarífera desde a abertura da flor até após seu fechamento. Esses animais não se movimentam muito, se deslocamento apenas quando são perturbados. Ficam no interior da flor durante toda a noite, utilizando do néctar secretado por ela. As abelhas *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758), *Trigona spinipes* (Fabricius, 1758) e *Euglossa* sp. mostram comportamento variado, deslocando-se através das anteras e estigma para coletar o pólen ou dirigindo-se para o interior da flor. Foram observadas, principalmente, no início da manhã, coletando pólen das flores já fechadas (Figura 17c).

A visita dos morcegos inicia-se quando as flores já estão completamente abertas ao anoitecer e só foram observadas visitas nas primeiras horas da noite. Devido à disposição próxima entre os espinhos e as flores no cefálio, os morcegos realizam uma aproximação mais lenta e visitas mais rápidas. Pairam diante das flores e introduzem parte da cabeça na abertura da corola para acessar o néctar com sua língua a partir do orifício central entre estames e estigma. Três espécies de morcegos nectaríferos foram observadas no Morro das Andorinhas:

*Anoura caudifer* (E. Geoffroy, 1818), *Anoura geoffroyi* (Gray, 1838) e *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766). No entanto, não foi possível afirmar quais dessas espécies buscam a flor de *C. fluminensis*. Isso se deve à dificuldade em se coletar os indivíduos com redes de neblina no momento das visitas e pela rapidez com que esses animais voam, o que impossibilita sua correta identificação.

A mariposa observada visitando as flores de *C. fluminensis* foi *Erinnyis alope* (Drury, 1773) (Figuras 17e; 17f). Essa espécie pertence à família Sphingidae, subfamília Macroglossinae, tribo Dilophonotini. Apresenta dois tipos de comportamentos diferentes durante o forrageio. O primeiro ocorre no início da noite, quando a mariposa visita as flores e insere parte do corpo na sua abertura principal para acessar o nectário. Esse comportamento é similar ao dos morcegos. No período de dez horas até meia noite fazem novamente uma rápida visita na mesma flor, aparentemente sem inserir a probóscide. Após esse momento, volta ao cacto e paira na frente das flores, inserindo somente sua probóscide no tubo floral.

Esse procedimento pode estar associado à atividade da flor relacionada à produção de néctar. As visitas ocorrem em ocasiões concomitantes ao aumento do percentual de açúcar no néctar da flor de *C. fluminensis*. Assim, sugere-se que o forrageamento dessas mariposas está associado aos momentos nos quais a flor encontra-se em plena atividade de enriquecimento do néctar com açúcares. Após a introdução de parte do corpo na flor, sai com a cabeça repleta de pólen, que leva a outra flor, assim promovendo a polinização cruzada entre indivíduos diferentes. Desta forma, também promove a autogamia, facilitada pela polinização geitonogâmica, ao visitar flores diferentes do mesmo indivíduo ou autopolinização.

#### 4.5 Testes e sistema reprodutivo

Após 20 testes de autopolinização espontânea, 15 botões ensacados (75%) geraram frutos. Assim, os testes reprodutivos mostraram que *C. fluminensis* é autogâmica autônoma (Figuras 18a; 18b). Para complementar o teste dos sistemas reprodutivos poderiam ser feitos testes de exclusão de polinizador; coleta dos frutos gerados; contagem das sementes; germinação das sementes; germinação de sementes de frutos controle; polinização cruzada manual. No entanto, por conta da pandemia de COVID-19, não foi possível realizar todos esses testes, pois o acesso ao PESET foi fechado. Para tais procedimentos, seriam necessárias ao menos duas visitas semanais, o que não foi possível acontecer.

Figura 18 – Testes de autopolinização espontânea em indivíduos de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil



Legenda: a) Flores ensacadas; b) Frutos gerados após autopolinização.  
Fonte: O autor, 2021.

## 5 DISCUSSÃO

O período reprodutivo de *C. fluminensis*, alcançando desde a emissão do botão no cefálio até o fruto maduro, foi estimado entre três a oito dias. Esse tempo é considerado reduzido, quando comparado com outras espécies de padrão fenológico contínuo (MICHALSKI; DURKA, 2007; MUNGUÍA ROSAS; SOSA, 2010). Botões, flores e frutos podem ser observados concomitantemente em indivíduos em fase reprodutiva. Embora a floração desta espécie seja considerada contínua, nem todos os indivíduos da população estudada entraram em fase reprodutiva ao mesmo tempo.

Normalmente, nos cactos colunares ocorrem florações contínuas ou subanuais, sendo comumente registrada a abertura de poucas flores por dia (MICHALSKI; DURKA, 2007; MUNGUÍA ROSAS; SOSA, 2010, ROCHA et al., 2020). Muitos estudos associam as florações contínuas ou por longos períodos ao comportamento *traplining* de polinizadores. Rotas de visita são estabelecidas com indivíduos ou grupos específicos de plantas espacialmente esparsas, as quais são garantidas visitas constantes ao longo do período de floração (GENTRY, 1974; NEWSTROM; FRANKIE; BAKER, 1994). Mesmo os morcegos podem apresentar este tipo de comportamento (SAZIMA; VOGEL; SAZIMA, 1989; SAZIMA; BUZATO; SAZIMA, 1999).

### 5.1 Biologia e visitantes florais

As flores de *C. fluminensis* apresentam características que confirmam a síndrome de polinização por esfingídeos. Essas particularidades incluem: antese noturna, odor adocicado, grande número de estames, flores brancas, tubulares, posicionadas próximas ao ápice do cefálio e néctar armazenado no interior da câmara nectarífera, escondido pelos estames na base de tubos florais estreitos e longos (FAEGRI; VAN DE PIJL, 1979). Outros estudos realizados com Cactaceae encontraram resultados semelhantes em *Micranthocereus purpureus* (Gürke) F. Ritter (AONA et al., 2006) e *Pilosocereus catingicola* (Gürke) Byles & Rowley (LOCATELLI; MACHADO; MEDEIROS, 1997).

Na Venezuela, por exemplo, de 20 espécies de Cactaceae analisadas, 60% apresentaram polinização entomófila e/ou quiropterófila (RONDON; PULIDO, 2001). As diferenças entre

flores esfingófilas e quiropterófilas estão relacionadas com o tamanho, profundidade da corola e o odor apresentado. Naquelas onde as mariposas são os principais agentes polinizadores, as flores possuem a abertura da corola menor, são mais profundas e possuem um odor mais adocicado (RECH; AVILA JÚNIOR; SCHLINDWEIN, 2014; ROCHA et al., 2020). As características morfológicas das flores polinizadas por ambos os grupos são muito semelhantes. São comuns plantas visitadas e polinizadas tanto por mariposas quanto por morcegos (ROCHA; MACHADO; ZAPPI, 2007; LOPES, 2012; RECH; AVILA JÚNIOR; SCHLINDWEIN, 2014; ROCHA et al., 2020). Nas Cactaceae, plantas com características esfingófilas e quiropterófilas ao mesmo tempo estão presentes nos gêneros *Carnegia*, *Cipocereus*, *Coleocephalocereus*, *Espositoopsis*, *Facheiroa*, *Neuboxbaumia*, *Stenocereus*, *Stephanocereus* e *Weberocereus* (ROCHA; MACHADO; ZAPPI, 2007; LOPES, 2012).

Apesar das mariposas e morcegos possuírem o comportamento semelhante no Morro das Andorinhas, os morcegos foram vistos visitando *C. fluminensis* apenas no início da noite. Nesse momento, a maioria das flores está com os lobos do estigma fechado, ou seja, encontra-se na fase masculina do ciclo reprodutivo. Tendo em vista o horário diferenciado entre as visitas das espécies, a mariposa é o polinizador mais efetivo, pois realiza visitas em horários diferentes e em ocasiões em que *C. fluminensis* apresenta-se tanto nas fases masculinas quanto nas femininas. É possível que a atividade do esfingídeo seja dispersa durante o ano, acompanhando a floração de *C. fluminensis*. Porém não foi possível essa afirmação, por conta do baixo número de visualizações de botões florais no momento de abertura durante o período de observações realizadas no Morro das Andorinhas.

Por mais evidente que seja a síndrome de polinização apresentada por uma espécie, isto não determina, em absoluto, qual é seu agente polinizador (WASER, 1983; HERRERA, 1995). Flores que apresentam síndromes específicas podem ser atrativas para espécies disjuntas de suas relações (RECH; AVILA JÚNIOR; SCHLINDWEIN, 2014), aumentando o número e a diversidade de visitantes, além de potencializar as chances de serem polinizadas (RICKLEFS, 2010). Em espécies de Cactaceae quiropterófilas é possível encontrar diferentes estratégias para atração de outros visitantes, como mariposas, abelhas e beija-flores (VALIENTE BANUET et al., 1996, 1997; FLEMING et al., 2001; MOLINA FREANER et al., 2004; AONA et al., 2006; LOPES, 2012).

O néctar é o recurso floral utilizado por muitos visitantes florais registrados. A porcentagem de açúcar encontrada no néctar de *C. fluminensis* ficou entre 10,5 a 23,2%. Segundo Scogin (1985), diferentes proporções de açúcares estão relacionadas às distintas síndromes de polinização. Flores cujo néctar tenha concentrações de açúcar de 15 a 34% tendem

a ser polinizadas por mariposas; 17 a 26% por morcegos e 22 a 30% por beija-flores. A ampla variação dessas taxas nas Cactaceae é um dos atributos que permite diferentes síndromes de polinização, pois propicia a presença de mais de um polinizador potencial (LOCATELLI; MACHADO, 1999b). Porém, outras características observadas nas flores de diferentes espécies dessa família também favorecem sistemas de polinização mais generalistas e maior magnitude de visitas de animais menos específicos (DAR; ARIZMENDI; VALIENTE BANUET, 2006). Os horários de visitas, tanto de morcegos quanto das mariposas, foram concomitantes ao aumento dos níveis de açúcar no néctar ao longo da noite. Isso pode ser uma estratégia para atração de diferentes visitantes como potenciais polinizadores.

Embora as características apontem preferencialmente para a polinização por esfingídeo, *C. fluminensis* pode investir na diversificação de visitantes florais vertebrados e invertebrados noturnos, além de invertebrados diurnos, caracterizando um sistema de polinização misto, segundo Queiroz e colaboradores (2021). No entanto, como essa espécie produz néctar somente no período noturno, seus principais polinizadores visitam as flores à noite. Devido à ausência de néctar durante o dia, é muito provável que os visitantes diurnos estejam mais em busca de pólen ou de partes florais atuando como pilhadores ou polinizadores ocasionais.

No caso das mariposas, as espécies de esfingídeos são comumente observadas visitando flores de diversas espécies com características esfingófilas e quiropterófilas (LUCENA, 2007; QUEIROZ et al., 2021). Assim, indivíduos do gênero *Erinnyis* podem ser encontrados visitando e polinizando flores de espécies diferentes (HABER; FRANKIE, 1989; LUCENA, 2007; QUEIROZ, 2009; QUEIROZ, 2014). *Erinnyis alope* já foi apontado como visitante noturno em cactáceas do gênero *Pilosocereus* (LUCENA, 2007). No presente estudo, esta espécie também foi associada à *C. fluminensis*, sendo essa uma nova informação para o gênero *Coleocephalocereus*, que tem ocorrência exclusiva nos afloramentos rochosos. O comportamento de *E. alope* mostrou-se singular em relação às visitas noturnas à *C. fluminensis*. Estas ocorreram no momento no qual as flores apresentam-se nas fases femininas e masculinas, com maior produção de açúcares no néctar.

Também foi relatada a polinização por *E. alope* em *Micranthocereus*, que tem ocorrência em ambientes de Campos Rupestres. Da mesma forma, a mariposa paira na flor e introduz a probóscide na câmara de néctar, ficando com o corpo repleto de pólen (AONA et al., 2006). Conduta de visitação similar também foi reportada para outra espécie de esfingídeo na polinização de *Cereus hildmannianus* K. Schum (BECKER, 2020). Em *Cereus fernambucensis*, o esfingídeo *Cocytius antaeus* (Drury, 1773) pousa na flor e introduz a

probóscide ou pode pairar sobre a flor e posteriormente inserir a probóscide (LOCATELLI; MACHADO, 1999b).

No PESET há o registro de 24 espécies de morcegos (TEIXEIRA; PERACCHI, 1996; SIQUEIRA et al., 2016). No Morro das Andorinhas ocorrem 12 espécies, sendo três nectarívoras, que se enquadram no comportamento mostrado para *C. fluminensis*: *Anoura caudifer* (E. Geoffroy, 1818), *Anoura geoffroyi* (Gray, 1838) e *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766). A maior abundância neste afloramento rochoso estudado foi observada em *G. soricina* (SIQUEIRA et al., 2016). Por conta da impossibilidade de coletar e identificar corretamente os morcegos que visitam *C. fluminenses*, não foi apontada a espécie nectarívora potencialmente polinizadora.

As estratégias de morcegos e mariposas são semelhantes pela busca do alimento. Ao se introduzirem na flor, colocam em contato com os estames a região ventral e dorsal do corpo e a região ventral com o estigma. Os atributos morfológicos da flor e o comportamento desempenhado por esses animais indicam que esses são também polinizadores de *C. fluminensis*. Por produzir continuamente botões, flores e frutos ao longo do ano, porém, com baixo número de flores por indivíduo, os polinizadores visitam muitas flores durante uma noite até se saciarem com o néctar oferecido, como apontado por Lemke (1985). Assim, o sistema *traplining* favorece o transporte de pólen entre diferentes indivíduos, beneficiando a polinização cruzada.

Dentre os demais visitantes, destacam-se também as formigas Formicidae, observadas nas fenofases de botão e flor. Sua busca por recursos parece ser mais diversificada, podendo incluir o néctar, pólen e peças florais. Dentre aquelas que visitam *C. fluminensis*, as *Camponotus* sp. são conhecidas como carpinteiras por nidificarem em troncos e galhos com madeira macia, em bulbos de orquídeas, carvão vegetal, em montes de matéria orgânica e embaixo de pedras (YAMAMOTO, 2004). Esse gênero é bem diverso em nível mundial, principalmente no Neotrópico e apresenta uma grande variedade de habitats, incluindo áreas urbanas. Foram registradas cerca de 1.500 espécies no mundo, dentre as quais 200 estão representadas na região Neotropical (DASH, 2004). A hiperdiversidade e o polimorfismo encontrados neste gênero dificultam sua identificação taxonômica em nível específico, sendo necessária a utilização de métodos moleculares para separar as espécies (OLIVEIRA, 2015).

Em geral, o gênero *Camponotus* tem atividade diurna, forrageando individualmente ou em grupo, no solo e na vegetação; No entanto, no presente estudo foram observadas formigas de noite em *C. fluminensis*, quando ocorre maior produção de néctar. É oportunista em relação

à dieta, que inclui néctar floral e extrafloral, exsudato de hemípteros e de lepidópteros, artrópodes mortos e presas vivas, além de sementes e frutos (YAMAMOTO, 2004).

As formigas do gênero *Brachymyrmex* podem ser encontradas nas regiões zoogeográficas Etíope, Neártica e Neotropical. A maioria das espécies nidifica no subsolo, mas algumas são arborícolas (QUIRÁN; MARTÍNEZ; BACHMANN, 2004). Constitui um grupo de formigas onívoras com aparência diminutas (menos de 3,5 mm) que habita áreas urbanas ou outras com pouca cobertura vegetal (QUIRÁN, 2005). *Tetramorium* está presente em todo o mundo, com um total de 459 espécies conhecidas. Apresentam diferentes hábitos e vivem em variados ambientes. Por serem assim, os diferentes grupos dessas formigas Myrmicinae têm plasticidade alimentar como espécies onívoras (BOLTON et al., 2006). Desta forma, ambientes com nichos alimentares vagos podem ser ocupados por esses animais. Foram observadas em *C. fluminensis* nas flores onde não estavam presentes *Camponotus* sp.

As flores de *C. fluminensis* que recebem visitas de abelhas podem ser polinizadas, mesmo após seu fechamento. A ausência de néctar no período da manhã seleciona visitantes diurnos que estão em busca de pólen ou partes florais. O processo de fechamento da flor entre 4 e 7 h da manhã não coincide necessariamente com o fim da receptividade do estigma de flores que já abriram. Flores que abriram na noite anterior, podem apresentar lóbulos abertos e manter seu estigma receptivo durante o dia seguinte. Sendo assim, nas flores que receberam visitas de abelhas após o fechamento é possível ocorrer polinização, mesmo que com menor eficiência.

Muitas espécies de Cactaceae com antese noturna permanecem com a flor aberta por longo tempo para maximizar a polinização e aumentar as chances de visitas também durante um período do dia seguinte (LOPES, 2012). Martins (2013) observou que duas espécies do gênero *Cipocereus*, com ocorrência em Campos Rupestres, fazem a antese noturna e também apresentaram ciclos florais que duram até o dia seguinte. Neste estudo foram registradas visitas diurnas de abelhas e beija-flores. As visitas no período matinal por abelhas, igualmente foi verificada em *Lemaireocereus thurberi* (Engelm.) Britton & Rose, no qual as flores fecham completamente por volta de 10 h da manhã seguinte à antese (ALCORN et al., 1959).

As flores de *C. fluminensis* apresentam, no início da antese, o estigma acima das anteras, produzindo grande quantidade de pólen. Muitas vezes encontra-se exposto ao exterior da flor, antes mesmo do botão abrir. Com a gradual abertura da flor, os lóbulos do estigma, que anteriormente estavam unidos, ao longo da noite começam a se separar sutilmente. A posição do estigma acima das anteras e a separação progressiva dos lóbulos significa que esse cacto tem dicogamia e hercogamia. Estratégias usadas para evitar a autopolinização e aumentar a probabilidade da polinização cruzada (NASSAR; RAMIREZ, 2004; MUNGUÍA ROSAS;

SOSA; JACOME FLORES, 2009; CARVALHO; MENDEL, 2010). Esse é um mecanismo encontrado também em *Cipocereus laniflorus* N.P. Taylor & Zappi (REGO; FRANCESCHINELLI; ZAPPI, 2012).

A produção de frutos a partir de experimentos de exclusão do polinizador confirmam que *C. fluminensis* é uma espécie autocompatível. Algumas flores após a primeira noite de abertura se fecham e não abrem mais, podendo em seguida desenvolver o fruto. Outras podem abrir até três noites consecutivas e depois do fechamento também gerarem frutos. Aparentemente flores polinizadas fecham logo após a polinização, enquanto flores que não foram polinizadas durante as visitas dos polinizadores podem se autopolinizar. Outros cactos colunares também apresentam autogamia como *Echinopsis chiloensis* ssp. *chiloensis* (Colla) H. Friedrich & G.D. Rowley (WALTER, 2010) e *Trichocereus pasacana* (F.A.C. Weber ex Rümpler) Britton & Rose (BADANO; SCHLUMPBERGER, 2001).

Da mesma forma que em *C. fluminensis*, a maioria das espécies do gênero *Melocactus* também são autógamas (*M. andinus* R. Gruber ex N.P. Taylor, *M. paucispinus* Heimen & R.J. Paul e *M. schatzlii* H. Till & R. Gruber) (COLAÇO et al., 2006; NASSAR et al., 2007). Como *C. fluminensis* ocorre em inselbergues, que ecologicamente funcionam como ilhas (CONCEIÇÃO; GIULIETTI; MEIRELLES, 2007; POREMBSKI, 2007), a autogamia é uma importante estratégia utilizada devido ao isolamento das populações (PANNELL; BARRETT, 1998). Assim, essas espécies podem ficar um período sem a presença de pólen exógeno à população ou até mesmo de indivíduos diferentes da mesma população.

## 5.2 Variáveis ambientais

Plantas características de afloramentos rochosos apresentam adaptações à carência d'água e a se fixarem sobre substrato com reduzida quantidade de solo. Essas espécies estão sujeitas a condições de altas temperaturas, baixa umidade e maior exposição aos ventos. Nesses lugares é comum encontrar plantas suculentas, que se adaptam a sobreviver sob essas restrições ambientais. As variações na capacidade de armazenamento de água e energia em espécies suculentas podem explicar a sensibilidade em relação à pluviosidade e influenciar na fenologia do florescimento (NOBEL, 1977; BERTILLER; BEESKOW; CORONATO, 1991; MEIRELLES; PIVELLO; JOLY, 1999; POREMBSKI, 2007; PEREZ; FEELEY, 2020).

O alto nível de diversidade de espécies presentes nos inselbergues geralmente está associado ao fato de serem capazes de sobreviver em condições ambientais adversas, para as quais essa flora apresenta variadas formas de adaptação (DE PAULA et al., 2015; DE PAULA et al., 2019). Levando em consideração a questão hídrica, espécies de *Encholirium* (Bromeliaceae) e *Epidendrum* (Orchidaceae), por exemplo, acumulam água nos tecidos e *Alcantarea* spp. e *Vriesea* spp. (Bromeliaceae) podem armazená-la devido ao seu arranjo de folhas em forma de roseta, que também atrai uma variedade de espécies animais (DE PAULA et al., 2020). Em outras plantas como *Barbacenia* spp. e *Vellozia* spp. (Velloziaceae) e samambaias e licófitas dos gêneros *Doryopteris* spp. e *Selaginella* spp. é observado o processo de tolerância à dessecação, que ocorre durante o período de seca, quando entram em um estado de desidratação. Com a ocorrência de chuvas, essas plantas se reidratam rapidamente, em muitos casos sem nenhum dano estrutural ou fisiológico. Assim são capazes de sobreviver aos ciclos de desidratação e reidratação sem afetar sua viabilidade (POREMBSKI; BARTHLOTT, 2000; DE PAULA et al., 2020).

As Cactaceae apresentam como estratégia de sobrevivência em ambientes rochosos a reserva hídrica, devido à presença de tecidos especializados (GODÍNEZ ÁLVAREZ et al., 2003). As características morfofisiológicas dos cactos fazem com que estejam adaptados para viver nesses ambientes inóspitos com carência hídrica e maximizar o armazenamento de água e minimizar sua perda por dessecação (BOURBIA et al., 2020). Algumas espécies do gênero *Coleocephalocereus*, como *C. buxbaumianus* Buining, ainda possuem intensa pilosidade na base da coluna, para evitar o superaquecimento devido o contato direto com a rocha (DE PAULA et al., 2016a; 2020). Por conta dessas características, fatores climáticos são apontados como determinantes na separação florística das espécies de Cactaceae do Leste do Brasil (SANTOS, 2009). No entanto, é variável a influência desses fatores em relação aos períodos reprodutivos de plantas dessa família (OLIVEIRA, 2017).

Godínez Álvarez e colaboradores (2003) ressaltam que as variações interanuais no período e na intensidade dos eventos reprodutivos em algumas espécies de Cactaceae estão relacionadas ao início do período chuvoso e a quantidade de precipitação anual. Porém, em outras espécies como, por exemplo, em *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* N.P. Taylor & Zappi, a floração ocorre predominantemente na estação seca. Nesse caso, o pico de produção de flores acontece no início da estação úmida, com a floração ocorrendo com alta intensidade em 80% dos indivíduos (LOPES, 2012). Contudo, isso não é uma regra, pois picos de floração na estação seca foram também observados em outras espécies de Cactaceae dos gêneros *Cipocereus* e *Melocactus* (LOPES, 2012).

Em certas espécies dessa família, o caule suculento supre a planta com água suficiente para formar estruturas reprodutivas durante a estação seca (PIMIENTA BARRIOS; DEL CASTILHO, 2002). Os estudos realizados em florestas secas mostram que os eventos fenológicos não são desencadeados primariamente pela chuva, mas pela disponibilidade hídrica para a planta. Assim, plantas com raízes profundas ou com armazenamento d'água no caule podem apresentar fenologia independente da precipitação (LIMA, 2007). Em outro extremo, o estudo realizado com *Arthrocerus glaziovii* (K. Schum.) N.P. Taylor & Zappi (OLIVEIRA, 2017) mostrou que, apesar dos testes estatísticos não apresentarem influência significativa em relação à pluviosidade, os eventos de floração ocorreram no início do período chuvoso e a frutificação no início ou meio do período chuvoso.

No caso de *C. fluminensis* não houve correlação entre as fenofases reprodutivas e os fatores ambientais mensurados. Esse é um resultado esperado, já que os cactos apresentam características que os tornam resistentes aos intemperes locais e menos dependentes das condições climáticas para a sobrevivência. Corroborando com essa condição, o presente estudo mostra que a população estudada gera botões, flores e frutos em praticamente todos os meses do ano, independente da variação das condições ambientais. Representa uma importante fonte de alimento disponível para animais nectaríferos e aqueles que se alimentam dos seus frutos como lagartos (CUNHA, 2012; KOSKI; VALADARES; LIMA, 2018) e aves (CALVENTE; ANDREATA, 2007).

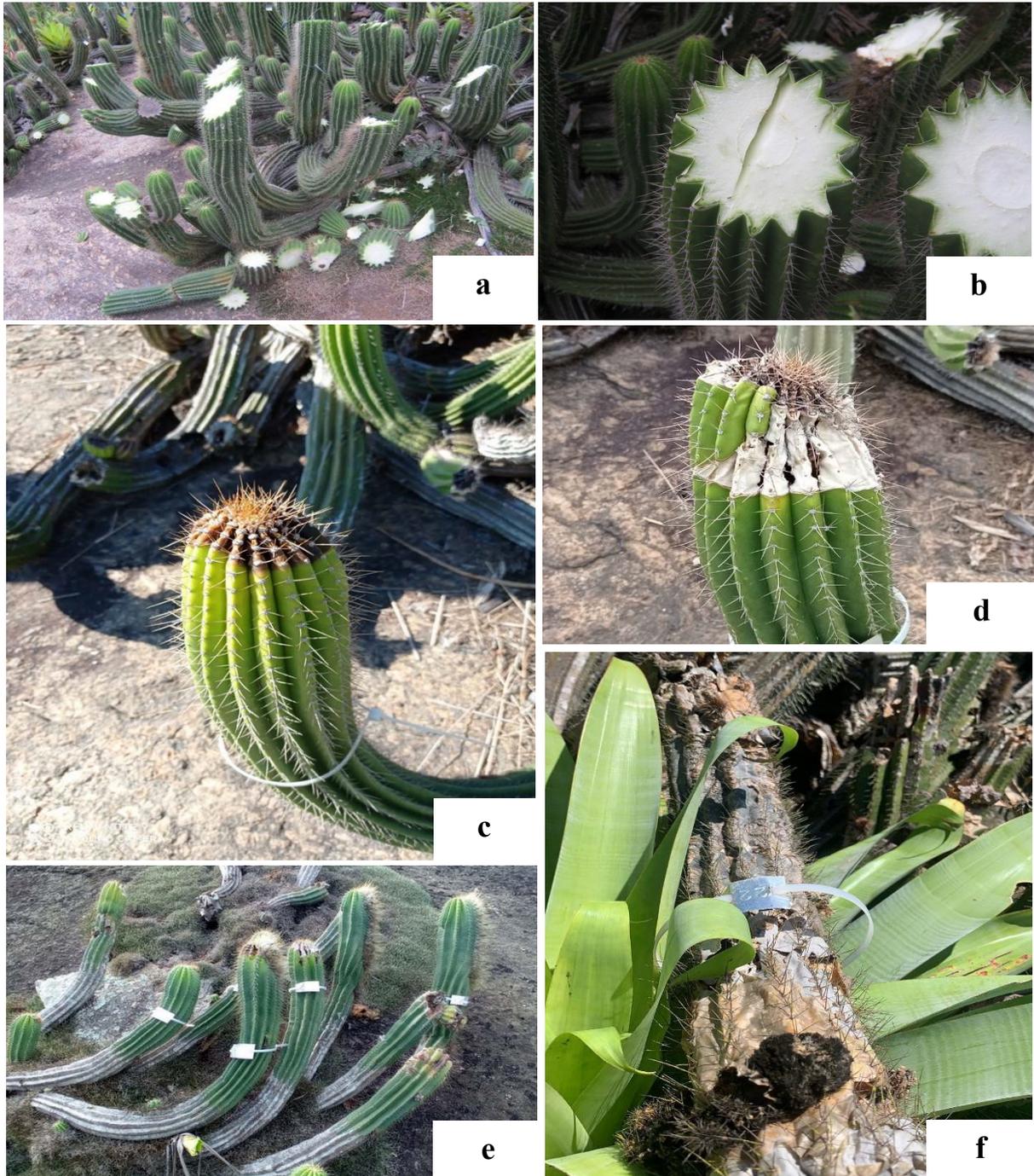
### 5.3 Conservação

O grau de singularidade biológica que as Cactaceae apresentam em termos de endemismo de gêneros e espécies, justifica a importância da sua conservação. O gênero *Coleocephalocereus* é formado por espécies endêmicas e restritas, muitas das quais se encontram em risco de extinção no seu habitat natural (TAYLOR; ZAPPI, 2004; ICMBIO, 2011). Esse fato é sério do ponto de vista conservacionista, uma vez que as áreas de inselbergues não são consideradas prioritárias para conservação. A ação antrópica sobre esses ambientes tem contribuído para a intensa destruição e descaracterização da vegetação natural.

No caso específico do Morro das Andorinhas, a população de *C. fluminensis* estabelecida sobre o Mirante das Bromélias foi alvo de corte por parte de visitantes no ano de

2011 (Figuras 19). Essa prática propiciou a ação de uma espécie de fungo patogênico, ainda não identificado taxonomicamente, que vem trazendo danos aos cactos.

Figura 19 – Indivíduos cortados de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. em 2011 no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil, com conseqüente patogenia provocada por fungo



Legenda: a; b) Indivíduos cortados; c) Mudança de cor no ápice colunar; d; e) Indivíduo e ilha de vegetação com o ápice descaracterizado; f) Declínio do indivíduo e morte do cacto.

Fonte: a; b) O autor, 2011; c; d; e) O autor, 2021; f) A.C.F.V. Silva, 2021.

As expedições a campo mostram que o ápice da coluna apresenta mudança de coloração, inicialmente ficando amarelada e depois vai enegrecendo. Após essa primeira alteração, ocorre o fenescimento do indivíduo, que adquire uma coloração acinzentada até seu declínio total. Assim, desde 2011 essa população está diminuindo seu tamanho visivelmente. Outras ações antrópicas de vandalismo também foram registradas no Mirante das Bromélias, como pichações recentes e o descarte de resíduos sólidos sobre as ilhas de vegetação, principalmente em dias com intensa visitação, como nos fins de semana e feriados.

Esse é um dos primeiros relatos de contaminação por fungos patógenos para Cactaceae em ambientes naturais de afloramentos rochosos, uma vez que a maioria dos estudos foram realizados com espécies de interesse econômico. No Brasil, os estudos enfocaram plantas alimentícias como a pitaia (*Hylocereus* spp.) e as forrageiras *Cereus jamacaru* DC. (mandacaru), *Cereus hildmannianus* K. Schum. (mandacaru-sem-espinho), *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck (palma) e *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (figo-da-Índia). Foi identificada a ação dos fungos endofíticos dos gêneros *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Cochliobolus*, *Colletotrichum*, *Curvularia*, *Erwinia*, *Exserohilum*, *Fusarium*, *Lasiodiplodia*, *Macrophomina*, *Neofusicoccum*, *Neopestalotiopsis*, *Neoscytalidium*, *Neurospora*, *Nigrospora*, *Nigrosporasphaerica*, *Penicillium*, *Pestalotia*, *Pseudocochliobolus*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus scytaalidium* e *Sphaceloma* (SOUZA et al., 2010; BOMFIM et al., 2013; ALMEIDA, 2018; CONFORTO et al., 2019; MAIA et al., 2019; GOMES et al., 2020; BOMFIM et al., 2021).

Os microrganismos endofíticos penetram nas plantas basicamente através de aberturas naturais ou ferimentos, sendo que a principal porta de entrada é o sistema radicular. Frequentemente induzem alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas em seus hospedeiros, o que pode afetar o desenvolvimento das plantas em diferentes condições de estresses bióticos ou abióticos, tais como déficit hídrico, salinidade e altas concentrações de metais no solo, herbicidas e herbívoros (DUIN, 2018).

Não foi possível identificar o fungo patogênico que está causando esse dano na população de *C. fluminensis* no Morro das Andorinhas. No entanto, o envio de material fotográfico para micólogos especialistas permitiu a compreensão de que esses fungos vivem no solo, em outras plantas ou são endófitos do próprio cacto. No momento que o dano do corte é feito, o tecido do cacto foi exposto e estabelecida uma relação ecológica que vem prejudicando a população.

Essas ações antrópicas prejudiciais aos ambientes tão singulares e sensíveis ecologicamente quanto os inselbergues, violam a Lei Federal nº 9.605 (BRASIL, 1998), que

trata das condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Também é desconsiderada a Lei Federal nº 9.985 (BRASIL, 2000), que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), além de critérios e normas para a sua criação e gestão. Tais áreas são implementadas visando que se faça de maneira adequada a conservação da natureza dentro de limites territoriais definidos legalmente. Embora o uso público seja permitido em UC da categoria Parque, este não deve se sobrepor e, tão pouco diminuir, o objetivo que respalda a criação das áreas protegidas. No entanto, a constatação dessas ações reflete a falta de investimento e interesse em tais questões pelo poder público e a sociedade em geral.

Não há controle da visitação neste inselbergue, que faz parte do PESET. É uma das áreas onde se tem o maior fluxo de visitantes, por ser de fácil acesso e permitir a observação de paisagens peculiares do entorno da Baía da Guanabara e da Região Oceânica do município de Niterói. O setor de uso público do PESET não está presente para regular as atividades dos visitantes, que se veem livres para irem onde quiserem. Isso resulta em sérios danos ao ambiente, pois não deveria ser permitido o acesso às áreas como o Mirante das Bromélias e a Ponta das Andorinhas, por exemplo, por conta da fragilidade da biota local às ações antrópicas. O pisoteio da vegetação, abertura de novos caminhos, a erosão do solo, que deixa a rocha exposta, o descarte de resíduos sólidos nas trilhas e práticas de escalada que degradam a vegetação são algumas das consequências da visitação desordenada.

A diversidade biológica local encontra-se vulnerável, justamente onde espécies novas para a ciência e ameaçadas de extinção foram relatadas por Souza; Silva e Sousa (2003), Barros (2008) e Machado e colaboradores (2021). Assim, extinções locais já são perceptíveis. Somado a tudo isso, têm os incêndios e o processo de invasão biológica por diferentes espécies exóticas, que contribuem ainda mais para o agravamento dessa situação (BARROS et al., 2020). O efetivo de guarda-parques do INEA, responsável pela administração do PESET, é pequeno para todas as necessidades dessa UC. Além disso, os investimentos públicos em conservação ambiental no estado do Rio de Janeiro atualmente andam escassos e descontínuos.

Os afloramentos rochosos são verdadeiras ilhas de diversidade biológica em meio a matriz urbanizada, onde diversos vetores de pressão convergem para a sua deterioração (DE PAULA et al., 2016b). Os inselbergues se destacam por servirem de refúgio para fragmentos florestais praticamente intactos e pouco acessíveis ao ser humano, além de apresentarem plantas altamente especializadas que só ocorrem sobre a rocha exposta. O resultado são ilhas terrestres detentoras de alta biodiversidade (DE PAULA et al., 2016b). O PESET é uma das poucas UC fluminenses que englobam um número considerável de inselbergues.

Os estudos, desde os mais abrangentes em termos de flora, até os que focam em determinadas espécies rupícolas, reúnem informações que mostram a importância da conservação dos inselbergues. Geram dados consistentes para o desenvolvimento de políticas públicas e o amadurecimento dos planos de manejo das UC. As mudanças climáticas globais já afetam a vegetação, que terá que se adaptar às condições de seca. Dessa forma, os inselbergues se tornam excelentes ambientes para pesquisas que visam o entendimento das adaptações fisiológicas e reprodutivas impactadas pelo aquecimento global e consequentemente mudanças no clima.

## CONCLUSÃO

*Coleocephalocereus fluminensis* apresenta padrão de floração contínuo, com picos reprodutivos nos meses mais úmidos (março e novembro). O ciclo botão/flor/fruto é curto, com todo o processo durando de cinco a oito dias. A antese noturna, as flores alvas, o odor adocicado, a grande abertura de corola e a porcentagem de açúcar no néctar entre 10,5% e 23,2% o que associa a planta à síndrome de polinização por esfingofilia e quiropterofilia. Essa espécie é polinizada preferencialmente por mariposas e morcegos à noite. Mas apresenta também outros visitantes florais, tanto noturnos (besouros, formigas, mariposas e morcegos), quanto diurnos (abelhas).

Devido ao horário das visitas, a mariposa *Erinnyis alope* é apontada como um dos principais polinizadores de *C. fluminensis* e apresenta um comportamento particular para acessar as câmaras de néctar da flor. Com menor evidência, a polinização pode ser feita por abelhas no período da manhã, nas flores que ainda permanecem receptivas, mas não produzem mais néctar. Nesse caso, a recompensa floral é o pólen.

As formigas apresentam-se como visitantes florais de *C. fluminensis*, estando presentes em alguns indivíduos durante a emissão do botão, abertura e fechamento da flor, além da emissão do fruto. Esses animais aparentemente estão associados à herbivoria de partes florais e defesa das flores.

Os testes de compatibilidade indicaram que *C. fluminensis* é autocompatível. Devido ao grau de isolamento da espécie nos afloramentos rochosos, essa característica é uma opção para que a planta mantenha a dispersão de sementes e possa expandir o tamanho populacional mesmo sem a fecundação com o pólen de outro indivíduo.

As fases reprodutivas de *C. fluminensis* não mostram correlação com fatores ambientais. Esse resultado corrobora o fato de que espécies com características de resistência a ambientes com baixa quantidade de umidade e alta isolamento são pouco dependentes de fatores abióticos. A espécie apresentou padrão reprodutivo contínuo, com a presença de botões, flores e frutos produzidos durante todo o ano, em ambos os períodos amostrados no presente estudo. Essa característica é encontrada em plantas nas quais os polinizadores apresentam o comportamento de *traplining*.

O Morro das Andorinhas encontra-se sujeito à grande pressão antrópica negativa, sendo percebido o corte indiscriminado de diversas espécies, incluindo *C. fluminensis*. Essas ações podem alterar o desenvolvimento de novos indivíduos, enfraquecendo-os e propiciando a

presença de fungos patógenos. Isso é evidenciado com a redução considerável da população da espécie desde 2011.

São necessários trabalhos como este para subsidiar o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo de espécies nos afloramentos rochosos. Esse é o primeiro trabalho que cita a ação de fungos endofíticos patógenos em plantas presentes em UC. Todos os demais trabalhos relacionam apenas plantas comerciais ou de produção.

A ação de agentes e instituições públicas é muito importante para que haja uma efetiva conservação ambiental e de sua biodiversidade. O INEA, como órgão gestor ambiental do estado do Rio de Janeiro, deve ter um olhar mais apurado para essas localidades. Além de rever estratégias de uso público para o maior controle das ações antrópicas negativas da visitação nas áreas de inselbergues.

## REFERÊNCIAS

- ALCORN, S. M.; MCGREGOR, S. E.; BUTLER, G. D.; KURTZ, E. B. Pollination requirements of the saguaro (*Carnegiea gigantea*). *Cactus and Succulent Journal*, v. 31, p. 39–41, 1959.
- \_\_\_\_\_; MCGREGOR, S. E.; OLIN, G. Pollination of saguaro cactus by doves, nectar-feeding bats, and honeybees. *Science*, v. 133, n. 3464, p. 1594-1595, 1961.
- ALMEIDA, M. M. M. *Doenças fúngicas em pitaya (Hylocereus sp.) no estado do Ceará*. 2018. 36 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.
- AONA, L. Y. S.; MACHADO, M.; PANSARIN, E. R.; CASTRO, C. C.; ZAPPI, D.; AMARAL, M. C. E. Pollination biology of three brazilian species of *Micranthocereus* Backeb. (Cereaceae, Cactoideae) endemic to the “campos rupestres”. *Bradleya*, v. 24, p. 39-52, 2006.
- APG (Angiosperm Phylogeny Group). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 181, n. 1, p. 1–20, 2016.
- ARAÚJO, D. S. D.; VILAÇA, A. M. N. Avaliação da cobertura vegetal remanescente de Itaipu. In: KNEIP, L. M.; PALLESTRINI, L.; CUNHA, F. L. S. (Org.). *Pesquisas arqueológicas no litoral de Itaipu*. Rio de Janeiro: VEPLAN Companhia de Desenvolvimento Territorial, 1981. p. 27-44.
- ASHWORTH, L.; AGUILAR, R.; MARTIN RODRIGUEZ, S.; LOPEZARAIZA MIKEL, M.; ÁVILA SAKAR, C. Pollination syndromes: a global pattern of convergent evolution driven by the most effective pollinator. *Evolutionary Biology*, v. 1, n. 12, p. 203-224, 2015.
- BADANO, E. I.; SCHLUMPBERGER, B. O. Sistema de cruzamiento y estimaciones en la eficiencia de polinización sobre *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) en dos poblaciones del noroeste argentino. *Gayana Botany*, v. 58, n. 2, p. 115–122, 2001.
- BAGATINI, K. P.; KLABUNDE, D. Fenologia reprodutiva de *Cereus hildmannianus* K. Schum. (Cactaceae). *Unoesc & Ciência – ACBS*, v. 10, n. 2, p. 145-154, 2019.
- BARBIÉRE, E. B.; COE NETO, R. Spatial and temporal variation of the east fluminense coast and atlantic Serra do Mar, state of Rio de Janeiro, Brazil. In: KNOPPERS, B.; BIDONE, E. D.; ABRÃO, J. J. (Org.). *Environmental geochemistry of coastal system, Rio de Janeiro, Brazil*. Niterói: Universidade Federal Fluminense, Programa de Geoquímica Ambiental. Série Geoquímica Ambiental, 1999, n. 6. p. 47–56.
- BARROS, A. A. M. *Análise florística e estrutural do Parque Estadual da Serra da Tiririca, Niterói e Maricá, RJ, Brasil*. 2008. 237 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro, 2008.

\_\_\_\_\_; GARCEZ, C. Atividades de educação ambiental na recuperação da vegetação do Morro das Andorinhas, Niterói, RJ. In: ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 2., 2003, São Gonçalo. *Anais...* São Gonçalo, SBENBIO, Regional 2, UERJ-FFP, 2003. p. 110-114.

\_\_\_\_\_; MACHADO, D. N. S. Invasão biológica na Mata Atlântica como resultado do processo histórico de ocupação no Morro das Andorinhas, Niterói (RJ). In: NODARI, E. S.; GERHARDT, M.; MORETTO, S. P. (Org.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE HISTÓRIA AMBIENTAL E MIGRAÇÕES, 2., 2012, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, LABIMHA, UFSC, 2012. p. 29-50.

\_\_\_\_\_; MACHADO, D. N. S.; SILVA, J. M.; PONTES, J.A.L.; RIBAS, L. A. Biological invasions by exotic plants in urban forest fragments of Niterói, Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. In: LONDE, V. (Org.). *Invasive species: ecology, impacts, and potential uses*. 1. ed. Nova York: Nova Science Publishers, 2020. p. 95-156.

\_\_\_\_\_; PIMENTEL, D. S. Transformações ambientais e sociais aliadas à história de ocupação da Mata Atlântica no litoral do estado do Rio de Janeiro: o caso do Parque Estadual da Serra da Tiririca e arredores. In: NODARI, E. S.; KLUG, J.; GERHARDT, M.; MORETTO, S. P. (Org.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE HISTÓRIA AMBIENTAL E MIGRAÇÕES, 1., 2010, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: LABIMHA, UFSC, 2010. p. 797-818.

\_\_\_\_\_; PONTES, J. A. L.; PIMENTEL, D. S.; SATHLER, E. B.; CONCEIÇÃO, M. C. F. Argumentos legais, ambientais e sociais para conservação: avaliação da proposta de inclusão do Morro das Andorinhas no Parque Estadual da Serra da Tiririca (RJ). *Revista Interagir: Pensando a Extensão*, n. 6, p. 39-45, 2004.

\_\_\_\_\_; SEOANE, C. E. S. A problemática da conservação do Parque Estadual da Serra da Tiririca, Niterói / Maricá, RJ, Brasil. In: VALLEJO, L. R.; SILVA, M. T. C. (Org.). OS (DES)CAMINHOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO RUMO AO SÉCULO XXI. 1999, Niterói. *Anais...* Niterói: Instituto de Geociências da UFF, 1999. p. 114–124.

BARTHLOTT, W. Biogeography and evolution in neo-and palaeotropical Rhipsalinae (Cactaceae). *Sonderbd. Naturwiss. Ver. Hamburg*, v. 4, p. 241-248, 1983.

\_\_\_\_\_; HUNT, D. R. Cactaceae. In: KUBITZKI, K; ROHWER, J. G.; BITTRICH, V. *The families and genera of vascular plants: flowering plants: Dicotyledons*. Berlin Heidelberg: Springer, Verlag, 1993. p. 161-197.

BAWA, K. S. Plant-pollinator interactions in tropical Rain Forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 21, n. 1, p. 399–422, 1990.

BECKER, R. *Polinização e biologia reprodutiva em Cereus hildmannianus K. Schum. e Pereskia aculeata Mill. (Cactaceae)*. 2020. 68 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Departamento de Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 25, n. 2, p. 237-248, 2002.

BERNARDES, L. M. C. Tipos de clima do estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geografia*, n. 14, p. 57-80, 1952.

BERTILLER, M. B.; BEESKOW, A. M.; CORONATO, F. Seasonal environmental variation and plant phenology in arid Patagonia (Argentina). *Journal of Arid Environments*, n. 21, p. 1–12, 1991.

BOLTON, B.; ALPERT, G.; WARD, P. S.; NASKRECKI, P. *Bolton's catalogue of ants of the world, 1758-2005*. Cambridge: Harvard University Press, 2006. 222 p.

BOMFIM, A. G. J.; ALBUQUERQUE, G. M. R.; BEZERRA, J. D. P.; SILVA, D. C. V.; SVEDESE, V. M.; PAIVA, L. M.; SOUZA-MOTTA, C. M. Fungos fitopatogênicos de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. cultivada em área de floresta tropical seca no Brasil. *Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y Otras Suculentas*, v. 10, n. 2, p. 27–33, 2013.

\_\_\_\_\_; SANTOS, M. G. S.; BEZERRA, J. D. P.; PAIVA, L. M.; OLIVEIRA, J. T. C.; SOUZA-MOTTA, C. M.; MOREIRA, K. A. Antagonistic activity and chitinolytic potential of endophytic fungi from cacti growing in the brazilian tropical dry forest. *Sydowia*, v. 73, p. 197–208, 2021.

BORCHERT, R.; MEYER, S. A.; FELGER, R. S.; PORTER BOLLAND, L. Environmental control of flowering periodicity in Costa Rican and Mexican tropical dry forests. *Global Ecology Biogeographic*, v. 5, n. 13, p. 409–425, 2004.

BOURBIA, I.; CARINS MURPHY, M. R.; GRACIE, A.; BRODRIBB, T. J. Xylem cavitation isolates leaky flowers during water stress in pyrethrum. *New Phytologist*, v. 227, n. 1, p. 146–155, 2020.

BRASIL. Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 13 de fev. 1998. p. 1. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm)>. Acesso em: 25 out. 2021.

\_\_\_\_\_. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 19 de jul. 2000. p. 1. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm)>. Acesso em: 25 out. 2021.

BUSTAMANTE, E.; BÚRQUEZ, A. Effects of plant size and weather on the flowering phenology of the organ pipe cactus (*Stenocereus thurberi*). *Annals of Botany*, v. 102, n. 6, p. 1019-1030, 2008.

CALVENTE, A. M.; ANDREATA, R. H. P. The Cactaceae of the Natural Park of Prainha, Rio de Janeiro, Brazil: taxonomy and conservation. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, v. 1, n. 1, p. 529-548, 2007.

\_\_\_\_\_; FREITAS, M. F.; ANDREATA R. H. P. Listagem, distribuição geográfica e conservação das espécies de Cactaceae no estado do Rio de Janeiro. *Rodriguésia*, v. 56, n. 87, p. 141-162, 2005.

CARVALHO, G.; MENDEL, R. Effects of herkogamy and inbreeding on the mating system of *Mimulus luteus* in the absence of pollinators. *Evolution Ecology*, v. 24, n. 2, p. 509–522, 2010.

COLAÇO, M. A. S.; FONSECA, R. B. S.; LAMBERT, S. M.; COSTA, C. B. N.; MACHADO, C. G.; BORBA, E. L. Biologia reprodutiva de *Melocactus glaucescens* Buining & Brederoo e *M. paucispinus* G. Heimen & R. Paul (Cactaceae), na Chapada Diamantina, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 29, n. 2, p. 239-249, 2006.

CONCEIÇÃO, A. A.; GIULIETTI, A. M.; MEIRELLES, S. T. Ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito-arenito o Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 21, n. 2, p. 335–347, 2007.

CONFORTO, C.; LIMA, N. B.; SILVA, F. J. A.; CÂMARA, M. P. S.; MAHARACHCHIKUMBURA, S.; MICHEREFF, S. J. Characterization of fungal species associated with cladode brown spot on *Nopalea cochenillifera* in Brazil. *European Journal of Plant Pathology*, v. 155, n. 4, p. 1–16, 2019.

COSTA, P. M. A.; SOUZA, V. C.; COSTA, V. S.; BARROS, E. S.; OLIVEIRA, I. S. S. Fenofases reprodutivas em uma população de mandacaru (*Cereus jamacaru*) e facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subsp. *pernambucensis*) (Cactaceae). *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 5, p. 30536-30545, 2020.

CUNHA, F. C. G. *Ecologia de Tropicurus torquatus (Wied, 1820) (Squamata, Tropicuridae) no Costão de Itacoatiara, Parque Estadual da Serra da Tiririca, municípios de Niterói e Maricá, RJ*. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

CUNHA, F. L. S.; FRANCISCO, B. H. R. Geologia de Itaipu. In: KNEIP, L. M.; PALLESTRINI, L.; CUNHA, F. L. S. (Org.). *Pesquisas arqueológicas no litoral de Itaipu*. Rio de Janeiro: VEPLAN Companhia de Desenvolvimento Territorial, 1981. p. 15-22.

DAFNI, A.; PACINI, E.; NEPI, M. Pollen and stigma biology. In: DAFNI, A.; KEVAN, P. G.; HUSBAND, B. C. *Practical pollination biology*. Ontario: Enviroquest, 2005. p. 83-146.

DAR, S.; ARIZMENDI, M. D. C.; VALIENTE BANUET, A. Diurnal and nocturnal pollination of *Marginatocereus marginatus* (Pachycereae: Cactaceae) in Central Mexico. *Annals of Botany*, v. 97, p. 423–427, 2006.

DASH, S. T. *Species diversity and biogeography of ants (Hymenoptera Formicidae) in Louisiana, with notes on their ecology*. 2004. 290 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical, Department of Entomology, Baton Rouge, 2004.

DE PAULA, L. F. A.; FORZZA, R. C.; NERI, A. V.; BUENO, M. L.; POREMBSKI, S. Sugar Loaf Land in south-eastern Brazil: a centre of diversity for mat-forming bromeliads on inselbergs. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 181, n. 3, p. 459–476, 2016a.

\_\_\_\_\_; KOLB, R. M.; POREMBSKI, S.; SILVEIRA, F. A. O.; ROSSATTO, D. R. Rocks and leaves: can anatomical leaf traits reflect environmental heterogeneity in inselberg vegetation? *Flora*, v. 250, p. 91–98, 2019.

\_\_\_\_\_; NEGREIROS, D.; AZEVEDO, L. O.; FERNANDES, R. L.; STEHMANN, J. R.; SILVEIRA, F. A. O. Functional ecology as a missing link for conservation of a resource-limited flora in the Atlantic Forest. *Biodiversity and Conservation*, v. 24, n. 9, p. 2239–2253, 2015.

\_\_\_\_\_; POREMBSKI, S.; AZEVEDO, L. O.; STEHMANN, J.; MAUAD, L. P.; FORZZA, R. C. Pães de Açúcar: refúgios de alta biodiversidade na Mata Atlântica. *Ciência Hoje*, v. 57, n. 339, p. 23–29, 2016b.

\_\_\_\_\_; AZEVEDO, L. O.; MAUAD, L. P.; CARDOSO, L. J. T.; BRAGA, J. M. A.; KOLLMANN, L. J. C.; FRAGA, C. N.; MENINI NETO, L.; LABIAK, P. H.; MELLO SILVA, R.; POREMBSKI, S.; FORZZA, R. C. Sugarloaf land in south-eastern Brazil: a tropical hotspot of lowland inselberg plant diversity. *Biodiversity Data Journal*, v. 8, p. e53135, 2020.

DIAS, M. A. F. S. Eventos climáticos extremos. *Revista USP*, n. 103, p. 33–40, 2014.

DUIN, I. M.; COELHO, T. A. V.; POITEVIN, C. G.; SANTOS, A. F.; PIMENTEL, I. C.; AUER, C. G. Identificação de fungos endofíticos em miniestacas de acácia-negra. *Summa Phytopathologica*, v. 44, n. 3, p. 278–280, 2018.

EXCEL. *Microsoft Excel 2010*. Coleção: Software Obrigatório. Disponível em: <<http://centro.atl.pt/titulos/so/capas-pdfs/excerto-livro-ca-excel2010.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2021.

FAEGRI, K.; VAN DER PIL, J. L. *The principles of pollination ecology*. 3. ed. London: Pergamon Press, 1979. 291 p.

FENSTER, C. B.; ARMBRUSTER, W. S.; WILSON, P.; DUDASH, M. R.; THOMSON, J. D. Pollination syndromes and floral specialization. *Annual Review of Ecology*, v. 35, n. 1, p. 375–403, 2004.

FERREIRA, B. H. S.; SOUZA, C. S.; FACHARDO, A. L. S.; GOMES, A. C.; SIGRIST, M. R. Flowering and pollination ecology of *Cleistocactus baumannii* (Cactaceae) in the Brazilian Chaco: pollinator dependence and floral larceny. *Acta Botanica Brasilica*, v. 34, n. 1, p. 167–176, 2020.

FISCHER, E.; ARAUJO, A. C.; GONÇALVES, F. Polinização por vertebrados. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (Org.). *Biologia da polinização*. 1. ed. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. p. 311–326.

FLEMING, T. H.; HOLLAND, J. N. The evolution of obligate pollination mutualisms: senita cactus and senita moths. *Oecologia*, v. 114, n. 3, p. 368–375, 1998.

\_\_\_\_\_; MAURICE, S.; BUCHMANN, S. L.; TUTTLE, M. D. Reproductive biology and relative male and female fitness in trioecious cactus, *Pachycereus pringlei* (Cactaceae). *American Journal of Botany*, v. 81, n. 7, p. 858-867, 1994.

\_\_\_\_\_; SHALEY, C. T.; HOLLAND, J. N.; NASON, J. D.; HAMRICK, J. L. Sonoran desert columnar cacti and the evolution of generalized pollination systems. *Ecological Monographs*, v. 71, n. 4, p. 511–530, 2001.

FONSECA, R. B. S.; FUNCH, L. S.; BORBA, E. L. Fenologia reprodutiva de espécies de *Melocactus* (Cactaceae) da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, v. 31, n. 2, p. 237-244, 2008.

FOURNIER, L. A. Un metodo cuantitativo para la medición de características fenológicas en arboles. *Turrialba*, v. 24, n. 4, p. 422-423, 1974.

FREITAS, L. Precisamos falar sobre o uso impróprio de recursos florais. *Rodriguésia*, v. 69, n. 4, p. 2223-2228, 2018.

FREITAS, M. F.; CALVENTE, A.; GONZAGA, D. F. Flora do Rio de Janeiro: Cactaceae. *Rodriguésia*, v. 71, p. e03162018, 2020.

GALETTI, M.; PIZO, M. A.; MORELLATO, P. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In: CULLEN JUNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES PADUA, C. (Ed.). *Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2004. p. 395-422.

GENTRY, A. H. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica*, v. 6, n. 1, p. 64–68, 1974.

GODÍNEZ ÁLVAREZ, H.; VALVERDE, T.; ORTEGA BAES, P. Demographic trends in the Cactaceae. *The Botanical Review*, v. 69, n. 2, p. 173–201, 2003.

GOMES, R. S. S.; SOUZA, J. T. A.; BARRETO, G. G.; NASCIMENTO, L. C. Identification of associated fungi to diseases in *Cereus jamacaru* and *Cereus hildmannianus*. *Revista Mexicana de Fitopatologia*, v. 38, n. 2, p. 250–257, 2020.

GRANT, V.; CONNELL, W. A. The association between *Carpophilus* beetles and cactus flowers. *Plant Systematics and Evolution*, v. 133, n. 1/2, p. 99–102, 1979.

\_\_\_\_\_; GRANT, K. A. The pollination spectrum in the southwestern american cactus flora. *Plant Systematics and Evolution*, v. 133, n. 1/2, p. 29-37, 1979.

\_\_\_\_\_; GRANT, K. A.; HURD, P. D. Pollination of *Opuntia lindheimeri* and related species. *Plant Systematics and Evolution*, v. 132, p. 313-320, 1979.

HABER, W. A.; FRANKIE, G. W. A tropical hawkmoth community: Costa Rican dry forest Sphingidae. *Biotropica*, v. 21, n. 2, p. 155-172, 1989.

HEIDI, E. M. D. Relationship between floral fragrance composition and type of pollinator. In: DUDAREVA, N.; PICHERSKY, E. (Ed.). *Biology of floral scent*. Boca Raton: CRC Press, 2006. p 350-381.

HERRERA, C. M. Floral traits and plant adaptation to insect pollinators: a devil's advocate approach. In: LLOYD, D. G.; BARRETT, S. C. H. (Ed.). *Floral biology*. New York: Chapman & Hall, 1995. p. 65–87.

HOLLAND, J. N.; FLEMING, T. H. Mutualistic interactions between *Upiga virescens* (Pyralidae), a pollinating seed-consumer, and *Lophocereus schottii* (Cactaceae). *Ecology*, v. 80, n. 6, p. 2074–2084, 1999.

HOLLAND, N. J.; FLEMING, T. H. Co-pollinators and specialization in the pollinating seed-consumer mutualism between senita cacti and senita moths. *Oecologia*, v. 133, n. 4, p. 534–540, 2002.

HUNT, D. R.; TAYLOR, N. P.; CHARLES, G. *The new cactus Lexicon*. Milborne Port, UK: Dh Books, 2. v., 2006. 900 p.

IBARRA CERDEÑA, C. N.; IÑIGUEZ DÁVALOS, L. I.; SÁNCHEZ CORDERO, V. Pollination ecology of *Stenocereus queretaroensis* (Cactaceae), a chiropterophilous columnar cactus, in a tropical dry forest of Mexico. *American Journal of Botany*, v. 92, n. 3, p. 503–509, 2005.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Manual técnico da vegetação brasileira*. 2. ed. Rio de Janeiro: Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manuais Técnicos em Geociências, 2012, n. 1, 246 p.

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). *Plano de ação nacional para a conservação das Cactáceas*. Brasília: ICMBio, Ministério do Meio Ambiente, 2011. 112 p.

INEA (Instituto Estadual do Ambiente). *Plano de manejo (Fase I) Parque Estadual da Serra da Tiririca*. Rio de Janeiro: Instituto Estadual do Ambiente, Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2015a. 531 p. Disponível em: <<http://www.femerj.org/wp-content/uploads/Plano-de-manejo-do-Parque-Estadual-da-Serra-da-Tiririca-PESET.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2021.

\_\_\_\_\_. *Trilhas: Parque Estadual da Serra da Tiririca*. Rio de Janeiro: Instituto Estadual do Ambiente, Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2015b. 388 p.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). *Dados históricos anuais*. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>>. Acesso em: 23 out. 2021.

INOUYE, D. W. The terminology of floral larceny. *Ecology*, v. 61, n. 5, p 1251-1253, 1980.

JOHANSSON, J.; NILSSON, J. A; JONZÉN, N. Phenological change and ecological interactions: an introduction. *Oikos*, n. 124, p. 1-3, 2015.

JSTOR. *Curt Backeberg*. Disponível em: <plants.jstor.org/stable/10.5555/al.ap.person.bm000000336>. Acesso em: 16 out. 2021.

KAEHLER, M.; VARASSIN, I. G.; GOLDENBERG, R. Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atlântica Alto-Montana no estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 28, n. 2, p. 219-228, 2005.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. *Techniques for polination biologists*. Niwot: University Press of Colorado, 2000. 583 p.

KIILL, L. H. P.; SANTOS, A. P. B.; MARTINS, C. T. V. D.; SILVA, N. B. G.; SILVA, T. A. Ecologia da polinização da cactácea *Arrojadoa rhodantha* em caatinga hiperxerófila. *Sitientibus*, v. 12, n. 2, p. 303–312, 2012.

KOSKI, D. A.; VALADARES, R. T.; LIMA, A. F. B. Fruits in the lizard's menu: consumption of *Coleocephalocereus fluminensis* (Cactaceae) by *Tropidurus torquatus* (Tropiduridae). *Herpetology Notes*, v. 11, p. 853-855, 2018.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 15, n. 3, p. 259-263, 2006.

KUDO, G. Flowering phenologies of animal-pollinated plants: reproductive strategies and agents of selection. *Ecology and Evolution of Flowers*, v. 32, n. 5, p. 139-158, 2006.

LEMKE, T. O. Pollen carrying by the nectar-feeding bat *Glossophaga soricina* in a suburban environment. *Biotropica*, v. 17, n. 2, p. 107-111, 1985.

LIMA, A. L. A. *Padrões fenológicos de espécies lenhosas e cactáceas em uma área do semi-árido do Nordeste do Brasil*. 2007. 71 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2007.

LOCATELLI, E.; MACHADO, I. C. S. Comparative study of the floral biology in two ornithophilous species of Cactaceae: *Melocactus zehntneri* and *Opuntia palmadora*. *Bradleya*, v. 17, p. 75-85, 1999a.

\_\_\_\_\_; MACHADO, I. C. S. Floral biology of *Cereus fernambucensis*: a sphingophilous cactus of the restinga. *Bradleya*, v. 17, p. 86-94, 1999b.

\_\_\_\_\_; MACHADO, I. C. S.; MEDEIROS, P. Floral biology and pollination in *Pilosocereus catingicola* (Cactaceae) in Northeastern Brazil. *Bradleya*, v. 15, p. 28-34, 1997.

LOPES, L. T. *Fenologia, biologia reprodutiva, germinação e desenvolvimento inicial de Cipocereus minensis subsp. leiocarpus N.P. Taylor & Zappi (Cactaceae) no planalto de Diamantina-MG*. 2012. 89 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

LUCENA, E. A. R. M. *Fenologia, biologia da polinização e da reprodução de Pilosocereus*. 2007. 169 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Centro de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

MACHADO, D. N. S. *Plantas exóticas invasoras: uma investigação socioambiental no Morro das Andorinhas, Niterói, RJ, Brasil*. 2015. 135 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_; BARROS, A. A. M. Plantas exóticas em fragmentos florestais urbanos no município de Niterói, Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. In: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Org.). Prêmio Jovem Cientista, 29., 2018, Brasília. *Anais...* Brasília: CNPQ, 2018. 39 p.

\_\_\_\_\_; BARROS, A. A. M.; ARAUJO, D. S. D. Composição florística do inselbergue Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Pesquisas, Botânica*, n. 76, p. 33-72, 2021.

\_\_\_\_\_; BARROS, A. A. M.; RIBAS, L. A. Plantas exóticas invasoras em trilhas no Morro das Andorinhas, Niterói, RJ, Brasil. In: COSTA, N. M. C.; COSTA, V. C.; MELLO, F. A. P. (Org.). CONGRESSO NACIONAL DE PLANEJAMENTO E MANEJO DE TRILHAS. COLÓQUIO BRASILEIRO DA RED LATINO AMERICANA DE SENDERISMO, 2., 1., 2013, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Grupo de Estudos do Ambiente, LAGEPRO, Departamento de Geografia Física da UERJ, 2013. p. 899-920.

\_\_\_\_\_; BARROS, A.A.M.; RIBAS, L.A. Exotic plants in a rocky outcrop area in the municipality of Niterói, Rio de Janeiro state, Brazil. *Journal of Coastal Conservation*, v. 24, n. 1, p. 1-13, 2020.

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.

MAGURRAN, A. E. *Medindo a diversidade biológica*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2013. 261 p.

MAIA, J. P.; COSTA, A. C.; ROSWALKA, L. C.; REIS, R. G. E. Agente etiológico e sintomas da podridão do colo em cladódios de pitaias. *Revista Scientia Agraria Paranaensis*, v. 18, n. 1, p. 93–96, 2019.

MANDUJANO, M. C.; MONTANA, C.; EGUIARTE, L. E. Reproductive ecology and inbreeding depression in *Opuntia rastrera* (Cactaceae) in the Chihuahuan desert: why are sexually derived recruitments so rare? *American Journal of Botany*, v. 83, n. 1, p. 63-70, 1996.

MARTINELLI, G.; MARTINS, E.; MORAES, M.; LOYOLA, R.; AMARO, R. (Org.). *Livro vermelho da flora endêmica do estado do Rio de Janeiro*. 1. ed. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2018. 457 p.

\_\_\_\_\_; MORAES, M. D. *Livro vermelho da flora do Brasil*. 1. ed. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100 p.

MARTINS, C.; FREITAS, L. Functional specialization and phenotypic generalization in the pollination system of an epiphytic cactus. *Acta Botanica Brasilica*, v. 32, n. 3, p. 359-366, 2018.

\_\_\_\_\_; OLIVEIRA, R.; MENDONÇA FILHO, C. V.; LOPES, L. T.; SILVEIRA, R. A.; SILVA, J. A. P.; AGUIARD, L. M. S.; ANTONINIA, Y. Reproductive biology of *Cipocereus minensis* (Cactaceae) - a columnar cactus endemic to rupestrian fields of a Neotropical savannah. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, v. 218, p. 62-67, 2016.

MARTINS, L. C. *Biologia reprodutiva de dois táxons de Cactaceae, pertencentes ao gênero Cipocereus no Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais*. 2013. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

MAUÉS, M. M.; VARASSIN, I. G.; FREITAS, L.; MACHADO, I. C. S.; OLIVEIRA, P. E. A. M. A Importância dos polinizadores nos biomas brasileiros, conhecimento atual e perspectivas futuras para conservação In: IMPERATRIZ FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A.; SARAIVA, A. M. *Polinizadores no Brasil*. Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: EDUSP, 2012. p. 49-66.

MAZZA, M. C. M.; SANTOS, J. E.; MAZZA, C. A. S. Fenologia reprodutiva de *Maytenus ilicifolia* (Celastraceae) na Floresta Nacional de Irati, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 34, n. 4, p. 565-574, 2011.

MCGREGOR, S. E.; ALCORN, S. M.; KURTZ-JR., E. B.; BUTLER JR., G. D.; OLIN, G. Pollination and pollination agents of the saguaro. *Ecology*, v. 43, n. 2, p. 259-257, 1962.

MCINTOSH, M. E. Flowering phenology and reproductive output in two sister species of *Ferocactus* (Cactaceae). *Plant Ecology*, v. 159, n. 1, p. 1-13, 2002.

MEIRELLES, S. T.; PIVELLO, V. R.; JOLY, C. A. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro and the need for its protection. *Environmental Conservation*, v. 26, n. 1, p. 10-20, 1999.

MICHALSKI, S. G.; DURKA, W. Synchronous pulsed flowering: analysis of the flowering phenology in *Juncus* (Juncaceae). *Annals of Botany*, v. 100, n. 6, p. 1271-1285, 2007.

MOLINA FREANER, F.; ROJAS MARTINEZ, A.; FLEMING, T. H.; VALIENT BANUET, A. Pollination biology of the columnar cactus *Pachycereus pecten-aboriginum* in north-western México. *Journal of Arid Environments*, v. 56, n. 1, p. 117-127, 2004.

MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C. C.; ROMERA, E. C.; ZIPARRO, V. B. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: a comparative study. *Biotropica*, n. 32, p. 811-823, 2000.

MUCHHALA, N. Adaptive trade-off in floral morphology mediates specialization for flowers pollinated by bats and hummingbirds. *The American Naturalist*, v. 169, n. 4, p. 494-504, 2007.

MUNGUÍA ROSAS, M. A.; SOSA, V. J. Phenology of *Pilosocereus leucocephalus* (Cactaceae, tribe Cereeae): a columnar cactus with asynchronous pulsed flowering. *Plant Ecology*, v. 211, n. 1, p. 191-201, 2010.

\_\_\_\_\_; SOSA, V. J.; JACOME FLORES, M. E. Pollination system of the *Pilosocereus leucocephalus* columnar cactus (tribe Cereeae) in eastern Mexico. *Plant Biology*, v. 12, n. 4, p. 578–586, 2009.

MUNIN, R. L.; TEIXEIRA, R. C.; SIGRIST, M. R. Esfingofilia e sistema de reprodução de *Bauhinia curvula* Benth. (Leguminosae: Caesalpinioideae) em cerrado no Centro-Oeste brasileiro. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 31, n. 1, p. 15-25, 2008.

NASSAR, J. M.; RAMÍREZ, N. Reproductive biology of the melon cactus, *Melocactus curvispinus* (Cactaceae). *Plant Systematics and Evolution*, v. 248, n. 1, p. 31-44, 2004.

\_\_\_\_\_; RAMÍREZ, N.; LAMPO, M.; GONZÁLEZ, J. A.; CASADO, R.; NAVA, F. Reproductive biology and mating system estimates of two andean melocacti, *Melocactus schatzlii* and *M. andinus* (Cactaceae). *Annals of Botany*, v. 99, p. 29-38, 2007.

\_\_\_\_\_; RAMÍREZ, N.; LINARES, O. Comparative pollination biology of venezuelan columnar cacti and the role of nectar-feeding bats in their sexual reproduction. *American Journal of Botany*, v. 84, n. 7, p. 918-927, 1997.

NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A New classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical Rain Forest trees at la selva, Costa Rica. *Biotropica*, v. 26, n. 2, p. 141-159, 1994.

NOBEL, P. S. Water relations of flowering of *Agave deserti*. *Botanical Gazette*, v. 1, n. 138, p. 1–6, 1977.

NYFFELER, R.; EGGLI, U. A farewell to dated ideas and concepts: molecular phylogenetics and a revised suprageneric classification of the family Cactaceae. *Schumannia*, v. 6, p. 109-149, 2010.

OLIVEIRA, A. A. *Diversidade de Camponotus spp. (Hymenoptera: Formicidae) em áreas verdes urbanas*. 2015. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) - Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, São Paulo, 2015.

OLIVEIRA, D. V. *Aspectos da história de vida de Arthroceres glaziovii (K. Schum.) N.P. Taylor & Zappi (Cactaceae), uma espécie endêmica do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil*. 2017. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

OLIVEIRA, R.; DUARTE JR, J. A.; RECH, A. R.; AVILA JUNIOR, R. S. Polinização por lepidópteros. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. *Biologia da polinização*. Rio de Janeiro: Projeto Cultura, 2014. p. 235-257.

OLLERTON, J.; ALARCÓN, R.; WASER, N. M.; PRICE, M. V.; WATTS, S.; CRANMER, L.; HINGSTON, A.; PETER, C. I.; ROTENBERRY, J. A global test of the pollination syndrome hypothesis. *Annals of Botany*, v. 103, n. 9, p. 1471-1480, 2009.

\_\_\_\_\_.; DAFNI, A. Functional floral morphology and phenology. In: DAFNI, A.; KEVAN, P. G.; HUSBAND, B.C. (Ed.). *Practical pollination biology*. Ontario: Enviroquest, 2005. p. 1-26.

ORTEGA BAES, P.; SARAVIA, M.; SUHRING, S.; GODI'NEZ ALVAREZ, H.; ZAMAR, M. Reproductive biology of *Echinopsis terscheckii* (Cactaceae): the role of nocturnal and diurnal pollinators. *Plant Biology*, v. 13, n. 1, p. 33-40, 2011.

PANNELL, J. R.; BARRETT, S. C. Baker's law revisited: reproductive assurance in a metapopulation. *Evolution*, v. 52, n. 3, p. 657-668, 1998.

PENHA, H. M. A synthesis of geology of the east fluminense coast, state of Rio de Janeiro, Brazil. In: KNOPPERS, B. A.; BIDONE, E. D.; ABRÃO, J. J. (Org.). *Environmental geochemistry of coastal lagoon systems of Rio de Janeiro, Brazil*. Niterói: Universidade Federal Fluminense, Programa de Geoquímica Ambiental. Série Geoquímica Ambiental. n. 6, 1999. p. 3– 10.

PEQUENO, I. D.; ALMEIDA N. M.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Biologia reprodutiva e guilda de visitantes florais de *Pseudobombax marginatum* (Malvaceae). *Rodriguésia*, v. 67, n. 2, p. 395-404, 2016.

PEREIRA, M. C. B.; MELLO, Y. R. Projetos globais e resistências locais: pescadores artesanais e unidades de conservação no litoral, Rio de Janeiro – Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 24, p. 137-150, 2011.

PEREZ, T. M.; FEELEY, K. J. Photosynthetic heat tolerances and extreme leaf temperatures. *Functional Ecology*, v. 34, n. 11, p. 2236-2245, 2020.

PETIT, S. The pollinators of two species of columnar cacti on Curacao, Netherlands Antilles. *Biotropica*, v. 27, n. 4, p. 538, 1995.

\_\_\_\_\_. The reproductive phenology of three sympatric species of columnar cacti on Curaçao. *Journal of Arid Environments*, v. 49, n. 3, p. 521-531, 2001.

PETTERSSON, S.; ERVIK, F.; KNUDSEN, J.T. Floral scent of bat-pollinated species: West Africa vs. the New World. *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 82, p. 161–168, 2004.

PIMIENTA BARRIOS, E.; DEL CASTILLO, R. F. Reproductive biology. In: NOBEL, P. S. (Ed.). *Cacti: biology and uses*. Berkeley: University of California, 2002. p. 75–90.

PINHEIRO, M.; GAGLIANONE, M. C.; NUNES, C. E. P.; SIGRIST, M. R.; SANTOS, I. A. Polinização por abelhas. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. *Biologia da polinização*. Rio de Janeiro: Projeto Cultura, 2014. p. 205-233.

PONTES, J. A. L. Serra da Tiririca, RJ. Necessidade de conservação (1ª Contribuição). *Boletim FBCN*, n. 22, p. 89-94, 1987.

POREMBSKI, S. Terrestrial habitat islands as model systems for biodiversity research. In: ARAUJO, A. L.; MOURA, A. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GESTINARI, L. M. S.; CARNEIRO, J. M. T. (Org.). *Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2002. p. 158–161.

\_\_\_\_\_. Tropical inselbergs: habitat types, adaptative strategies and diversity patterns. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 30, n. 4, p. 579-586, 2007.

\_\_\_\_\_. “Inselbergs”. In: GILLESPIE, R.; CLAGUE, D. (Ed.). *Encyclopedia of Islands*. Berkeley: University of California Press, 2009. p. 466-469.

\_\_\_\_\_; BARTHLOTT, W. (Ed.). *Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions*. Ecological studies 146. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 2000. 524 p.

\_\_\_\_\_; SEINE, R.; BARTHLOTT, W. Inselberg vegetation and the biodiversity of granite outcrops. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, v. 80, n. 3, 193-199, 1997.

QUEIROZ, J. A. *Esfingofilia e polinização por engano em Aspidosperma pyrifolium Mart., uma Apocynaceae arbórea endêmica de caatinga*. 2009. 53 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

\_\_\_\_\_. *Flores de antese noturna e seus polinizadores em área de caatinga: redes e sistemas mistos de polinização*. 2014. 140 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

\_\_\_\_\_; DINIZ, U. M.; VÁZQUEZ, D. P.; QUIRINO, Z. M.; SANTOS, F. A. R.; MELLO, M. A. R.; MACHADO, I. C. Bats and hawkmoths form mixed modules with flowering plants in a nocturnal interaction network. *Biotropica*, v. 53, n. 2, p. 596–607, 2021.

QUIRÁN, E. M. El género neotropical *Brachymyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) en la Argentina. II: redescrición de las especies *B. admotus* Mayr, de *B. brevicornis* emery y *B. gaucho* Santschi. *Neotropical Entomology*, v. 34, n. 5, p. 761-768, 2005.

\_\_\_\_\_; MARTÍNEZ, J. J.; BACHMANN, A. O. The neotropical genus *Brachymyrmex* Mayr, 1868 (Hymenoptera: Formicidae) in Argentina: redescription of the type species, *B. patagonicus* Mayr, 1868; *B. bruchi* Foel, 1912 and *B. oculatus* Santschi, 1919. *Acta Zoológica Mexicana*, v. 20, n. 1, p. 273-285, 2004.

RAMÍREZ, N.; BRITO, Y. Reproductive biology of a tropical palm swamp community in the Venezuelan Llanos. *American Journal of Botany*, v. 77, n. 10, p. 1260-1271, 1990.

R CORE TEAM. R: A Language and environment for statistical computing. (Version 4.0) [Computer software]. Disponível em: <<https://cran.r-project.org>>. Acesso em: 22 mar. 2022.

RECH, A. R.; AVILA JÚNIOR, R. S.; SCHLINDWEIN, C. Síndromes de polinização: especialização e generalização. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. *Biologia da polinização*. Rio de Janeiro: Projeto Cultura, 2014. p. 235-257.

REFLORA. *Flora e Funga do Brasil 2020*. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. *Flora e Funga do Brasil 2020 – Coleocephalocereus fluminensis*. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/BemVindoConsultaPublicaConsultar.do?invalidatePageControlCounter=1&idsFilhosAlgas=%5B2%5D&idsFilhosFungos=%5B1%2C10%2C11%5D&lingua=&grupo=5&familia=null&genero=&especie=&autor=&nomeVernaculo=&nomeCompleto=Cactaceae+Coleocephalocereus+fluminensis+%28Miq.%29+Backeb.&formaVida=null&substrato=null&ocorreBrasil=QUALQUER&ocorrencia=OCORRE&endemismo=TODO&origem=TODO&regiao=QUALQUER&estado=QUALQUER&ilhaOceanica=32767&domFitogeograficos=QUALQUER&bacia=QUALQUER&vegetacao=TODO&mostrarAte=SUBESP\\_VAR&opcoesBusca=TODO\\_OS\\_NOMES&loginUsuario=Visitante&senhaUsuario=&contexto=consulta-publica](http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/BemVindoConsultaPublicaConsultar.do?invalidatePageControlCounter=1&idsFilhosAlgas=%5B2%5D&idsFilhosFungos=%5B1%2C10%2C11%5D&lingua=&grupo=5&familia=null&genero=&especie=&autor=&nomeVernaculo=&nomeCompleto=Cactaceae+Coleocephalocereus+fluminensis+%28Miq.%29+Backeb.&formaVida=null&substrato=null&ocorreBrasil=QUALQUER&ocorrencia=OCORRE&endemismo=TODO&origem=TODO&regiao=QUALQUER&estado=QUALQUER&ilhaOceanica=32767&domFitogeograficos=QUALQUER&bacia=QUALQUER&vegetacao=TODO&mostrarAte=SUBESP_VAR&opcoesBusca=TODO_OS_NOMES&loginUsuario=Visitante&senhaUsuario=&contexto=consulta-publica)>. Acesso em: 16 out. 2021.

REGO, J. O.; FRANCESCHINELLI, E. V.; ZAPPI, D. C. Reproductive biology of a highly endemic species: *Cipocereus laniflorus* N.P. Taylor & Zappi (Cactaceae). *Acta Botanica Brasilica*, v. 26, n. 1, p. 243-250, 2012.

RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. 6. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2010. 572 p.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei Estadual nº 5079 de 03 de setembro de 2007. Dispõe sobre o perímetro definitivo do Parque Estadual da Serra da Tiririca, criado pela Lei Estadual nº 1.901/91, localizado entre os municípios de Niterói e Maricá. *Diário Oficial do Estado [do] Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, RJ, 04 de setembro de 2007 e republicado em 05 de setembro de 2007 e 27 de setembro de 2007. Parte I – Poder Executivo. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mdi2/~edisp/inea0026758.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2021.

\_\_\_\_\_. Decreto Estadual nº 41.266 de 16 de abril de 2008. Dispõe sobre a ampliação do Parque Estadual da Serra da Tiririca, localizado nos municípios de Niterói e Maricá. *Diário Oficial do Estado [do] Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, RJ, 17 de abril de 2008. Parte I – Poder Executivo. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mdi2/~edisp/inea0026770.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2021.

\_\_\_\_\_. Decreto Estadual nº 43.913 de 29 de outubro de 2012. Dispõe sobre a ampliação do Parque Estadual da Serra da Tiririca, localizado nos municípios de Niterói e Maricá, e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado [do] Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, RJ, 30 de outubro de 2012. Parte I – Poder Executivo. a. 38, n. 202. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mde3/~edisp/inea0017771.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2021.

ROCHA, E. A.; AGRA, M. F. Flora do Pico do Jabre, Paraíba, Brasil: Cactaceae Juss. *Acta Botânica Brasilica*, v. 1, n. 16, p. 15-21, 2002.

\_\_\_\_\_; DOMINGOS-MELO, A.; ZAPPI, D. C.; MACHADO, I. C. Reproductive biology of columnar cacti: are bats the only protagonists in the pollination of *Pilosocereus*, a typical chiropterophilous genus? *Folia Geobotanica*, v. 54, n. 3, p. 239-256, 2020.

\_\_\_\_\_; MACHADO, I. C. S.; ZAPPI, D. C. Floral biology of *Pilosocereus tuberculatus* (Wederm.) Byles & Rowley: a bat pollinated cactus endemic from the “Caatinga” in northeastern Brazil. *Bradleya*, v. 25, p. 129–144, 2007.

ROJAS, M. A. A.; VALIENTE BANUET, A.; ARIZMENDI, A.; ALCANTARA, E.; ARITA, H. Seasonal distribution of the long-nosed bat (*Leptonycteris curasoae* in North America: does a generalized migration pattern really exist? *Journal of Biogeography*, v. 26, n. 5, p. 1065-1077, 1999.

RONDON, J. A.; PULIDO R. Aspectos fenológicos de las cactáceas de la zona xerófila do Estado Mérida-Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*, v. 45, n. 1, p. 57–63, 2001.

ROSAS GUERRERO, V.; AGUILAR, R.; MARTÉN RODRIGUEZ, S.; ASHWORTH, L.; LOPEZARAIZA MIKEL, M.; BASTIDA, J. M.; QUESADA, M. A quantitative review of pollination syndromes: do floral traits predict effective pollinators? *Ecology Letters*, v. 1, n. 17, p. 388-400, 2014.

ROSS, R. Chromosome counts, cytology, and reproduction in the Cactaceae. *American Journal of Botany*, v. 4, n. 68, p. 463-470, 1981.

RUIZ, A.; SANTOS, M.; CAVELIER, J.; SORIANO, P. J. Estudio fenológico de cactáceas en el enclave seco de la Tatacoa, Colombia. *Biotropica*, v. 1, n. 32, p. 397–407, 2000.

SAHLEY, C. T. Bat and hummingbird pollination of an autotetraploid cactus, *Weberbauerocereus weberbaueri* (Cactaceae). *American Journal of Botany*, v. 83, n. 10, p. 1329-1336, 1996.

SANTOS, M. R. *Influência de variáveis ambientais e espaciais na distribuição geográfica da Família Cactaceae no Leste do Brasil*. 2009. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SAKAI, Y.; KOLLER, A.; RANGELL, L. K.; KELLER, G. A.; SUBRAMANI, S. Peroxisome degradation by microautophagy in *Pichia pastoris*: identification of specific steps and morphological intermediates. *Journal of Cell Biology*, v. 141, n. 3. p. 625–636, 1998.

SAZIMA, I; VOGEL, S; SAZIMA, M. Bat pollination of *Encholirium glaziiovii*, a terrestrial bromeliad. *Plant Systematics and Evolution*, v. 168, n. 3, p. 167-179, 1989.

SAZIMA, M; BUZATO, S; SAZIMA, I. Bat-pollinated flower assemblages and bat visitors at two Atlantic Forest sites in Brazil. *Annals of Botany*, v. 83, n. 6, p. 705-712, 1999.

SCARANO, F. R. Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 30, n. 4, p. 561-568, 2007.

- SCOGIN, R. Nectar constituents of the Cactaceae. *The Southwestern Naturalist*, v. 30, p. 77–82, 1985.
- SILVA, J. B. Panorama sobre a vegetação em afloramentos rochosos do Brasil. *Oecologia Australis*, v. 20, n. 4, p. 451-463, 2016.
- SILVA, W. R.; SAZIMA, M. Hawkmoth pollination in *Cereus peruvianus*, a columnar cactus from southeastern Brazil. *Flora*, v. 190, n. 4, p. 339-343, 1995.
- SIQUEIRA, A. C. *Quiropterofauna do Morro das Andorinhas, Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil*. 2014. 67 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Faculdade de Formação de Professores, UERJ, São Gonçalo, 2014.
- \_\_\_\_\_; RIBEIRO, E. A.; AGUIAR, M. V. P.; SOUZA, R. F.; NOVAES, R. L. M.; BARROS, A. A. M.; PONTES, J. A. L. Diversidade de quirópteros em inselbergue da Mata Atlântica no Sudeste brasileiro: Morro das Andorinhas, Niterói (RJ). In: SANTOS, M. G. *Biodiversidade e sociedade no Leste Metropolitano do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2016. p. 69-93.
- SOUSA, L. O. F.; SILVA, B. R.; SOUSA, R. C. O. S. *Hohenmea*, a new natural intergeneric hybrid in the Bromelioideae. *Journal of the Bromeliad Society*, v. 53, n. 2, p. 71–76, 2003.
- SOUZA, A. E. F.; NASCIMENTO, L. C.; ARAÚJO, E.; LOPES, E. B.; SOUTO, F. M. Ocorrência e identificação dos agentes etiológicos de doenças em palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) no seminário paraibano. *Biotemas*, v. 23, n. 3, p. 11–20, 2010.
- TALORA, D. C.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorâneas do Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 23, n. 1, p. 13-26, 2000.
- TAYLOR, N. P.; ZAPPI, D. *Cacti of Eastern Brazil*. Kew: Royal Botanic Gardens, 2004. 499 p.
- TEIXEIRA, S. C.; PERACCHI, A. L. Morcegos do Parque Estadual da Serra da Tiririca, Rio de Janeiro, Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 13, p. 61-66. 1996.
- THE JAMOVI PROJECT. Jamovi. Free and open statistical software to bridge the gap between researcher and statistician (Version 2.2) [Computer Software]. 2021. Disponível em: <<https://www.jamovi.org>>. Acesso em: 22 mar. 2022.
- VALIENTE BANUET, A.; ARIZMENDI, M. C.; ROJAS MARTÍNEZ, A.; DOMINGUES CANSECO, L. Ecological relationship between columnar cacti and nectar-feeding bats in Mexico. *Journal Tropical Ecology*, v. 12, n. 1, p. 103-119, 1996.
- \_\_\_\_\_; ROJAS MARTINEZ, A.; CASAS, A.; ARIZMENDI, M. D. C.; DAVILA, P. Pollination biology of two winter-blooming giant columnar cacti in the Tehuacan Valley, central Mexico. *Journal of Arid Environments*, v. 37, p. 331-341, 1997.

VAN DER PIJL, L. *Ecological aspects of flower evolution*. II. Zoophilous flower classes. *Evolution*, v. 15, p. 44-59, 1961.

VASCONCELOS, L. V. F.; GONZAGA, D. R.; REIS, R. C. C. Cactaceae no Parque Estadual da Serra da Tiririca, Rio de Janeiro, *Rodriguésia*, v. 70, p. e02832017, 2019.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p.

VIANA, M. L.; ORTEGA BAES, P.; SARAVIA, M.; BADANO, E. I.; SCHLUMPBERGER, O. Biología floral y polinizadores de *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) en el Parque Nacional Los Cardones, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, v. 49, n. 1, p. 279-285, 2001.

VOGEL, S. T. *The role of scent glands in pollination*. Washington, DC: The National Science Foundation, 1990. 218 p.

\_\_\_\_\_. Christian Konrad Sprengel's theory of the flower: the cradle of floral ecology. In: LLOYD, D.; BARRET, S. *Floral biology* (Ed.). New York: Chapman & Hall, 1996. p. 44–62.

WALTER, H. E. Floral biology of *Echinopsis chiloensis* ssp. *chiloensis* (Cactaceae): evidence for a mixed pollination syndrome. *Flora – Morphology Distribution, Functional Ecology of Plants*, v. 205, n. 11, p. 757–763, 2010.

WASER, N. M. The adaptative nature of floral traits: ideas and evidence. In: REAL, L. (Ed.). *Pollination biology*. New York: Academic Press, 1983. p. 241–285.

\_\_\_\_\_; CHITTKA, L.; PRICE, M. V.; WILLIAMS, N. M.; OLLERTON, J. Generalization in pollination systems, and why it matters. *Ecology*, v. 1, n. 77, p. 1043-1060, 1996.

YAMAMOTO, M. *Ecologia e comportamento da formiga Camponotus sericeiventris Guérin, 1838 (Formicinae, Camponotini) no cerrado*. 2004. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

ZAPATA, T. R.; ARROYO, M. T. K. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. *Biotropica*, v. 10, n. 3, p. 221-230, 1978.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N. P. *Cactaceae*. In: Flora do Brasil 2020. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB70>>. Acesso em: 10 out. 2021.

**APÊNDICE** – Variáveis climáticas da estação meteorológica do Forte Copacabana A652, município do Rio de Janeiro, e os eventos fenológicos de *Coleocephalocereus fluminensis* (Miq.) Backeb. obtidos no Morro das Andorinhas, município de Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil

Período	Mês	Botão	Flor	Fruto	Precipitação Total (mm)	Temperatura Máxima (°C)	Umidade Máxima (%)
2011-2012	Abril	9	18	114	42,4	25,2	83
	Maio	64	118	5	87,6	22,4	80
	Junho	4	12	17	37,0	21,0	79
	Julho	10	106	11	35,0	21,0	81
	Agosto	15	32	5	49,4	21,5	84
	Setembro	22	53	33	15,4	20,5	78
	Outubro	2	120	0	110,6	21,5	85
	Novembro	28	141	144	17,8	21,7	84
	Dezembro	61	0	52	184,8	23,5	86
	Janeiro	10	46	24	179,0	23,8	86
	Fevereiro	0	0	0	5,4	25,7	79
	Março	0	25	3	37,0	24,7	84
	Abril	0	2	0	91,2	24,6	83
2020-2021	Julho	6	31	2	92,4	22,5	76,5
	Agosto	0	1	1	61,8	22,1	79
	Setembro	8	3	3	118,2	23,7	85
	Outubro	4	21	8	112,2	23,6	84
	Novembro	20	9	40	111,2	23,3	85
	Dezembro	0	2	2	182,4	25,2	88
	Janeiro	5	2	5	56,4	26,2	80,5
	Fevereiro	1	5	1	91,4	25,5	84
	Março	12	15	10	90,6	26,4	82
	Abril	10	7	1	210,6	23,9	79
	Maio	1	6	0	128,0	22,7	80
	Junho	5	0	4	69,2	22,1	81
	Julho	1	0	0	29,4	20,7	78
Agosto	1	1	8	52,0	21,6	80	

Fonte: O autor, 2022. Dados climáticos com base no INMET, 2021.