



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE**

**GERLAYNE TEIXEIRA DE SOUZA**

**FENOLOGIA, ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO E REPRODUÇÃO EM  
POPULAÇÕES DE *Begonia saxicola* A. DC (BEGONIACEAE) EM ÁREA DE BREJO  
DE ALTITUDE NO AGRESTE PERNAMBUCANO**

**AREIA**

**2024**

**GERLAYNE TEIXEIRA DE SOUZA**

**FENOLOGIA, ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO E REPRODUÇÃO EM  
POPULAÇÕES DE *Begonia saxicola* A. DC (BEGONIACEAE) EM ÁREA DE BREJO  
DE ALTITUDE NO AGRESTE PERNAMBUCANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biodiversidade.

**Orientadora:** Dra. Zelma Glebya Maciel Quirino

**AREIA  
2024**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

S729f Souza, Gerlayne Teixeira de.

Fenologia, ecologia da polinização e reprodução em populações de *Begonia saxicola* A. DC (Begoniaceae) em área de Brejo de altitude no Agreste Pernambucano / Gerlayne Teixeira de Souza. - Areia:UFPB/CCA, 2024. 86 f. : il.

Orientação: Zelma Glebya Maciel Quirino.  
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Biodiversidade. 2. Fenologia. 3. Brejo de altitude. 4. *Begonia*. 5. Biologia floral. 6. Nordeste. I. Quirino, Zelma Glebya Maciel. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 574.1(043.3)

GERLAYNE TEIXEIRA DE SOUZA

FENOLOGIA, ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO E REPRODUÇÃO EM POPULAÇÕES  
DE *Begonia saxicola* A. DC (BEGONIACEAE) EM ÁREA DE BREJO DE ALTITUDE NO  
AGRESTE PERNAMBUCANO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Biodiversidade da Universidade  
Federal da Paraíba, como requisito parcial à  
obtenção do título de Mestre em Biodiversidade.

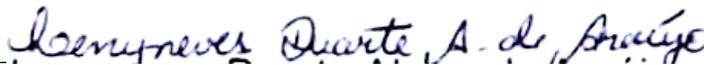
Aprovado em: 13/03/2020.

**BANCA EXAMINADORA:**



---

Orientadora: Profa. Dra. Zelma Glebya Maciel Quirino – UFPB



---

1ª Examinadora: Profa. Dra. Lenyneves Duarte Alvino de Araújo- UFPB



---

2º Examinador: Profa. Dra. Laís Angélica de Andrade Pinheiro Borges – UFPB

---

Suplente interno: Prof. Dr. José Domingos Ribeiro Neto- UFPB

---

Suplente externo: Profa. Dra. Evelise Márcia Locatelli de Souza- UFPB

## AGRADECIMENTOS

Sempre achei esta a pior parte da dissertação para escrever, talvez porque a vida não se coloca em análise de regressão e não é pelo valor p que descobrimos a significância das pessoas na nossa trajetória.

Primeiro de tudo, gostaria de agradecer a Deus por me guiar, iluminar e me dar tranquilidade para seguir em frente com os meus objetivos e não desanimar com as dificuldades.

Agradeço também a todos que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento dessa dissertação e da minha formação, em especial:

Às professora, Zelma e Tarcila, as quais tenho muita admiração e carinho, por me orientarem e pela minha formação como pessoa, pois, com muita atenção, me ensinaram muitas coisas além da academia. Muito obrigado por ter aceito de braços abertos uma orientanda tão inexperiente na arte de estudar as flores como eu fui.

Às minhas irmãs Elaine e Roselayne, minha avó (*in memorian*) e principalmente aos meus pais, que sempre me motivaram, entenderam as minhas faltas meus momentos de afastamento e reclusão e me mostraram o quanto era importante estudar, mesmo não tendo eles a mesma oportunidade no passado.

Ao meu querido sobrinho Joaquim, obrigado pelo amor sincero que sente por mim, pela recepção amorosa quando chego em casa após dias no campo de estudo, meu amor por vocês é infinito.

Agradeço ao meu namorado, Janiel, com quem eu sei que passarei por muitos e muitos momentos de felicidade, sendo a pessoa que a vida escolheu para ser meu companheiro nas horas boas e ruins, que fica sentado comigo à noite me olhando trabalhar, que finge ser plateia para eu ensaiar e que me tranquiliza dizendo: “calma, tudo na vontade de Deus !”.

As minhas amigas Dáfine e Cássia, que desde da graduação compartilha comigo o “dom” de falar demais e sei que mesmo gostando de áreas diferentes “ Plantinhas, Ratinhos e Teóricos”, vocês torcem diariamente por mim.

Agradeço as meus amigos Rafael e Edinalva, vocês simplesmente me ensinaram a ver a vida com outros olhos, deu um rumo às minhas perturbações, encheu de alegria meus dias, obrigada pelos momentos de aprendizado, de brincadeiras, e por estarem sempre ao meu lado.

Aos meus amigos Sandro e Liliane, que aparecerão na minha vida mais recentemente, em decorrência do desejo de trabalhar com as “Plantinhas”. Além disso, sempre estiveram presentes em momentos importantes da minha vida sendo meus co-orientandos e “BFFs”.

Sandro ! haaaaaa o que falar de você meu irmão! Obrigada pelos nesquecíveis momentos que passamos juntos durante as atividades de campo, quando podemos vivenciar várias aventuras. Você é uma criatura linda que Deus colocou no meu caminho. De início não entendi bem ao certo, mas hoje sei que você faz parte da minha vida simplesmente porque divide comigo e compartilha de vários momentos, não só na vida acadêmica. Todas as alegrias, tristezas, ganhos, perdas, sabendo me abraça exatamente quando preciso. Obrigada! Não tenho nada com que possa recompensar uma amizade tão linda assim. Apenas digo eu amo você e mais uma vez obrigada!

Aos meus colegas do PPGBio, pela agradável convivência, pelos momentos de aprendizado e lazer.

Aos coordenadores e secretário do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, que sempre estão pacientemente nos atendendo e resolvendo nossos problemas acadêmicos, principalmente os burocráticos.

As professoras e professores que fazem o Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, agradeço pelos ensinamentos durante esses dois anos..

Ao especialista que identificou os visitantes florais coletados, Dr. Liedson (UFPE).

À Secretaria de cultura e esportes do município de Bezerros, Pernambuco pela permissão e acesso ao Parque ecológico da Serra Negra.

A todos que fazem o Laboratório POLINIZAR da UFPE, em especial, a Professora Isabel Cristina e ao Doutorando Sinzinando Albuquerque pelas orientações e valiosas sugestões às abordagens aqui desenvolvidas.

Enfim foram tantas as pessoas que conheci durante esses dois anos e que contribuíram para a realização da minha pesquisa, seja através de uma simples conversa, sugestões, ou críticas, muito obrigado a todos aqueles que com uma ação, por mais simples que essa tenha sido, ajudaram-me.

Minha gratidão é tanta que possivelmente não conseguirei expressá-la apenas verbalmente.

## RESUMO

Aspectos vinculados a biologia floral de uma população vegetal, fornece subsídios da interação planta-animal, pois propicia importante ferramenta para o entendimento da reprodução das plantas e da organização espaço-temporal, dos recursos disponíveis no ambiente aos animais associados. Neste estudo, apresentamos dados sobre os padrões fenológicos e suas relações com fatores abióticos, visitantes florais, bem como os aspectos da biologia floral e reprodutiva em populações de *Begonia saxicola*, ocorrente em brejo de altitude no estado de Pernambuco, ressaltando a importância da interação da espécie com seus agentes polinizadores. A fenofase vegetativa de queda foliar foi a que se apresentou mais regular, sendo registrados nos dois anos picos no mês dezembro, correspondente a estação seca com ca. 80% dos indivíduos nesta fenofase. A fenofase de brotamento durou em média 30 dias, com pico no mês de maio (estação chuvosa). O pico na fenofase de botão para flores masculinas nos dois anos de estudo foi em julho (82,5 % e 83,3% ), contudo a fenofase botão para as flores femininas, nos dois anos de estudos, obtiveram pico em agosto. A floração de *B. saxicola* teve duração em média de três meses e os frutos começaram seu desenvolvimento em meados de agosto, no início da estação seca. A espécie é monoica apresentando inflorescências cimosas em dicásio, com antese diurna, ocorrendo nas primeiras horas da manhã. *Begonia saxicola* possuem flores médias (12 – 17 mm), com odores florais distintos, entre flores estaminadas (floral) e pistiladas (adocicado). Os experimentos de apomixia evidenciaram que esse tipo de reprodução não ocorre. Nas flores que foram autopolinizadas e polinizadas manualmente (geitonogamia) com pólen endógeno também não ocorreu o desenvolvimento de frutos, mas aquelas polinizadas com pólen exógeno desenvolveram frutos. Verificou-se também o não desenvolvimento de frutos pela anemofilia. Foram observadas, coletadas e identificadas duas espécies de abelhas em visitas as flores , representantes da família Apidae (*Trigona spinipes*; *Apis mellifera*), uma de mosca e besouro. *Apis mellifera* e as outras espécies de mosca e besouro não realizou a polinização, sendo classificadas como pilhadora de pólen, entretanto foi registrado *T. spinipes* realizando visitas em ambos os tipos florais. A reflectância das diferentes estruturas florais foi consideravelmente semelhante entre os dois tipos de flores da espécie. A modelagem da refletância de cor no hexágono da abelha revelou que os locais de cores da antera e do estigma foram plotados no mesmo espaço de cor UV-verde das abelhas, enquanto as tépalas foi traçada no espaço acromático.

**Palavras-chave:** fenologia; brejo de altitude; *Begonia*; biologia floral; Nordeste.

## ABSTRACT

Aspects related to floral biology, of a plant community provides subsidies for plant- animal interaction, as it provides an important tool for understanding the reproduction of plants and spatio-temporal organization, of the resources available in the environment to associated animals. In this study, we present data on phenological patterns and their relationship with abiotic factors, floral visitors, as well as aspects of the floral and reproductive biology of the population of *Begonia saxicola*, occurring in a swamp in the state of Pernambuco, highlighting the importance of the interaction of species with its pollinating agents. The leaf fall vegetative phenophase was the most regular, being recorded in the two years peaks in December corresponding to the dry season with ca. 80% of individuals in this phenophase. Budding phenophase lasted an average of 30 days, with a peak in May (rainy season). The peak in bud phenophase for male flowers in the two years of study showed peaks in July (82.5% and 83.3%), however, the button phenophase for female flowers, in the two years of studies, peaked in August. The flowering of *B. saxicola* lasted an average of three months and the fruits began their development in mid-August, at the beginning of the dry season. The species is monoecious, showing diasium-like, cuminous inflorescences, with daytime anthesis, occurring in the early hours of the morning. *Begonia saxicola* have medium flowers (12- 17 mm), with distinct floral odors, between staminate (floral) and pistillate (sweet) flowers. In experiments on apomixis, they showed that this type of reproduction does not occur. In the flowers that were self-pollinated manually pollinated (geitonogamy) with endogenous pollen, fruit development did not occur, but those pollinated with exogenous pollen developed fruits. There was also no fruit development due to anemophilia. Two species of bees were observed, collected and identified during visits to the flowers, representatives of the Apidae family (*Trigona spinipes*; *Apis mellifera*), one of the fly and the beetle. *Apis mellifera* and the other species of fly and beetle did not pollinate, being classified as a pollen plunderer, however *T. spinipes* was registered, making visits in both floral types. The reflectance of the different floral structures was considerably similar between the two floral types of the species. Modeling the color reflectance in the hexagon of the bee revealed that the color locations of the anther and the stigma were plotted in the same UV-green color space as the bees, while the tepals were traced in the achromatic space.

**Keywords:** phenology; altitude marsh; *Begonia*; floral biology; Northeast.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Fenofases vegetativas e reprodutivas de *Begonia saxicola* do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco. A. queda foliar, B. brotamento, C. botões masculinos, D. botões femininos, E. flores femininas, F. flores masculinas, G. frutos maduros, H. Frutos verdes.....36
- Figura 2 – Porcentagem de indivíduos em queda foliar e brotamento, no período de março de 2017 a fevereiro de 2019, do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco.....37
- Figura 3 – Porcentagem de indivíduos em botões femininos, botões masculinos, flores masculinas e flores femininas, no período de março de 2017 a fevereiro de 2019, do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco.....38
- Figura 4 – Porcentagem de indivíduos em frutos verdes e maduros, no período de março de 2017 a fevereiro de 2019, do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco.....39
- Figura 5 – Histogramas circulares das frequências de indivíduos nas datas de pico das fenofases vegetativas e reprodutivas de *Begonia saxicola* do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco. As barras representam somatório das frequências de dois anos de observações (março/2017 a fevereiro/2020). A linha aponta para a data média (ângulo médio) da distribuição e o setor externo ao círculo representa o desvio padrão circular. Para detalhes dos resultados das análises, ver Tabela 2.....40
- Figura 6 – Porcentagem e contagem direta de indivíduos nas fenofases vegetativas e reprodutivas de *Begonia saxicola* do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco.....41
- Figura 1 – *Begonia saxicola* (Begoniaceae) e seus polinizadores, no Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, Brasil. A. Inflorescência cimosa do tipo dicásio; B. Flor pistilada; C. Flor estaminada; D. *Apis mellifera* (Apidae) visitando a flor masculina; E. *Trigona spinipes* (Apidae) visitando a flor masculina; F. *Trigona spinipes* visitando a flor feminina. Barra=12 mm.....63
- Figura 2 – Quantidade de flores femininas e masculinas em trinta inflorescência de *Begonia saxicola* (Begoniaceae) no Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, Brasil no ano de 2017.....64

Figura 3 – Quantidade de flores femininas e masculinas em trinta inflorescência de <i>Begonia saxicola</i> (Begoniaceae) no Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, Brasil no ano de 2018.....	65
Figura 4 – Número de visitas às flores de <i>Begonia saxicola</i> (Begoniaceae) ao longo do dia de (□) <i>Apis mellifera</i> em flores masculinas (○) <i>Trigona spinipes</i> em flores femininas (■) <i>Trigona spinipes</i> em flores masculinas, do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, Brasil.....	66
Figura 5 – Espectro de cores refletido pelas Alas, Folhas, Tépalas Femininas e Masculinas de <i>Begonia saxicola</i> (Begoniaceae) do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, Brasil.....	67
Figura 6 – Espectro de cores refletido pelos estames e estigmas de <i>Begonia saxicola</i> (Begoniaceae) do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, Brasil.....	68
Figura 7 – Modelo hexagonal para visão de abelhas; o centro indica espaço não visível. As distâncias euclidianas entre estruturas (estigma e estame) são representadas por círculos coloridos. As estruturas podem ser discriminadas pelas abelhas somente se a distância euclidiana for $> 0,1$ .....	69

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Coeficiente de correlação de Spearman entre as fenofases vegetativas e reprodutivas de *Begonia saxicola* do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, e os fatores ambientais ( $P < 0,01$ ; - = correlação não significativa; BR = brotamento; BF = botões femininos; BM = botões masculinos ; FF = flor femininas; FM = flor masculinas; FV= frutos verdes; FM = frutos maduros; QF = queda foliar; 0mês corrente à fenofase; 1mês anterior à fenofase; 2dois meses anteriores à fenofase).....42
- Tabela 2 – Resultados da análise estatística circular para ocorrência de sazonalidade do pico das fenofases vegetativas e reprodutivas de *Begonia saxicola* do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, Brasil.....43
- Tabela 3 – Resultado do teste de Watson-Willians ( $F$ ) para as datas médias das fenofases (queda foliar, brotamento, botões femininos, botões masculinos, flores femininas, flores masculinas, fruto verde e fruto maduro) pareado entre os dois anos de estudo (2017 e 2018) (valores significativos  $p < 0,01$ ).....44
- Tabela 1 – Média e desvio padrão dos dados de inflorescência para flores masculinas e femininas de *Begonia saxicola* (Begoniaceae) do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, Brasil, nos anos de 2017 e 2018.....70
- Tabela 2 – Quantidade e cor das estruturas florais de *Begonia saxicola* A.DC. (Begoniaceae)), de acordo com flores estaminadas (♂) e pistiladas (♀). Medidas feitas em uma população no Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco.....71
- Tabela 3 – Número de Frutos formados por inflorescência e sucesso reprodutivo de *Begonia saxicola* (Begoniaceae) resultantes dos experimentos de polinização cruzada e sob condições naturais em uma população no Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco.....72
- Tabela 4 – Número de sementes e medidas dos Frutos de *Begonia saxicola* (Begoniaceae) resultantes dos experimentos de polinização cruzada e sob condições naturais em uma população no Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros.....73

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>12</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>CAPITULO I – ESTUDO FENOLÓGICO EM POPULAÇÕES DE <i>Begonia saxicola</i> A. DC (BEGONIACEAE) EM ÁREA DE BREJO DE ALTITUDE NO AGRESTE PERNAMBUCANO.....</b>	<b>17</b>
2.1	Abstract.....	17
2.2	Introdução.....	17
2.3	Material e métodos.....	19
2.4	Resultados.....	20
2.5	Discussão.....	21
2.6	Agradecimentos.....	23
2.7	Contribuição dos Autores.....	23
2.8	Conflito de interesses.....	23
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>CAPITULO II – BIOLOGIA FLORAL, SISTEMA REPRODUTIVO E MECANISMOS DE POLINIZAÇÃO EM POPULAÇÕES DE <i>Begonia saxicola</i> A.DC (BEGONIACEAE) EM ÁREA DE BREJO DE ALTITUDE NO AGRESTE PERNAMBUCANO.....</b>	<b>40</b>
3.1	Abstract.....	40
3.2	Introdução.....	41
3.3	Material e métodos.....	42
3.3.1	<i>Local de estudo.....</i>	<i>42</i>
3.3.2	<i>Biologia floral.....</i>	<i>42</i>
3.3.3	<i>Sistema reprodutivo e eficácia reprodutiva.....</i>	<i>43</i>
3.3.4	<i>Visitantes florais.....</i>	<i>43</i>
3.3.5	<i>Medições da cor e hexágono de cor da abelha.....</i>	<i>44</i>
3.4	Resultados.....	45
3.4.1	<i>Biologia floral.....</i>	<i>45</i>
3.4.2	<i>Sistemas de reprodução e eficácia reprodutiva.....</i>	<i>46</i>
3.4.3	<i>Visitantes florais.....</i>	<i>46</i>
3.4.4	<i>Medições da cor e hexágono de cor de abelha.....</i>	<i>47</i>

3.5	Discussão.....	47
3.5.1	<i>Biologia floral</i> .....	47
3.5.2	<i>Sistemas de reprodução e eficácia reprodutiva</i> .....	49
3.5.3	<i>Visitantes florais</i> .....	49
3.5.4	<i>Medições da cor e hexágono de cor de abelha</i> .....	50
3.6	Agradecimentos.....	51
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	52
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	65
	<b>APÊNDICE A - GUIA PARA AUTORES ACTA BOTANICA BRASILICA...</b>	66
	<b>APÊNDICE B - GUIA PARA AUTORES FLORA</b> .....	70

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Na literatura consta a existência de 43 brejos de altitude no Nordeste brasileiro, ocupando uma área de aproximadamente 18.500 km<sup>2</sup> nos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, tais ecossistemas possuem biodiversidade de valor inestimável (SALES *et al.*, 1998). De acordo com a hipótese mais aceita sobre a origem biogeográfica dos brejos, no qual as variações climáticas ocorridas no Pleoceno superior e Pleistoceno permitiram que áreas mais altas, como planaltos, permanecessem com clima úmido, gerando subsídios para a permanência da floresta úmida, formando então os brejos de altitude, que possibilitaram a Floresta Atlântica invadir áreas da caatinga. (AB'SÁBER e BIGARELLA, 1961; BIGARRELA, 1971).

Rodal *et al.* (1998), comentam que essas florestas presentes no domínio caatinga, em áreas conhecidas como “ilhas”, tem muito ainda a ser feito no sentido de avançar no conhecimento vegetacional, esclarecendo principalmente questões ligadas à sua identidade florística e fornecendo subsídios para pesquisas futuras das mais diversas naturezas, bem como a preservação deste ambiente, totalmente diferenciado do domínio semiárido que o cerca, sendo considerado um refúgio biológico de grande valor.

O conhecimento e a compreensão desses padrões fenológicos vinculados a biologia floral e a interação entre flores e visitantes se tornam interessantes tanto do ponto de vista ecológico quanto evolutivo, principalmente quando estão vinculados aos brejos de altitudes, que sofrem fortemente com pressão antrópica (TABARELLI e SANTOS, 2004). Situações que colocam em risco a relação entre a fauna e flora dessas regiões, corroborando a hipótese mais aceita sobre a origem biogeográfica dos brejos de altitude (AB'SÁBER e BIGARELLA, 1961; BIGARRELA, 1964, 1971; VANZOLINI 1970; TROPMAIR, 1973).

Begoniaceae constitui um abrangente e diversificado clado de espécies tropicais e subtropicais de arbustos, cipós e ervas. Atualmente, três gêneros são reconhecidos em Begoniaceae: *Begonia*, *Symbegonia* e *Hillebrandia*. Entretanto análises moleculares recentes sugerem que *Symbegonia* está incluída dentro de *Begonia* (SWENSEN *et al.*, 1998; FORREST E HOLLINGSWORTH, 2003).

O gênero *Hillebrandia* é monotípico e representado por *Hillebrandia sandwicensis*, espécie endêmica das Ilhas do Havaí. *Begonia* é o maior entre os três, compreendendo quase todas as espécies da família Begoniaceae (Smith *et al.*, 1986) e foco deste estudo. As espécies são divididas em 63 seções (29 na América, 16 na África e 18 na Ásia) nas quais se vinculam a

continentes específicos (DOORENBOS et al., 1998). Doorenbos et al. (1998), considerou o gênero *Begonia* como estritamente americano, tendo maior distribuição na Índia e no Brasil e não americano-asiático como vinha sendo caracterizado. Estimativas mostram que o Brasil possui de 200 a 240 espécies de *Begonia*, com alta diversidade na Mata Atlântica (JACQUES, 2002; SILVA E MAMEDE, 2001).

A biologia floral engloba vários eixos da botânica, seja a paleobotânica, anatomia, biologia molecular, morfologia, biologia da polinização, sistema reprodutivo, sistemática e evolução (ENDRESS, 1994). Aspectos morfológicos em especial, através da descrição da disposição e das características dos órgãos florais vinculados a Begoniaceae, vem servindo como subsídio para estabelecer as relações entre as seções do gênero *Begonia*, que são pouco compreendidas e questionáveis. Doorenbos et al. (1998), abordaram aspectos morfológicos ligados ao gênero indicando a necessidade da circunscrição de várias seções. Além de ser muito importante para reconstrução filogenética das angiospermas em todos os níveis (Endress, 1994), a morfologia floral inferi os prováveis vetores de polinização, sendo fundamentais para estudos sobre os processos evolutivos e pesquisas em agricultura, bem como para avaliação de ações na conservação (ENDRESS 1994, KEARNS & INOUE , 1993).

*Begonia* acopla geralmente espécies monoicas, tendo raras exceções, sendo designada por viver em grande número em florestas úmidas com elevação média, as inflorescências compõem-se de flores estaminadas e pistiladas em um racemo indeterminado com eixo principal, apresentando os tipos florais em diferente fases de antese, tendo as tépalas e o estigma da flor feminina muito semelhante as tépalas e ao androceu da flor masculina ( JACQUES, 2002; GIVNISH, 1995)

Entretanto, a semelhança na morfologia entre os tipos florais pode fornecer informações importantes, sobre período vegetativo e reprodutivo da espécie, ofertando dados sobre a disponibilidade de recursos para polinizadores e dispersores, assim como sobre a organização temporal dos recursos dentro das populações (MORELLATO e LEITÃO- FILHO, 1992; NEWSTROM et al 1994), dados fundamentais para qualquer plano de manejo e conservação.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de investigar a fenologia, coloração e os sistemas de polinização e reprodução de uma espécie de begônia, *Begonia saxicola* A. DC, ocorrente em um brejo de altitude no estado de Pernambuco, ressaltando a importância da interação da espécie com seus agentes polinizadores. Nesse sentido, a dissertação está organizada em dois capítulos: o primeiro retrata os padrões fenológicos e suas relações com

fatores abióticos (precipitação, temperatura e umidade relativa), permitindo assim uma visão mais integrada da dinâmica deste ecossistema; o segundo capítulo expõe a biologia floral, sistema reprodutivo, visitantes e mecanismos de polinização.

## REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, Aziz Nacib; BIGARELLA, João José. Superfícies aplainadas do Primeiro Planalto do Paraná. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n. 4/5, p. 116-125, 1961.
- BIGARELLA, João José. Variações climáticas no quaternário e suas implicações no revestimento florístico do Paraná. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba: UFPR, v. 10, n. 5, 1964.
- BIGARELLA, João José. Variações climáticas no quaternário superior do Brasil e sua datação radiométrica pelo método do carbono 14. **Paleoclimas**, São Paulo: IG-USP, n. 1, 1971.
- DOORENBOS, J.; SOSEF, Marcus Simon Maria; DE WILDE, Jan Jacobus Friedrich Egmond. The sections of *Begonia* including descriptions, keys and species lists (Studies in Begoniaceae VI). **Wageningen Agricultural University Papers**, v. 98, n. 2, p. 266, 1998.
- ENDRESS, Peter K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- FORREST, Laura L.; HOLLINGSWORTH, Peter M. A recircumscription of *Begonia* based on nuclear ribosomal sequences. **Plant Systematics and Evolution**, v. 241, p. 193-211, 2003.
- GIVNISH, Thomas J. Molecular evolution, adaptive radiation, and geographic speciation in *Cyanea* (Campanulaceae, Lobelioideae). **Hawaiian biogeography: evolution on a hot-spot archipelago**, p. 299-337, 1995.
- JACQUES, Eliane L. Estudos taxonômicas das espécies brasileiras do gênero *Begonia* L. (Begoniaceae) com placenta partida. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, 2002.
- KEARNS, Carol Ann; INOUE, David W. **Techniques for pollination biologists**. Colorado: University Press of Colorado, 1993.
- MORELLATO, Leonor Patrícia Cerdeira; LEITÃO-FILHO, Hercule Florence. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: MORELLATO, Leonor Patrícia Cerdeira (org.). **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Campinas: Editora UNICAMP/FAPESP, 1992. p. 112-140.
- NEWSTROM, Lloyd E.; FRANKIE, Gordon W.; BAKER, Herbert 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, p. 141-159, 1994.
- RODAL, Maria José N.; SALES, Maria de Fátima; MAYO, Simon J. **Florestas serranas de Pernambuco: localização e conservação dos remanescentes dos brejos de altitude**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 1998.
- SALES, Maria de Fátima; MAYO, Simon J.; RODAL, Maria José N. Plantas vasculares das florestas serranas de Pernambuco-Um checklist da flora ameaçada dos brejos de altitude. **Imprensa Universitária. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife**, 1998.

SILVA, Sérgio João Gonçalves da; MAMEDE, Maria Cecília de Holanda. Begoniaceae da Mata Atlântica na Serra do Mar do Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica**, v. 15, p. 1-61, 2001.

SWENSEN, Susan M.; LUTHI, John N.; RIESEBERG, Loren H. Datisceae revisited: monophyly and the sequence of breeding system evolution. **Systematic Botany**, v. 23, p. 157-169, 1998.

TABARELLI, Marcelo; SANTOS, André Mauricio Melo. Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. **Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba, História Natural, Ecologia e Conservação**, v. 9, p. 17-24, 2004.

TROPPEMAIR, Roland H. Estudo zoogeográfico e ecológico do gênero *Atta* (Hymenoptera), com ênfase sobre *Atta laevigata* Smith, 1858, no Estado de São Paulo. **Rio Claro: FFCL**, 1973.

VANZOLINI, Paulo. Zoologia sistemática, geografia e a origem das espécies. In: **Zoologia sistemática, geografia e a origem das espécies**, p. 56, 1970.

## **2 CAPITULO I – ESTUDO FENOLÓGICO EM POPULAÇÕES DE *Begonia saxicola* A. DC (BEGONIACEAE) EM ÁREA DE BREJO DE ALTITUDE NO AGRESTE PERNAMBUCANO<sup>1</sup>**

### 2.1 Abstract

Although phenological studies are of great importance, there are few studies with this focus carried out in Brazil, mainly in ecosystems in the Northeast. In this context, the present study aimed to establish the phenological patterns of *Begonia saxicola* and its relationships with abiotic factors (precipitation, temperature and relative humidity) in an altitude marsh in Agreste Pernambuco, over two years of observation. The vegetative phenophase of leaf fall was the most regular, with peaks recorded in both years in december, corresponding to the dry season, with ca. 80% of individuals in this phenophase. The budding phenophase lasted an average of 30 days, with a peak in may (rainy season). The peak in the bud phenophase for male flowers in the two years of study was in july (82.5% and 83.3%). however, the bud phenophase for female flowers, in the two years of studies, peaked in august. Flowering lasted an average of three months and the fruits began to develop in mid-august, at the beginning of the dry season. Key words: Phenology, leaf, flowering, fruiting, rainforest, northeastern Brazil

### 2.2 Introdução

A fenologia estuda a ocorrência de eventos biológicos repetitivos e seus vínculos com mudanças no ambiente biótico e abiótico (Morellato, 1991), podendo abranger desde indivíduos ao ecossistema e subsidiando diferentes padrões em decorrência ao nível abordado. As regiões tropicais são caracterizadas por apresentarem grande diversidade biológica, estudos fenológicos e de sazonalidade tem sido considerado primordial para o entendimento da ecologia, dinâmica e evolução dos ecossistemas (Fournier, 1976).

Fatores abióticos seja aqueles relacionados ao clima ou bióticos como competição por polinizadores e dispersores, podem modificar a periodicidade e diversidade desses padrões em uma comunidade (Morellato *et al.*, 2000; Bawa *et al.*, 2003; Morellato, 2003). O conhecimento e a compreensão desses padrões fenológicos nos ecossistemas naturais, são necessários para fornecer parâmetros com vistas à conservação e exploração racional, conciliando

---

<sup>1</sup> Artigo submetido à revista Acta Botanica Brasilica

sustentabilidade com economicidade (Fantini *et al.*, 1997) em face das exigências legais de planos de manejo no uso das formações florestais. Embora os estudos fenológicos sejam de grande importância, poucos são os trabalhos com este enfoque desenvolvidos no Brasil, principalmente em ecossistemas do Nordeste (Alberton *et al.*, 2017).

A zona fitogeográfica do Agreste do estado de Pernambuco caracteriza-se por apresentar vegetação semiárida dominante chamada Caatinga e em alguns pontos isolados, outra vegetação bem mais exuberante, mantida pela altitude e por ventos úmidos, conhecida como Floresta Serrana ou Brejo de Altitude (Andrade-Lima, 1960). Em Pernambuco, grande parte dessas florestas é circundada pela Caatinga e ocupam as encostas superiores de algumas serras do Planalto da Borborema (Andrade-Lima, 1960), as mesmas atuam como abrigo para um grande número de espécies, apresentando peculiaridades florísticas e ecológicas que se distinguem do contexto que estão inseridos, o domínio Caatinga (Tabarelli & Santos, 2004), mostrando então a importância de estudar aspectos ecológicos de determinadas espécies nestes brejos de altitude.

A família Begoniaceae atualmente possui dois gêneros (Clement *et al.*, 2004): *Hillebrandia* Oliv. com uma espécie ocorrendo nas Ilhas Havaianas e o gênero *Begonia* L. considerado um dos maiores nas angiospermas, com aproximadamente 1500 espécies (Goodall & Copestake *et al.*, 2010). As espécies do gênero *Begonia* L. estão bem representadas na Mata Atlântica com cerca de 240 espécies, portando diversas saliências por ser um grupo de plantas com um espectro extenso de habitats, sendo ervas eretas, com rizomas, monoicas, apresentando inflorescências em cimeiras geralmente com flores unissexuadas. Em *Begonia saxicola* A.DC. suas flores femininas se assemelham as masculinas, tanto no tamanho quanto na cor (Schemske *et al.*, 1995), essas semelhanças pode fornecer caracteres que enalteçam fatores ocorrentes na relação planta-animal, revelando questões importantes na análise desses fatores ecológicos e sugerindo medidas cabíveis de conservação, podendo subsidiar determinados potenciais adaptativos da espécie (Vasconcelos-Sobrinho, 1971; Rodal *et al.*, 1998; Castelletti *et al.*, 2008).

Neste contexto o presente estudo teve por objetivo estabelecer os padrões fenológicos e suas relações com fatores abióticos (precipitação, temperatura e umidade relativa) em um brejo de altitude no Nordeste do Brasil, ao longo de dois anos de observação, procurando responder as seguintes questões: (i) Como são os padrões fenológicos de *Begonia saxicola* em brejos de altitude e qual sua relação com fatores abióticos? (ii) Os padrões fenológicos são sazonais? (iii) Eles diferem nos dois anos de observação?

### 2.3 Material e métodos

As observações de campo e coletas dos dados foram feitas no Parque Ecológico da Serra Negra (8° 13', 35° 46'), localizado no município de Bezerros, estado de Pernambuco, sendo uma reserva ecológica possuindo área de 3,24 ha, constituindo o maciço da Borborema, com vegetação de Mata Atlântica cercada por Caatinga com clima semiárido. Na Serra Negra, as temperaturas variam entre 9 °C a 22 °C, com sua altitude chegando até 1004 m, constituída como uma zona de transição entre a zona da mata úmida e o sertão semiárido, localizado na Mesorregião do Agreste de Pernambuco, apresentando precipitação média anual de aproximadamente 37,125 mm e com período chuvoso concentrado nos meses de março a julho. A umidade relativa do ar foi elevada, apresentando média de 38% nos dois anos de estudo.

Foi feito acompanhamento da fenologia quinzenalmente em trinta indivíduos de *B. saxicola*, no período de março de 2017 a fevereiro de 2019, totalizando 48 excursões. As fenofases observadas foram: brotação (folhas jovens), queda das folhas (folhas caindo), botão (período anterior à abertura), floração (flores abertas) e frutificação (fruto verdes e maduros) (Figura 1-8). Foi feita a contagem direta do número de flores e frutos, obtendo-se a intensidade de floração e frutificação (Bencke & Morellato, 2002). Foram considerados como data de início a primeira vez em que cada indivíduo apresentou a fenofase, e como pico a data em que cada indivíduo apresentou a intensidade máxima da fenofase. Os padrões fenológicos de floração foram determinados a partir das classificações de Gentry (1974) e Newstron *et al.*, (1994).

Para analisar a correlação entre a fenologia, a precipitação, temperatura e umidade relativa foi aplicado o teste de correlação de Spearman (Zar, 1996), entre a fenofase (brotamento, queda, botão, antese, fruto imaturo e maduro) e a precipitação do mesmo mês (Prec.0), no mês anterior (Prec. 1), no segundo mês anterior (Prec. 2) e terceiro mês anterior (Prec. 3), temperatura (Temp.0) e umidade relativa (Umid.0) à ocorrência da fenofase.

Análises estatísticas circulares das variáveis fenológicas, segundo Morellato *et al.*, (2000), foram feitas utilizando o programa Oriana (Kovach, 1984). As datas das observações foram convertidas em ângulos, sendo o dia 01/janeiro = 0° sequencialmente até dezembro 31/360° em intervalos de 15°. Nestes, o ângulo médio a ou data média significam a época do ano ao redor da qual as datas de uma determinada fenofase ocorreram para a maioria das espécies. A significância deste ângulo é testada pelo Teste Rayleigh (p), ou seja, se a fenofase ocorreu de maneira concentrada (sazonal), com um ângulo significativo ou não. Quando o ângulo médio foi significativo para dois anos no teste Rayleigh, foi aplicado o teste de Watson-

Williams (F).

## 2.4 Resultados

A fenofase de queda foliar (Figura 1) foi a que se apresentou mais regular, sendo registrada nos dois anos picos no mês dezembro, correspondente a estação seca com cerca de 80% dos indivíduos nesta fenofase (Figura 9 e 12). O teste de ocorrência de sazonalidade para início da queda foliar nos dois anos foram significativos, com os valores de  $r= 0.906$  e  $0.914$  (Tabela 1). Contudo não apresentou correlação significativa apenas com a Prec. 0, mas obteve significância com todos os outros fatores ambientais (Tabela 2).

O brotamento (Figura 2) durou em média 30 dias, com pico no início da estação chuvosa, em maio (Figura 9 e 13). *B. saxicola* apresenta queda e produção de folhas concentradas em uma determinada época, ficando um período quase que totalmente sem folhas, indicando um padrão fortemente sazonal com valores de  $r= 0.95$  e  $0.968$  e tendo data média em maio (Tabela 1 e 3). A fenofase brotamento apresentou correlação positiva existente entre todas as precipitações em 2017 e 2018 e negativa com a temperatura no primeiro ano.

A fenofase de botões iniciou sempre no período chuvoso, os botões masculinos obtiveram pico no mês julho nos dois anos de estudo com 82,5 % e 83,3% respectivamente (Figura 10, 12 e 13). Os botões masculinos apresentaram padrão sazonal, com data média de pico em junho (Figura 10, Tabela 1 e 3).

A fenofase de botão masculino (Figura 3) mostrou correlação positiva significativa apenas com a precipitação no mesmo mês (Prec. 0) e a precipitação no mês anterior (Prec. 1) no primeiro ano, no segundo ano teve correlação negativa apenas com a temperatura (Tabela 2); entretanto a fenofase botão para as flores femininas (Figura 4), nos dois anos de estudos, obtiveram pico em agosto (Figura 10 e 13), tendo correlação positiva significativa para temperatura e precipitação, exceto aquela vinculada a precipitação de dois meses anteriores (Tabela 2).

A floração em *B. saxicola* foi sazonal, anual, com duração em média de três meses (Julho a Setembro) correspondente ao início da estação seca. Nas flores pistiladas (Figura 5) o percentual de intensidade da fenofase foi 57,5% em 2017 e 82,5% em 2018 (Figura 10, 12 e 13). A floração se prolongou com baixa intensidade até meados de outubro. Entretanto, as flores masculinas obtiveram pico de antese no mês de agosto, nos dois anos analisados, com 82,5% (2017) e 81,6% (2018; Figura 10 e 12).

A fenofase flores masculinas (Figura 6) mostrou correlação positiva significativa no primeiro ano com a precipitação no mesmo mês (Prec. 0) e a precipitação no mês anterior (Prec. 1); no segundo ano obteve correlação negativa apenas com a temperatura, assim como as flores pistiladas nos dois anos analisados (Tabela 2).

A frutificação de *B.saxicola* começou seu desenvolvimento em meados de agosto, no início da estação seca. A fenofase de frutos verdes (Figura 8) teve pico no primeiro ano em setembro, porém no segundo ano foi em agosto com 40% dos indivíduos (Figura 11 e 13). Diferentes picos também foram encontrados para a fenofase fruto maduro (Figura 7), em outubro de 2017 com 40% dos indivíduos e em setembro de 2018 com 21,6% (Figura 11).

A fenofase de fruto verdes mostrou correlação positiva significativa nos dois anos analisados com todos os fatores abióticos. Entretanto, a fenofase de fruto maduro apresentou correlação negativa com a precipitação no mesmo mês (Prec. 0) no segundo ano de estudo (Tabela 2).

## 2.5 Discussão

A população estudada apresentou todas as fenofases, tanto reprodutivas quanto vegetativas. A queda foliar de *B. saxicola*, no Parque Ecológico Serra Negra, foi caracterizada como uma fenofase com alta sazonalidade. *B. saxicola* perdeu suas folhas durante a estação seca, o que significa redução de água no solo, aumento de luz e temperatura, favorecendo a abscisão foliar das espécies vegetais.

Neste estudo a relação entre a fenofase e o período seco foi intensa, fato também observado por outros autores na caatinga (Pereira *et al.*, 1989; Barbosa *et al.*, 1989; Machado *et al.*, 1997), indicando que o grau de deciduidade de algumas espécies deste ecossistema está diretamente relacionado à variação do estado hídrico (Quirino, 2007), representando uma adaptação contra a perda de água e também para a sobrevivência da espécie durante um período desfavorável (Rizzini, 1976; De Vuono *et al.*, 1986).

Autores como Pau *et al.*, (2011), confirmam que em algumas espécies, estímulos ambientais como fotoperíodo e temperatura são os principais indutores desses eventos fenológicos, permitindo alterações no padrão de deciduidade.

Certas espécies encontradas em regiões tropicais mostram que a perda de folhas pode induzir a brotação, esse episódio ocorre em espécies do cerrado, caatinga, florestas úmidas, florestas secas e florestas de altitude (Reich & Borchert, 1984; Barbosa *et al.*, 1989). ;

Morellato, 2003;

A fase de brotação em *B. saxicola* foi marcadamente sazonal. Embora a formação de folhas jovens esteja geralmente relacionada a períodos de seca devido à maior irradiação solar, resultando em aumento na produção (Morellato, 1991; Wright, 1996; Machado *et al.*, 1997; Elliot *et al.*, 2004; Locatelli & Machado, 2004) em *B. saxicola* divergiram, produzindo novas folhas na estação chuvosa.

O período seco estabelece mecanismos adaptativos de resistência à seca, adquirindo vantagens sobre espécies que não apresentam tais adaptações e restringindo sua produção ao período chuvoso. (Locatelli & Machado, 2004).

Assim como outras espécies, *B. saxicola* teve em média 30 dias de brotação, sendo uma espécie caducifolia, com modificações devido à sazonalidade ambiental, (Morellato, 1991), levando a respostas regulares, o que justifica a correlação com o clima da região. em determinado ano.

Destacando a intensidade e duração dos períodos de floração, *B. saxicola* produziu muitas flores ao longo de várias semanas, apresentando certo grau de sazonalidade, sendo assim classificada como padrão de floração do tipo cornucópia segundo Gentry (1974), padrão este também encontrado em outras regiões Neotropicais em famílias, como Malvaceae (Gaglianone, 2000).

O padrão sazonal e de produção de gemas no período chuvoso é semelhante ao encontrado em outras regiões de clima mais úmido e uniforme, como a Mata Atlântica (Morellato *et al.*, 2000) e a floresta semidecídua (Morellato, 1991). no sudeste do Brasil.

*B. saxicola* apresentou apenas um período de floração, seguido de intervalo sem flores, apresentando apenas um ciclo por ano, com duração de três meses (12 semanas). Porém, Araújo *et al.*, 2016 afirma que espécies arbóreas, arbustivas, trepadeiras, epífitas e herbáceas tendem a florescer em dois picos: no período de baixa precipitação (pico I) e no período de alta precipitação (pico II). Essa associação da floração no período seco pode estar ligada ao aporte de energia e nutrientes acumulados no solo, ao aumento do fotoperíodo e da temperatura, atuando como estímulo para o início da floração (Morellato *et al.*, 1989; Locatelli & Machado, 2004).

A forte correlação positiva entre a floração de *B. saxicola* e a precipitação demonstra como a água é um factor importante não só na ativação da floração, mas também na sua manutenção. A sazonalidade é um evento notável na fenologia reprodutiva, influenciada principalmente pela precipitação (Griz & Machado, 2001, Barbosa *et al.*, 2003). Contrastando

a existência de independência de fatores abióticos na floração e destacando as influências de polinizadores e dispersores como principal fator desencadeante em ecossistemas tropicais (Opler *et al.*, 1976; Sarmiento & Monastério, 1983; Rathcke & Lacey, 1985, Pavón & Briones, 2001).

O padrão de frutificação de *B. saxicola* também foi sazonal, ocorrendo no início da estação seca, a frutificação neste período proporciona às mudas toda a estação chuvosa para desenvolver o sistema radicular antes da próxima estação seca (Fournier & Salas, 1966). *B. saxicola* é anemocórica, apresentando características que beneficiam a frutificação nesse período, como baixa precipitação, menor umidade relativa do ar e ventos constantes, facilitando a dispersão dos frutos. Foi constatado no trabalho de Morellato & Leitão-Filho (1992) que a maior taxa de maturação dos frutos anemocóricos ocorre no período seco, porém, os frutos zoocóricos ocorrem no período úmido. Trabalhos vinculados às áreas de Brejos de altitude mostram que as fenofases geralmente adotam a sazonalidade, fato confirmado devido à forte sazonalidade climática, mesmo sendo suscetíveis a fatores internos ou externos.

## 2.6 Agradecimentos

À Secretaria de Cultura e esportes da Prefeitura de Bezerros pela permissão em desenvolver este trabalho no Parque ecológico da Serra Negra. À Alexsandro Bezerra da silva (UFPE) e Liliane Josefa da Silva (UFPE) pela constante ajuda nas atividades de campo e pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho. À Sinzinando Alburque de Lima, pelos valiosos esclarecimentos e ajuda nas coletas dos dados climaticos.

## 2.7 Contribuição dos Autores

O autor 1 realizou a coleta de dados.

Todos os autores escreveram o manuscrito.

Todos os autores leram e aprovaram o manuscrito.

## 2.8 Conflito de interesses

Os autores declaram não ter qualquer tipo de conflito de interesses.

## REFERÊNCIAS

- ALBERTON, B.; TORRES, R. D. S.; CANCIAN, L. F.; BORGES, B. D.; ALMEIDA, J.; MARIANO, G. C.; et al. Introducing digital cameras to monitor plant phenology in the tropics: applications for conservation. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 15, n. 2, p. 82-90, 2017.
- BARBOSA, D. C. D. A.; ALVES, J. L. D. H.; PRAZERES, S. D. M.; PAIVA, A. M. A. Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de caatinga (Alagoinha-PE). **Acta Botanica Brasilica**, v. 3, p. 109-117, 1989.
- BARBOSA, D. D. A.; BARBOSA, M. D. A.; LIMA, L. D. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Org.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. p. 657-693.
- BAWA, K. S.; KANG, H.; GRAYUM, M. H. Relationships among time, frequency, and duration of flowering in tropical rain forest trees. **American Journal of Botany**, v. 90, n. 6, p. 877-887, 2003.
- BENCKE, C. S.; MORELLATO, L. P. C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Brazilian Journal of Botany**, v. 25, p. 269-275, 2002.
- CASTELLETTI, C. H. M.; SANTOS, A. M. M.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Orgs.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2008. Cap. 18, p. 719-734.
- CLEMENT, T. P.; KIM, Y. C.; GAUTAM, T. R.; LEE, K. K. Experimental and numerical investigation of DNAPL dissolution processes in a laboratory aquifer model. **Groundwater Monitoring & Remediation**, v. 24, n. 4, p. 88-96, 2004.
- ANDRADE LIMA, D. de. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v. 4, p. 243-274, 2007.
- VUONO, Y. S. de; BATISTA, E. A.; FUNARI, F. L. Balanço hídrico na área da Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, São Paulo-Brasil. **Hoehnea**, v. 13, 1986.
- ELLIOTT, S.; BAKER, P. J.; BORCHERT, R. Leaf flushing during the dry season: the paradox of Asian monsoon forests. **Global Ecology and Biogeography**, v. 15, n. 3, p. 248-257, 2006.
- FANTINI, A. C.; NODARI, R. O.; REIS, M. S.; MANTOVANI, A.; ODORIZZI, J.; RIBEIRO, R. J. Estimativa da produção de palmito em plantas de palmitero (*Euterpe edulis* Martius) a partir de características fenotípicas. **Revista Árvore**, v. 21, n. 1, p. 49-57, 1997.
- FOURNIER, L. A.; SALAS, S. Algunas observaciones sobre la dinámica de la floración en el bosque húmedo de Villa Collón. **Revista de Biología Tropical**, v. 14, p. 75-85, 1966.
- FOURNIER, L. A. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. **Turrialba**, v. 26, n. 1, p. 54-59, 1976.

GANGLIANONE, M. C. Biologia floral de espécies simpátricas de Malvaceae e suas abelhas visitantes. **Biociências**, v. 8, p. 13-31, 2000.

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

GOODALL-COPESTAKE, W. P.; PEREZ-ESPONA, S.; CLARK, M. S.; MURPHY, E. J.; SEEAR, P. J.; TARLING, G. A. Swarms of diversity at the gene *cox1* in Antarctic krill. **Heredity**, v. 104, n. 5, p. 513-518, 2010.

GRIZ, L. M. S.; MACHADO, I. C. S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, n. 2, p. 303-321, 2001.

KOVACH, W. L. Oriana for Windows – version 2.02a. Wales: Kovach Computer Services, 1994.

LOCATELLI, E.; MACHADO, I. C. Fenologia das espécies arbóreas de uma mata serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil. In: MACHADO, I. C.; LOPES, A. V.; PORTE, J. B. (Org.). **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 255-276.

MACHADO, I. C.; BARROS, L. M.; SAMPAIO, E. V. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, northeastern Brazil. **Biotropica**, v. 29, n. 1, p. 57-68, 1997.

MORELLATO, L. P.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. D.; JOLY, C. A. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 12, p. 85-98, 1989.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. C. (Org.). **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil**. Campinas: Editora da Unicamp/Fapesp, 1992. p. 112-140.

MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C. C.; ROMERA, E. C.; ZIPPARRO, V. B. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 811-823, 2000.

MORELLATO, L. P. C. Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecidual do sudeste do Brasil. 1991. Tese (Doutorado) – [s.n.].

MORELLATO, L. P. C. Características dos padrões fenológicos em florestas estacionais neotropicais. In: CAVALCANTI, R. B.; JOLY, C. A. (Org.). **Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2000. p. 299-322.

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, p. 141-159, 1994.

- OPLER, P. A.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. Rainfall as a factor in the release, timing, and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. **Journal of Biogeography**, p. 231-236, 1976.
- PAU, S.; WOLKOVICH, E. M.; COOK, B. I.; DAVIES, T. J.; KRAFT, N. J.; BOLMGREN, K.; et al. Predicting phenology by integrating ecology, evolution and climate science. **Global Change Biology**, v. 17, n. 12, p. 3633-3643, 2011.
- PAVÓN, N. P.; BRIONES, O. Phenological patterns of nine perennial plants in an intertropical semi-arid Mexican scrub. **Journal of Arid Environments**, v. 49, n. 2, p. 265-277, 2001.
- PEREIRA, R. D. A.; ARAÚJO FILHO, J. A.; LIMA, R. V.; LIMA, A.; ARAÚJO, Z. B. de. Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da Caatinga. 1989.
- PÉREZ-CAMACHO, L.; REBOLLO, S.; HERNÁNDEZ-SANTANA, V.; GARCÍA-SALGADO, G.; PAVÓN-GARCÍA, J.; GÓMEZ-SAL, A. Plant functional trait responses to interannual rainfall variability, summer drought and seasonal grazing in Mediterranean herbaceous communities. **Functional Ecology**, v. 26, n. 3, p. 740-749, 2012.
- RATHCKE, B.; LACEY, E. P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 16, n. 1, p. 179-214, 1985.
- REICH, P. B.; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **The Journal of Ecology**, p. 61-74, 1984.
- RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. v. 2. São Paulo: Editora de Humanismo, Ciência e Tecnologia, 1976.
- RODAL, M. J. N.; SALES, M. F.; MAYO, S. J. **Florestas serranas de Pernambuco: localização e conservação dos remanescentes dos brejos de altitude**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 1998.
- SARMIENTO, G.; MONASTERIO, M. Life forms and phenology. **Ecosystems of the World**, v. 13, p. 79-108, 1983.
- SCHEMSKE, D. W.; ÅGREN, J. Deceit pollination and selection on female flower size in *Begonia involucrata*: an experimental approach. **Evolution**, p. 207-214, 1995.
- TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. In: MACHADO, I. C.; LOPES, A. V.; PORTE, J. B. (Org.). **Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 17-24.
- VASCONCELOS SOBRINHO, J. **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização**. Recife: Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco, 1971. p. 79-86.
- WRIGHT, S. J. Seasonal drought and the phenology of understory shrubs in a tropical moist forest. **Ecology**, v. 72, n. 5, p. 1643-1657, 1991.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. India: Pearson Education, 1999.

### Legendas de figuras

Figuras 1. Fenofases vegetativas e reprodutivas de *Begonia saxicola* do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco. A. queda foliar, B. brotamento, C. botões masculinos, D. botões femininos, E. flores femininas, F. flores masculinas, G. frutos maduros, H. Frutos verdes.

Figura 2. Porcentagem de indivíduos em queda foliar e brotamento, no período de março de 2017 a fevereiro de 2019, do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco.

Figura 3. Porcentagem de indivíduos em botões femininos, botões masculinos, flores masculinas e flores femininas, no período de março de 2017 a fevereiro de 2019, do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco.

Figura 4. Porcentagem de indivíduos em frutos verdes e maduros, no período de março de 2017 a fevereiro de 2019, do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco.

Figura 5. Histogramas circulares das frequências de indivíduos nas datas de pico das fenofases vegetativas e reprodutivas de *Begonia saxicola* do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco. As barras representam somatório das frequências de dois anos de observações (março/2017 a fevereiro/2020). A linha aponta para a data média (ângulo médio) da distribuição e o setor externo ao círculo representa o desvio padrão circular. Para detalhes dos resultados das análises, ver Tabela 2.

Figura 6. Porcentagem e contagem direta de indivíduos nas fenofases vegetativas e reprodutivas de *Begonia saxicola* do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco

### Cabeçalhos de tabelas

Tabela 1. Resultados da análise estatística circular para ocorrência de sazonalidade do pico das fenofases vegetativas e reprodutivas de *Begonia saxicola* do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, Brasil.

Tabela 2. Coeficiente de correlação de Spearman entre as fenofases vegetativas e reprodutivas de *Begonia saxicola* do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, e os fatores ambientais ( $P < 0,01$ ; - = correlação não significativa; BR = brotamento; BF = botões

femininos; BM = botões masculinos ; FF = flor femininas; FM = flor masculinas; FV= frutos verdes; FM = frutos maduros; QF = queda foliar; <sup>0</sup>mês corrente à fenofase; <sup>1</sup>mês anterior à fenofase; <sup>2</sup>dois meses anteriores à fenofase).

Tabela 3. Resultado do teste de Watson-Willians (*F*) para as datas médias das fenofases (queda foliar, brotamento, botões femininos, botões masculinos, flores femininas, flores masculinas, fruto verde e fruto maduro) pareado entre os dois anos de estudo (2017 e 2018) (valores significativos  $p < 0,01$ ).



Figuras 1.

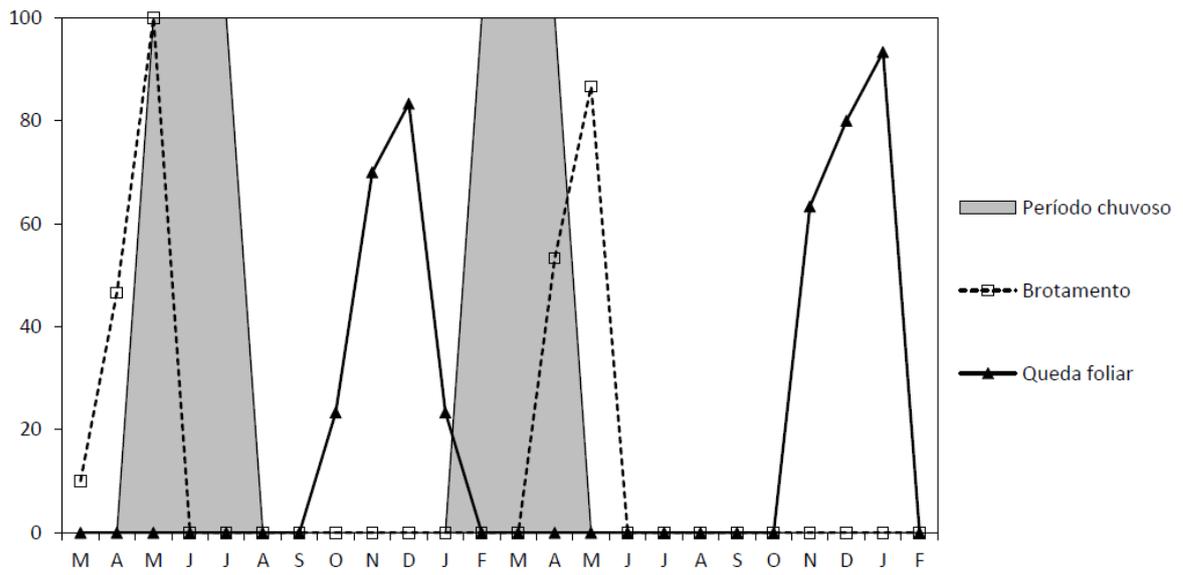


Figura 2.

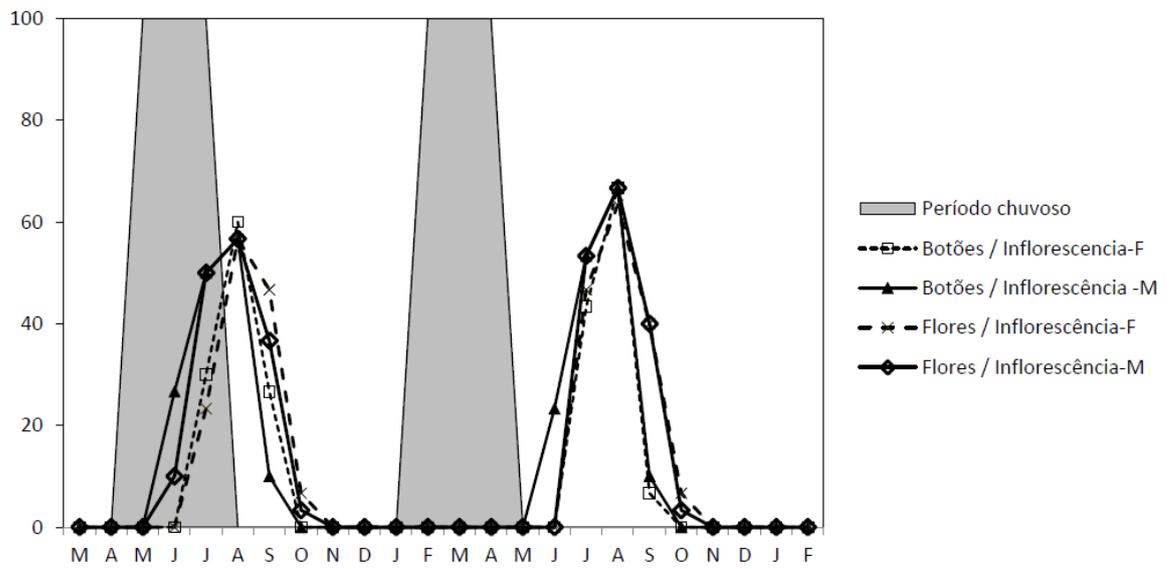


Figura 3.

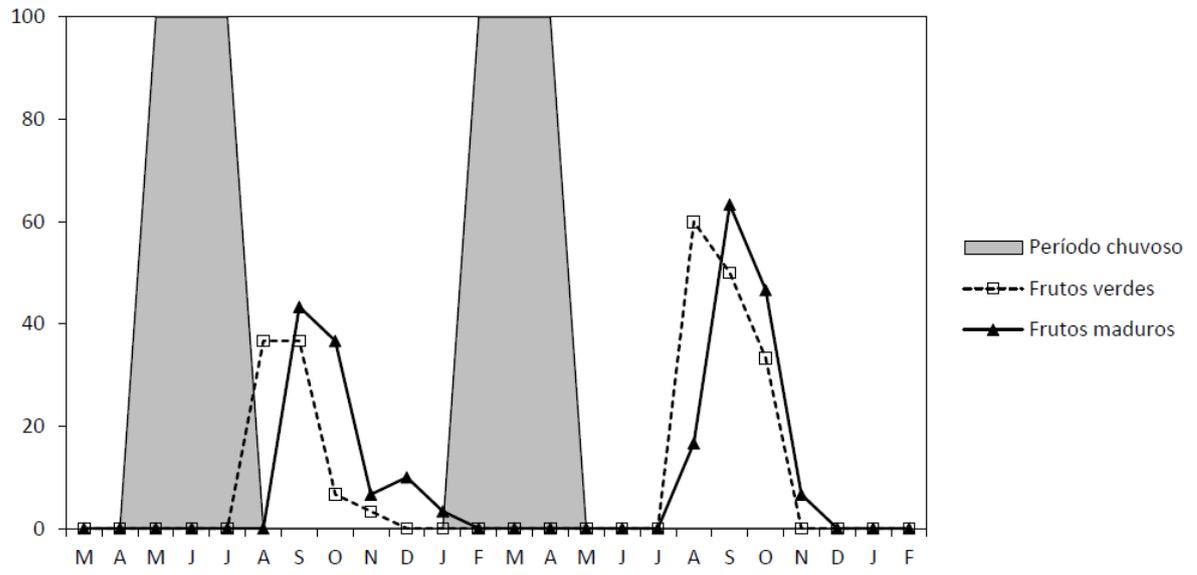


Figura 4.

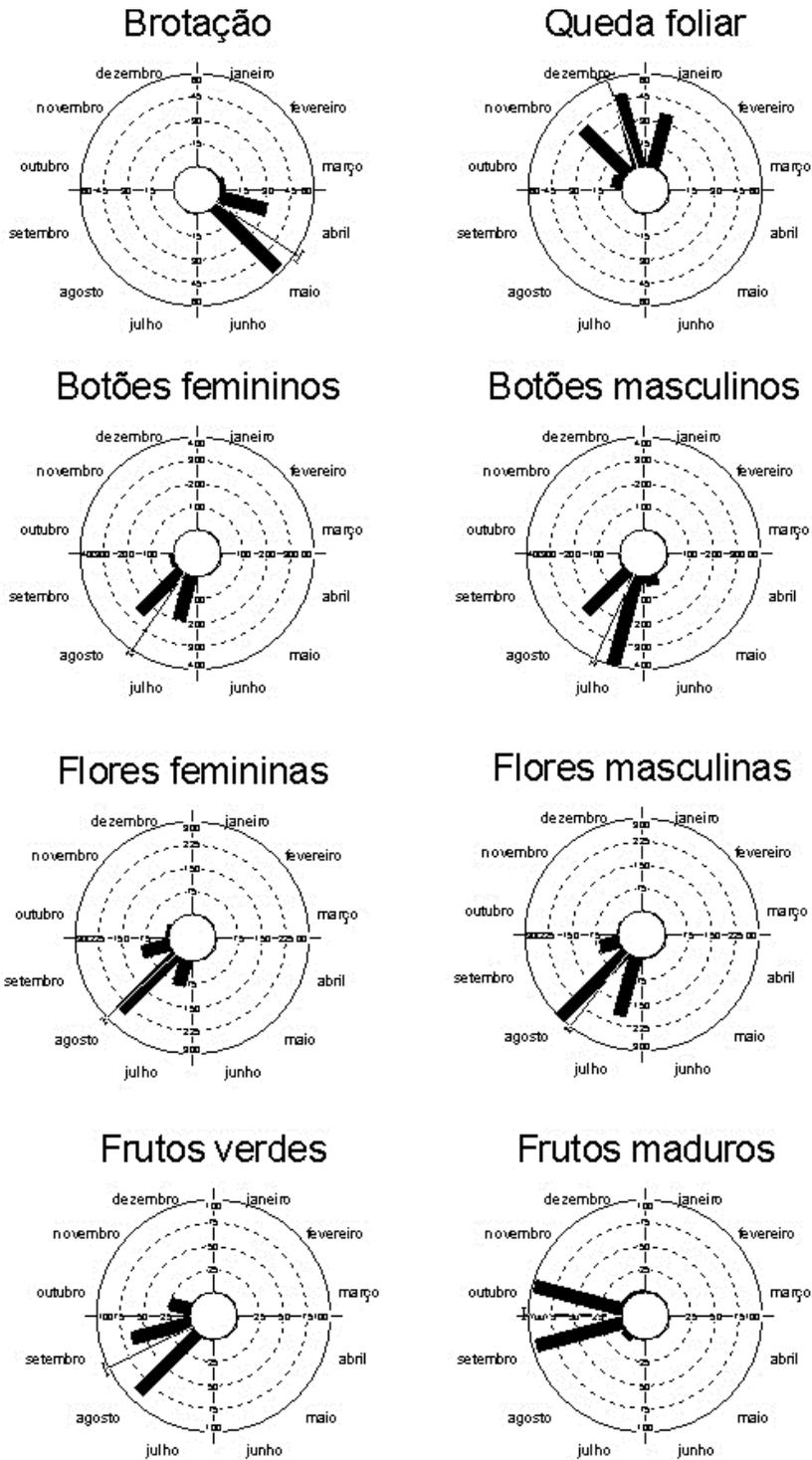


Figura 5.

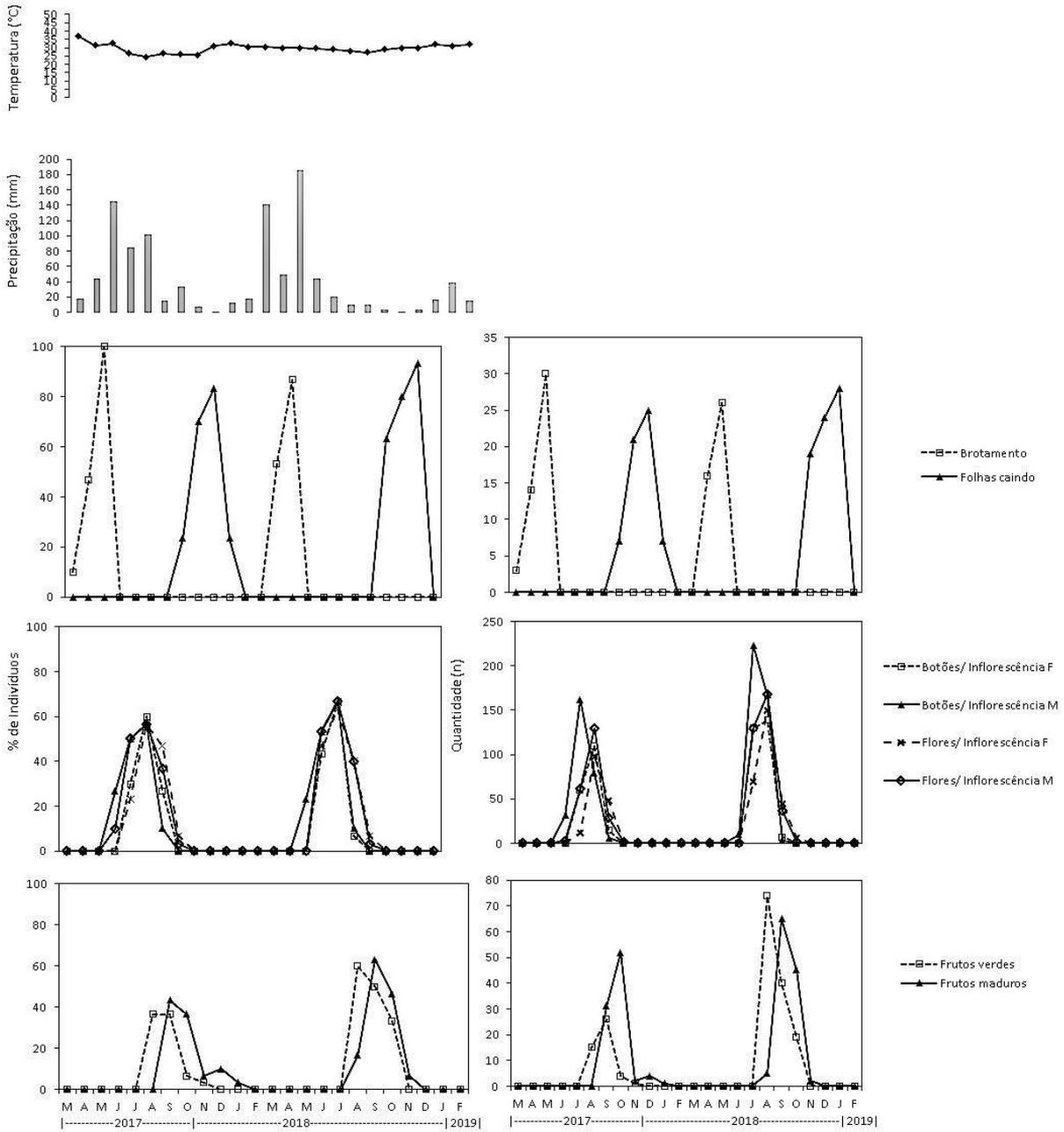


Figura 6.

Tabela 1.

2017								
Fenofases	Brotação	Botões femininos	Botões masculinos	Flores femininas	Flores masculinas	Frutos verdes	Frutos maduros	Queda foliar
Número observações	de47	184	278	160	224	46	90	60
Ângulo médio ( $\mu$ )	47,592°	142,474°	126,401°	157,447°	145,034°	173,843°	203,071°	256,092°
Comprimento do vetor médio (r)	0,95	0,954	0,942	0,952	0,94	0,939	0,924	0,906
Median	60°	150°	120°	150°	150°	180°	210°	270°
Concentration	10,346	11,218	8,904	10,586	8,631	8,499	6,885	5,591
Circular Variance	0,05	0,046	0,058	0,048	0,06	0,061	0,076	0,094
Desvio padrão	18,28°	17,517°	19,794°	18,06°	20,125°	20,292°	22,735°	25,501°
Teste de Rayleigh (Z)	42,451	167,581	246,724	144,867	198	40,577	76,889	49,217
Teste de Rayleigh (p)	< 1E-12	< 1E-12	< 1E-12	< 1E-12	< 1E-12	< 1E-12	< 1E-12	< 1E-12
2018								
Número observações	de42	276	403	269	336	133	117	71



Tabela 2.

Fenofases		2017							
Fatores Ambientais		BR	BF	BM	FF	FM	FV	FM	QF
Temperatura <sup>0</sup>	$rs = 0.6804328$ $p = 0.01488$	$rs = 0.5608973$ $p = 0.05779$	$-rs = 0.6710081$ $p = 0.0169$	$-rs = 0.7043501$ $p = 0.01055$	$-rs = 0.7967899$ $p = 0.001918$	$-rs = 0.4501172$ $p = 0.142$	$-rs = 0.2499733$ $p = 0.4333$	$-rs = 0.1128089$ $p = 0.727$	
Umidade relativa <sup>0</sup>	$rs = 0.7447981$ $p = 0.005451$	$-rs = 0.5608973$ $p = 0.05779$	$rs = 0.7626986$ $p = 0.003916$	$rs = 0.6293306$ $p = 0.02833$	$rs = 0.8124132$ $p = 0.001323$	$rs = 0.4334462$ $p = 0.1592$	$rs = 0.2031033$ $p = 0.5267$	$rs = 0.08774024$ $p = 0.7863$	
Precipitação <sup>0</sup>	$rs = 0.3907891$ $p = 0.2091$	$rs = 0.05517023$ $p = 0.8648$	$rs = 0.2167231$ $p = 0.4987$	$rs = 0.1375358$ $p = 0.6699$	$-rs = 0.01562333$ $p = 0.9616$	$rs = 0.5168013$ $p = 0.08535$	$-rs = 0.6639916$ $p = 0.01854$	$-rs = 0.7478811$ $p = 0.005158$	
Precipitação <sup>1</sup>	$rs = 0.1287305$ $p = 0.6901$	$rs = 0.3678015$ $p = 0.2395$	$rs = 0.6209951$ $p = 0.03116$	$rs = 0.3625944$ $p = 0.2467$	$rs = 0.6171216$ $p = 0.03254$	$rs = 0.01250326$ $p = 0.9692$	$-rs = 0.5858749$ $p = 0.04531$	$-rs = 0.6726752$ $p = 0.01653$	
Precipitação <sup>2</sup>	$rs = 0.07343159$ $p = 0.8206$	$-rs = 0.7343159$ $p = 0.006538$	$rs = 0.8154501$ $p = 0.001226$	$rs = 0.6199085$ $p = 0.03154$	$rs = 0.7486077$ $p = 0.005091$	$rs = 0.4118855$ $p = 0.1834$	$rs = 0.2339399$ $p = 0.4643$	$-rs = 0.5338619$ $p = 0.07381$	

Precipitação <sup>3</sup>	<i>rs</i> = 0.07815782 <i>p</i> = 0.8092	<i>-rs</i> = 0.6252626 <i>p</i> = 0.02969	<i>rs</i> = 0.4855431 <i>p</i> = 0.1095	<i>rs</i> = 0.7939568 <i>p</i> = 0.002045	<i>rs</i> = 0.6991441 <i>p</i> = 0.0114	<i>rs</i> = 0.5918208 <i>p</i> = 0.04264	<i>rs</i> = 0.2187266 <i>p</i> = 0.4946	<i>rs</i> = 0.1587681 <i>p</i> = 0.6221	-
2018									
Temperatura <sup>0</sup>	<i>rs</i> = 0.04668216 <i>p</i> = 0.8855	<i>-rs</i> = 0.7549124 <i>p</i> = 0.004536	<i>-rs</i> = 0.8458671 <i>p</i> = 0.0005257	<i>-rs</i> = 0.7013471 <i>p</i> = 0.01103	<i>-rs</i> = 0.7013471 <i>p</i> = 0.01103	<i>-rs</i> = 0.4829564 <i>p</i> = 0.1117	<i>-rs</i> = 0.3549241 <i>p</i> = 0.2576	<i>-rs</i> = 0.5579787 <i>p</i> = 0.05939	-
Umidade relativa <sup>0</sup>	<i>rs</i> = 0.5052726 <i>p</i> = 0.09381	<i>rs</i> = 0.576717 <i>p</i> = 0.04964	<i>rs</i> = 0.516533 <i>p</i> = 0.08554	<i>rs</i> = 0.451705 <i>p</i> = 0.1404	<i>rs</i> = 0.451705 <i>p</i> = 0.1404	<i>rs</i> = 0.262983 <i>p</i> = 0.4089	<i>rs</i> = 0.01882104 <i>p</i> = 0.9537	<i>-rs</i> = 0.3644851 <i>p</i> = 0.2441	-
Precipitação <sup>0</sup>	<i>rs</i> = 0.5708089 <i>p</i> = 0.05258	<i>rs</i> = 0.3999841 <i>p</i> = 0.1976	<i>-rs</i> = 0.2959104 <i>p</i> = 0.3504	<i>-rs</i> = 0.6001563 <i>p</i> = 0.0391	<i>-rs</i> = 0.6001563 <i>p</i> = 0.0391	<i>-rs</i> = 0.5746899 <i>p</i> = 0.05064	<i>-rs</i> = 0.7772858 <i>p</i> = 0.002928	<i>-rs</i> = 0.01839008 <i>p</i> = 0.9548	-
Precipitação <sup>1</sup>	<i>rs</i> = 0.5923489 <i>p</i> = 0.04241	<i>rs</i> = 0.1930958 <i>p</i> = 0.5476	<i>-rs</i> = 0.03750977 <i>p</i> = 0.9079	<i>-rs</i> = 0.3209169 <i>p</i> = 0.3091	<i>-rs</i> = 0.3209169 <i>p</i> = 0.3091	<i>-rs</i> = 0.3999841 <i>p</i> = 0.1976	<i>-rs</i> = 0.6126596 <i>p</i> = 0.03418	<i>-rs</i> = 0.5333122 <i>p</i> = 0.07417	-
Precipitação <sup>2</sup>	<i>rs</i> = 0.511574 <i>p</i> = 0.08912	<i>rs</i> = 0.1425231 <i>p</i> = 0.6586	<i>rs</i> = 0.4146913 <i>p</i> = 0.1801	<i>rs</i> = 0.06251628 <i>p</i> = 0.847	<i>rs</i> = 0.06251628 <i>p</i> = 0.847	<i>rs</i> = 0.1057429 <i>p</i> = 0.7436	<i>-rs</i> = 0.2959104 <i>p</i> = 0.3504	<i>-rs</i> = 0.7539931 <i>p</i> = 0.004614	-
Precipitação <sup>3</sup>	<i>rs</i> = 0.3446393		<i>rs</i> = 0.6960146	<i>rs</i> = 0.4480334					-



Tabela 3

Fenofases	F	p
Brotação	0,088	0,767
Botões femininos	13,539	2,61E-04
Botões masculinos	16,68	4,95E-05
Flores femininas	20,708	6,98E-06
Flores masculinas	3,758	0,053
Frutos verdes	3,336	0,069
Frutos maduros	17,522	4,21E-05
Queda foliar	16,731	7,54E-05

### 3 CAPITULO II – BIOLOGIA FLORAL, SISTEMA REPRODUTIVO E MECANISMOS DE POLINIZAÇÃO EM POPULAÇÕES DE *Begonia saxicola* A.DC (BEGONIACEAE) EM ÁREA DE BREJO DE ALTITUDE NO AGRESTE PERNAMBUCANO<sup>2</sup>

#### 3.1 Abstract

Aspects related to floral biology, of a plant community is relevant in the study of plant-animal interaction, as it provides an important tool for understanding the reproduction of plants and the spatio-temporal organization of resources available in the environment to associated animals. In this study, we present data on floral biology, floral visitors, as well as the aspects of the reproductive biology of *Begonia saxicola*. *B. Saxicola* is monoica presenting diosis-containing cymosid inflorescences containing pistilated and stamped flowers in the same inflorescence at different stages of anthesis. The anthesis is diurnal, occurring in the early hours of the morning, where the stamped flowers open before the pistils, which in turn are receptive from the bud. *B. Saxicola* have medium flowers (12 – 17 mm) both staminate and pistilate. This species does not produce nectar, and pollen is the only resource for visitors. The stigmas occur along the branches of the stylets and in a spiral shape (saccharide type. The stamens are free with a number of 30 to 39 per flower.%. *B. Saxicola* presents distinct floral odors, between staminate (floral) and pistilate (sweet) flowers. In *B. Saxicola*, experiments on apomixis showed that this type of reproduction does not occur. In flowers that were self-pollinated manually pollinated (geitonogamy) with endogenous pollen, fruit development also did not occur, but those pollinated with exogenous pollen developed fruits. Also the non-development of fruits by anemophilia. Two species of bees were observed, collected and visited on *B. Saxicola* flowers, representatives of the Apidae family (*Trigona spinipes*; *Apis mellifera*), one of the fly and beetle. *A. Mellifera* and the others fly and beetle species did not pollinate, being classified as pollen loot, however nt was recorded *T. Spinipes* making visits in both floral types. The reflectance of the different floral structures was considerably similar between the two floral types of the species. Modeling the color reflectance in the hexagon of the bee revealed that the color locations of the anther and the stigma were plotted in the same UV-green color space as the bees, while the tepals were traced in the achromatic space.

*Key words:* pollination by mistake, coloring, *Begonia*, swamp, floral biology.

---

<sup>2</sup> Artigo submetido à revista Flora

### 3.2 Introdução

No Nordeste Brasileiro, encontramos como principais tipos vegetacionais a caatinga, cerrado, florestas úmidas, florestas fluviais e florestas (brejos) de altitude (Foury, 1972). Barros et al. (1988) afirmam que a mais abrangente riqueza florística no estado de Pernambuco está vinculada às subzonas de mata úmida e brejos de altitude. Estes últimos tornam-se presentes no domínio caatinga, em áreas conhecidas como “ilhas”, constituídas por espécies da Mata Atlântica, com vegetação florestal perenifolia ou subperenifolia, situada em manchas nas vertentes superiores de alguma serra (Andrade-Lima, 1989; Lins, 1989).

A família Begoniaceae têm distribuição pantropical e possui dois gêneros (Clement et al., 2004), o gênero *Begonia* L., considerado um dos maiores nas angiospermas, com aproximadamente 1500 espécies, no território brasileiro ocorre aproximadamente 200 espécies, que são amplamente distribuídas por todas as formações vegetais, entretanto, sua maior diversidade é na Mata Atlântica (Copestake et al., 2009).

Cada espécie ou família de planta, apresenta caracteres específicos para elucidar fatores ocorrentes na relação planta-animal. *Begonia saxicola* A.DC. espécie escolhida para o estudo, é caracterizada por apresentar um mecanismo recente de polinização, chamado de polinização por engano, no qual se tipifica pela semelhança morfológica das flores pistiladas sem recursos com as estaminadas, seja no tamanho e cor de suas estruturas vegetativas e reprodutivas (Schemske et al., 1995; Jaques and Mamede, 2005).

Entre os sinais florais, a cor e os compostos orgânicos voláteis são considerados os estímulos mais notáveis para atrair insetos polinizadores (Chittka and Raine, 2006; Raine and Chittka, 1992; Schiestl and Johnson, 2013). A semelhança entre os tipos florais facilita a atração dos polinizadores para as flores que não produzem recursos, as flores de engano foram primeiramente descritas por Sprengel (1793), e ocorrem em cerca de 32 famílias de Angiospermas (Renner, 2006), geralmente vinculadas a famílias evolutivamente mais avançadas, como Orquidaceae e Asclepiadaceae (Dafni, 1984), nas quais o engano floral ocorre com maior frequência, contudo a família Begoniaceae vem ganhando destaque, devido ao número de espécies apresentando este recente mecanismo de polinização.

O conhecimento sobre a biologia floral, ecologia da polinização e reprodução de espécies em Brejos de Altitudes vem gerando informações imprescindíveis para o manuseio correto de espécies e ecossistemas, sugerindo medidas cabíveis de conservação pois podem subsidiar determinados potenciais adaptativos de uma espécie (Vasconcelos- Sobrinho, 1971; Rodal et al., 1998; Castelletti et al., 2008). A análise desses fatores torna-se essenciais devido ao grau de

degradação da mata atlântica no Nordeste, restando apenas 5% da original (Peixoto et al., 2004), os Brejos de Altitude também foram igualmente destruídos e transformados em minúsculos fragmentos separados e perturbados por cortes seletivos, atuando como barreiras de isolamento físico (Martins, 2001; Rodrigues et al., 2001).

Neste estudo, apresentamos dados sobre a biologia floral, visitantes florais, bem como os aspectos da biologia reprodutiva de *B. Saxicola*, pretendendo responder as seguintes questões: as flores de *B. saxicola* se enquadram em qual síndrome de polinização? Quais os polinizadores efetivos da espécie? Qual é o mecanismo reprodutivo apresentado por *B. Saxicola*? As partes vegetativas e reprodutivas das flores pistiladas de *B. Saxicola* na visão das abelhas apresentam mesma coloração da estaminadas?

### 3.3 Material e métodos

#### 3.3.1 Local de estudo

O trabalho de campo, com *B. Saxicola* foi desenvolvido no Parque Ecológico da Serra Negra (8° 13', 35° 46'), localizado no município de Bezerros, estado de Pernambuco, Brasil. A Reserva ecológica possui área de 3,24 ha, está incluída no maciço da Borborema, onde a vegetação local é caracterizada como Mata Atlântica cercada por caatinga com clima semiárido. A precipitação média anual fica em torno 37,125 mm, com período chuvoso concentrado nos meses de março a julho apresentando temperaturas que variam entre 9 °C a 22 °C e altitude chegando até 1004 m.

#### 3.3.2 Biologia floral

O número de flores por inflorescência considerando as flores abertas e botões, a sobreposição temporal no horário de abertura dos tipos florais, foi registrado no campo, em 30 inflorescências ainda jovens de cinco indivíduos diferentes. A duração de antese foi monitorada, marcando-se dez botões em pré-antese em dez indivíduos, acompanhando seu desenvolvimento até a senescência floral.

A receptividade estigmática foi testada em dez flores de diferentes indivíduos, utilizando-se solução 0,25% de permanganato de potássio (KmnO<sub>4</sub>; Robinsohn, 1924) no início e seis horas após a antese. Trinta flores foram colocadas em recipiente de vidro hermeticamente fechado para verificar emissão de odor. Para detectar as áreas de concentração

de osmóforos, outras 10 flores de diferentes indivíduos, previamente ensacadas foram mergulhadas em vermelho neutro, lavadas com água destilada e analisadas quanto às regiões coradas (Vogel, 1990; Dafni 1992; Kearns and Inouye, 1993).

Flores de *B. Saxicola* foram coletadas para análise da morfologia floral (n=20) em laboratório sob estereomicroscópio. O número de grãos de pólen por antera foi contado em dez botões em pré-antese de dez indivíduos diferentes (utilizando-se cinco anteras do botão), com auxílio de lamínula quadriculada sob microscópio óptico através de contagem direta. Esses mesmos grãos de pólen foram corados com carmin acético para verificar a viabilidade polínica (Radford et al., 1974).

### 3.3.3 Sistema reprodutivo e eficácia reprodutiva

Para verificar o sistema reprodutivo foram feitos três tipos de experimentos. Para conduzir testes de apomixia, em 10 inflorescências as flores estaminadas foram retiradas antes do ensacamento para evitar autopolinizações, posteriormente foram ensacadas, antes da antese, com sacos de organza de 12 x 8 ou de 15 x 10 cm, dependendo do tamanho da inflorescência.

*B. saxicola* apresenta flores pistiladas e estaminadas no mesmo indivíduo. Portanto, foram feitas autopolinizações (geitonogamia), isto é, foi feita a transferência de pólen da flor estaminada para flor pistilada na mesma planta. Assim como, 50 flores pistiladas de dez indivíduos diferentes (5 flores/indivíduo) foram ensacadas em pré-antese, e após a abertura, o estigma recebeu pólen de outro indivíduo; ambas as inflorescências foram mantidas ensacadas até a maturação das cápsulas, e 50 flores pistiladas de dez indivíduos (5 flores/indivíduo) foram apenas marcadas e acompanhadas, para avaliar a eficiência da polinização natural.

Para verificar a eficácia reprodutiva através da atuação dos polinizadores (Zapata and Arroyo, 1978), foram marcadas 30 inflorescências cujas flores foram contadas e observadas quanto à formação de frutos sob condições naturais, sendo ensacadas outras 15 inflorescências nos mesmos indivíduos para realizar polinizações cruzadas manuais. O índice de eficácia reprodutiva foi então calculado através da razão entre a percentagem de frutos formados em condições naturais (controle) e da porcentagem de frutos formados através de polinização cruzada manual (Zapata and Arroyo, 1978).

### 3.3.4 Visitantes florais

O comportamento dos visitantes florais foi observado diretamente em campo, em indivíduos focais e com auxílio de fotografias. Estes, foram classificados como polinizadores ou pilhadores, caso efetuassem ou não a polinização durante as visitas às flores. O local de deposição de pólen no corpo do animal visitante foi analisado de acordo com o seu comportamento ao visitar as flores.

Os visitantes florais foram coletados e montados a seco para análise de suas estruturas e para sua identificação. Espécimes testemunho foram depositados no Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva, da Universidade Federal de Pernambuco. O número de visitas foi obtido, considerando como cada ato de visita a procura por recurso floral. No total foram realizadas 82 horas de observação.

### 3.3.5 Medições da cor e hexágono de cor da abelha

As propriedades de reflexão espectral das estruturas florais e folhas de *B. Saxicola* foram obtidas para comprimentos de onda entre 300 e 700 nm aqueles percebidos pelas abelhas (Peitsch et al., 1992) usando um espectrofotômetro (Ocean Optics, EUA). As medidas foram realizadas *in situ* em vinte indivíduos (10 pistilados e 10 estaminados) de *B. Saxicola*.

Medimos a cor das folhas, tépalas, anteras e estigmas. A refletância foi medida usando uma fibra calibrada adequadamente no espectrofotômetro óptico. A reflexão média de cada parte floral e das folhas (derivado das amostras replicadas de cada espécie / morfotipo) foram utilizados para determinar o local da cor de cada parte floral no espaço de cores do hexágono (Chittka, 1992). Dado que as abelhas não diferem substancialmente em sensoriais visuais (Peitsch et al., 1992), nós utilizamos as funções de sensibilidade espectral descritas para abelhas como uma aproximação representativa para insetos visitantes das flores em nosso estudo.

A posição dos loci das cores mostra como as abelhas percebem as flores (ou estruturas das flores) através do seu ultravioleta, fotorreceptores (UV), azul (UB), verde (UG) e através do processamento adicional de sinais receptores em o sistema nervoso central (Raine and Chittka and Raine, 2006). O hexágono da abelha é dividido em seis segmentos, cada um correspondendo a diferentes cores subjetivas das abelhas, ou seja, UV, UV-azul, azul, azul-verde, verde e verde UV. O centro do hexágono representa o espaço acromático. Para comparação das cores das abelhas entre as diferentes estruturas florais, as distâncias hexagonais aos pares de loci de cores em cada parte e a distância de cada cor do lócus ao fundo (tépalas) foram calculados (Chittka and Kevan, 2005).

### 3.4 Resultados

#### 3.4.1 *Biologia floral*

*Begonia saxicola* é monoica apresentando inflorescências cimosas em dicásio, contendo flores pistiladas e estaminadas na mesma inflorescência em fases diferentes de antese (Figura 1). Tendo média máxima (agosto) nos dois anos de observação 10 flores pistiladas ( $\pm 4,274$ ,  $\pm 3,883$  n=30) e 8 flores estaminadas ( $\pm 6,609$  n=30; Figura 7 e 8; Tabela 1).

A antese é diurna, ocorrendo nas primeiras horas da manhã, entre 06:00 e 07:00, onde as flores estaminadas abrem antes das pistiladas, que por sua vez são receptivas desde do botão. Em nenhum momento em uma mesma inflorescência foi observada a ocorrência mútua de flores masculinas e femininas, mas observou-se flores estaminadas e pistiladas abertas concomitantemente em inflorescências distintas de um mesmo indivíduo, ou seja, nesta espécie há uma defasagem temporal na abertura de ambas flores na inflorescência, isto é, ao término das flores estaminadas, abrem as pistiladas. Desta forma há sobreposição dos dois tipos de flores em diferentes inflorescências de um indivíduo.

*B. saxicola* possuem flores médias (12 – 17 mm) tanto estaminadas como pistiladas (Figura 2 e 3). As flores são do tipo aberto (*sensu* Faegri and van der Pijl, 1979) e apresentam as tépalas brancas, com coloração rosada evidenciando o centro da flor (Figura 2 e 3, Tabela 2), não ocorrendo mudanças de coloração com o avançar da antese.

Esta espécie não apresenta produção de néctar, sendo o pólen o único recurso ofertado aos visitantes. O número e o tamanho das tépalas das flores estaminadas em relação as pistiladas varia, as flores estaminadas possui 4 tépalas duas maiores (5-8 mm) e duas menores (1- 2 mm), enquanto as pistiladas possuem 5 três maiores (4- 8 mm) e duas menores (1- 2mm; Tabela 2).

Os estigmas ocorrem ao longo dos ramos dos estiletes, apresentando cor amarela, são em número de seis e em formato de espiral (tipo sacarolha; Figura 2). A receptividade dos estigmas é mantida ao longo da vida da flor. Os estames são livres com número variando de 30 – 39 por flor (Figura 3; Tabela 2). As anteras são amarelas e rimosas. O pólen é minúsculo, seco, pulverulento e de cor esbranquiçada. A viabilidade do pólen é alta, sendo de 82 %. *B. Saxicola* apresenta odores florais distintos, entre flores estaminadas (floral) e pistiladas (adocicado). O odor é mais forte entre 07:00 e 11:00 h, correspondente ao horário do pico de visitas. Nas flores masculinas, as tépalas e anteras apresentaram reação positiva com o vermelho neutro. Nas flores pistiladas, além das tépalas, o estigma e todo o gineceu apresentou osmóforos.

A duração das flores pistiladas está relacionada em parte ao sucesso de polinização. Uma flor pistilada de *B. Saxicola* foi ensacada, sendo excluídas de visitantes, a mesma permaneceu funcional durante 15 dias, no mesmo indivíduo uma flor foi deixada livre para visitação e apresentou senescência das tépalas no segundo dia após a visita. Entretanto, nas flores estaminadas em condições naturais, observou-se duração mais curta do que as flores pistiladas, sendo estimada entre seis e nove dias.

#### 3.4.2 Sistemas de reprodução e eficácia reprodutiva

Em *B. Saxicola* os experimentos sobre apomixia evidenciaram que esse tipo de reprodução não ocorre, pois, não apresentou aumento de tamanho do ovário e seus óvulos estavam desidratados e sem desenvolvimento, tendo desta forma, senescência precoce, quando comparados com os ovários desenvolvidos em condições naturais.

Nas flores que foram autopolinizadas, ou seja, polinizadas manualmente (geitonogamia) com pólen endógeno também não ocorreu o desenvolvimento de frutos, mas, aquelas polinizadas com pólen exógeno desenvolveram frutos (Tabela 3). Entretanto, o desenvolvimento de frutos em condições naturais foi superior a 96% (Tabela 3). Verificou-se também o não desenvolvimento de frutos por anemofilia (Tabela 3).

Os frutos *B. Saxicola* advindos de polinização natural possuem em média 3.434 sementes com 22 mm de comprimento e 12 mm de largura (n=5); aqueles oriundos da polinização cruzada apresentaram em média 2.074 sementes, 13mm de comprimento e 7 mm de largura (n=5; Tabela 3). O sucesso reprodutivo na polinização cruzada não apresentou diferença em relação à polinização natural, apresentando índice de eficácia reprodutiva de 0,8 (Tabela 4).

#### 3.4.3 Visitantes florais

Foram observadas, coletadas e identificadas duas espécies de abelhas em visitas as flores *B. Saxicola*, representantes da família Apidae (*Trigona spinipes* Fabricius, 1793; *Apis mellifera* Linnaeus, 1758), uma mosca e um besouro. O pólen é o único recurso ofertado para os visitantes florais e apenas a flor estaminada que oferta.

Nas flores estaminadas, *A. Mellifera*, foi observada manipulando os estames com as pernas e com o aparelho bucal (Figura 9), a duração da visita variou de 1 a 49 s. Nesta espécie, os grãos de pólen ficaram aderidos em maior quantidade nas pernas (Figura 9). *A. mellifera*, a

espécie de mosca e besouro não realizaram a polinização, sendo classificadas como pilhadores (Figura 4), uma vez que não foi registrado visitas em flores pistiladas. A abelha mais frequente nas visita as flores de *B. Saxicola* foi *T. Spinipes*. Nas flores masculinas foi observado a manipulação dos estames com as pernas e aparelho bucal (Figura 5). Nas flores pistiladas *T. Spinipes* adotou comportamento semelhante aos das visitas as flores estaminadas, manipulando os ramos do estilete, aparentemente, tentando retirar pólen depositado durante visitas anteriores (Figura 6). *T. Spinipes* visitou ambos os tipos florais contatando as estruturas reprodutivas em ambas as flores (anteras e estigma), sendo assim, consideradas como polinizadores de *B. Saxicola*. A duração da visita as flores estaminadas variou de 1 83 s, enquanto, nas flores pistiladas variou de 1 a 27 s (Figura 9). As visitas realizadas por *T. Spinipes* ocorrerem em intervalos irregulares, tendo 42 visitas nas flores estaminadas e a seis visitas nas flores pistiladas ao longo de cinco horas (Figura 9). Os grãos de pólen em *T. Spinipes* se aderiram as pernas.

#### 3.4.4 Medições da cor e hexágono de cor de abelha

A reflectância das diferentes estruturas florais foi consideravelmente semelhante entre os dois tipos florais da espécie. Na flor estaminada, as tépalas teve um pico de reflexão, na faixa ultravioleta azulado (> 500nm). A antera teve pico de reflexão, no azul esverdeado (> 600 nm; Figura 10 e 11). Para a flor pistilada, o estigma e as tépalas obtiveram pico de reflexão entre azul e verde (> 600 nm) e ultravioleta azulado (> 500nm) respectivamente (Figura 10 e 11). Nas flores femininas também foi verificado que a ala teve pico de reflexão, similar da tépalas entre ultravioleta e azul (> 500 nm) (Figura 10).

A modelagem da refletância de cor no hexágono da abelha revelou que os locais de cores da antera e do estigma foram plotados no mesmo espaço de cor UV-verde das abelhas, enquanto as tépalas foi traçada no espaço acromático (Figura 12).

No hexágono colorido, o par de distâncias euclidianas das estruturas (estames e estigmas) entre locais coloridos foi de 0.031934 unidades hexagonais, corroborando que as estruturas não podem ser discriminadas pelas abelhas (Figura 12).

### 3.5 Discussão

#### 3.5.1 Biologia floral

A duração das flores de *B. Saxicola* está relacionada em parte ao sucesso de polinização uma vez que o padrão de floração pode estar relacionado ou influenciar a longevidade floral (Primack, 1985). *B. Saxicola* apresenta polimorfismos de produção de recompensas, as flores masculinas caracterizadas como recompensadoras, e flores femininas não recompensadoras (Willson and Agren, 1989).

A semelhança na quantidade e tamanho entre os dois tipos florais favorece o engano dos polinizadores. O maior número de flores estaminadas em relação às pistiladas é um mecanismo propício para aumentar a disponibilidade de pólen na população e, conseqüentemente, a chance de polinização cruzada (Raju and Ezradanam, 2002; Bhattacharya et al., 2005). Além disso, o número de visitas vinculadas as flores estaminadas de *B. Saxicola* é bem maior do que nas flores nas pistiladas (Silva et al., 2001). Tal episódio possivelmente está relacionado ao aprendizado das abelhas que reconhecem as flores sem recurso e passam a evitá-las. As abelhas, são consideradas um dos maiores e mais importantes grupos de insetos polinizadores (Westercamp and Gottsberger, 2000). Entretanto, o número de visitas que as flores pistiladas recebem é suficiente para garantir o sucesso reprodutivo da espécie, tal fato, foi ratificado pela elevada produção de frutos em condições naturais.

As características florais podem facilitar ou dificultar a ação dos visitantes, seja pela associação entre o tamanho corporal dos animais e as dimensões florais ou pela localização dos recursos na flor e quando essas características convergem, pode resultar na polinização (Frankie et al., 1983). Para Machado and Lopes (2004), a presença de tais mecanismos torna a estrutura floral e o processo de polinização dessas plantas ainda mais especializados e complexos. A sequência de antese e as fases florais de outras espécies da família Begoniaceae foi mencionada de forma semelhante por Wyatt and Sazima (2011).

Nas inflorescências de *B. Saxicola* as primeiras flores a abrir são as estaminadas e somente após a senescência destas inicia-se a abertura das flores pistiladas, fenômeno chamado de protandria (Lloyd and Webb, 1986), de modo que, não há sobreposição entre os dois tipos de flores na mesma inflorescência. Fornecendo benefícios para a espécie como a promoção de polinizações cruzadas e aumento do *fitness* da planta como a progressão de visitas as inflorescências em fase pistilada, pois os visitantes se habitua as flores estaminadas e quando as flores pistiladas abrem, os visitantes são enganados com facilidade (Ågren and Schemske, 1993; Jacques, 2002).

O estigma apresenta longo período de receptividade, tal fato está vinculado a limitação do polinizador de acordo com a hipótese da polinização por engano (Addicot and Bao, 1998). O efeito da limitação dos polinizadores também pode ter sido acentuado nos últimos tempos,

devido, ao declínio da fauna dos polinizadores, mas, a espécie parece estar adaptada a taxas baixas de visitas, aumentando a longevidade das flores de ambos os sexos e as permanecendo funcionais por um período relativamente longo ( Parra et al., 1993 ).

Flores que não possuem recompensa dependem de sua semelhança com flores recompensadoras para visitas de polinizadores, constituindo assim um sistema mimético (Wiens, 1978). *B. Saxicola* apresenta variação de odor entre os dois tipos florais, o papel do odor na manutenção da espécie desempenha um ponto importante na atração do polinizador portanto, na manutenção do isolamento floral e sua alteração pode influenciar a visita de polinizadores (Grant, 1994). Os ramos do estilete em espiral, as papilas estigmáticas, e a disposição das anteras rimosas contribuem para coleta e aderência dos grãos de pólen aos polinizadores.

À Alta viabilidade do pólen é encontrada para todas as espécies de *Begonia*, no qual, o período de florescimento, as alterações ambientais e as diferenças genotípicas podem contribuir para tal viabilidade, mesmo representando gastos energéticos (Wyatt and Sazima, 2011; Shivanna and Rangaswamy, 1992).

### 3.5.2 Sistemas de reprodução e eficácia reprodutiva

A ausência de apomixia em *B.saxicola* e de geitonogamia indica sua dependência das visitas para reprodução. A produção de frutos resultantes de polinizações com pólen exógeno foi alta na espécie, porém, foi inferior ao número de frutos formados através de polinização natural, sendo um indicativo de que não houve limitação de pólen. Assim, é provável que o aborto de frutos observados em *B. Saxicola* pode ser uma resposta adaptativa ao aborto seletivo devido algum estresse fisiológico ou dano externo na peça floral (Gentry, 1974; Stephenson, 1981).

Os resultados dos testes de reprodução deste estudo comprovam que mesmo com a agitação natural do vento e conseqüente liberação de uma parcela do pólen presente nas anteras, a planta estudada não se enquadra na síndrome de polinização anemófila, não apresentando aumento do tamanho do ovário.

A produção de sementes advindas de polinização natural é bem maior quando comparado com a polinização cruzada, resultados similares foram registrados para outras espécies do gênero *Begonia* (Ågren and Schemske, 1993; Wyatt and Sazima, 2011).

### 3.5.3 Visitantes florais

As abelhas que visitaram *B. Saxicola* são de pequeno porte, favorecendo o processo de polinização devido a adequação ao conjunto dos elementos reprodutivos. *A. Mellifera*, por não realizar visitas nas flores pistiladas, não efetua a polinização, fato este corroborado no estudo de Wyatt and Sazima (2011). *A. Mellifera* é uma abelha super generalista usando *B. Saxicola* como uma importante fonte de recurso alimentar, contudo, por não ser uma espécie nativa pode afetar negativamente outras espécies de polinizadores nativos. *T. Spinipes* é o polinizador efetivo de *B. Saxicola*, sendo o visitante mais frequente. Autores como Roubik (1989) e Sazima and Sazima (1989) abordam que *T. Spinipes* é abelha oportunística e geralmente tem papel de pilhadora de recursos florais em muitas espécies de plantas.

#### 3.5.4 Medições da cor e hexágono de cor de abelha

A interação entre flores e visitantes é estabelecida por meio de atração, e, dessa maneira, para um atrativo floral ser efetivo, seja esse primário (ex. Néctar, pólen) ou secundário (ex. Cor, odor), deve iniciar no visitante uma série de reações de forma a provocar ou satisfazer um determinado impulso, que na sua maioria é alimentar, sexual, ou relacionado à criação de prole (envolvendo também a construção de ninhos; Faegri and Pijl, 1979).

Segundo Raguso (2008), a cor é considerada como um dos atributos mais importantes na atração de polinizadores. As abelhas são conhecidas por dependerem desse atributo para discriminar as flores, tanto entre flores de plantas diferentes, como em flores de uma mesma espécie (Ayasse et al., 2000; Dobson-Bergstrom, 2000; Howell and Alarcón, 2007).

O padrão de coloração das tépalas, ala, anteras e estigmas influenciam na atração e no número insetos visitantes, de modo que, a cor aumenta o espectro de visualização dos polinizadores, maximizando as chances de visitas (Rech et al., 2014).

A modelagem das propriedades de refletância no hexágono de cor das abelhas sugere que a cor dos estigmas e estames são bastante semelhantes, de modo que, a abelha não conseguiu discriminar entre as estruturas florais, ratificando o mecanismo de polinização por engano.

O mecanismo de polinização por engano pode estar inserido no conceito de mimetismo batesiano, no qual, a espécie adquire benefícios devido a imitação com outro organismo. Tal fato, é visualizado nos tipos florais de *B. Saxicola*, a flor pistilada sem recurso imita a flor estaminada com recurso, tal sistema deve ser necessariamente subsidiado por espécies que forneçam néctar ou outras fontes de energia para recompensar os polinizadores (Dafni, 1984).

O engano permite a manutenção do *fitness* da planta, uma vez que a energia utilizada

para a produção de recursos florais, como pólen, será realocada para outras finalidades, como para produção de mais flores ou de mais frutos (Joel et al., 2009).

### 3.6 Agradecimentos

À Secretaria de Cultura e esportes da Prefeitura de Bezerros pela permissão em desenvolver este trabalho no Parque ecológico da Serra Negra. À Alexsandro Bezerra da silva (UFPE) e Liliane Josefa da Silva (UFPE) pela constante ajuda nas atividades de campo e pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho. Ao Doutor Liedson pela identificação das espécies. À professora Isabel Cristina e Sinzinando Alburque de Lima pelos valiosos esclarecimentos.

## REFERÊNCIAS

- ÅGREN, J.; SCHEMSKE, D. W. Outcrossing rate and inbreeding depression in two annual monoecious herbs, *Begonia hirsuta* and *B. Semiovata*. **Evolution**, v. 47, n. 1, p. 125-135, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1993.tb01207.x>.
- ANDRADE-LIMA, D. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. **Arquivo do Instituto de Pesquisa Agrônômica**, v. 5, p. 305-341, 1960. Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, Pernambuco, Brasil.
- AYASSE, M.; SCHIESTL, F. P.; PAULUS, H. F.; LÖFSTEDT, C.; HANSSON, B.; IBARRA, F.; FRANCKE, W. Evolution of reproductive strategies in the sexually deceptive orchid *Ophrys sphegodes*: How does flower-specific variation of odor signals influence reproductive success? **Evolution**, v. 54, p. 1995-2006, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2000.tb01244.x>.
- BARROS, I. C. L.; LIRA, O. C.; SILVA, A. J. R. Distribuição geográfica das Peteridófitas ocorrentes no Estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 2, n. 1-2, p. 47-84, 1988. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-33061988000100004>.
- BHATTACHARYA, A.; DATTA, K.; DATTA, S. K. Floral biology, floral resource constraints and pollination limitation in *Jatropha curcas* L. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 8, p. 456-460, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.3923/pjbs.2005.456.460>.
- CASTELLETTI, C. H. M.; SANTOS, A. M. M.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Orgs.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2008. Cap. 18, p. 719-734.
- CHITTKA, L. The colour hexagon: A chromaticity diagram based on photoreceptor excitations as a generalized representation of colour opponency. **Journal of Comparative Physiology A**, v. 170, p. 533-543, 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF00199331>.
- CHITTKA, L.; KEVAN, P. G. Flower colour as advertisement. In: DAFNI, A.; KEVAN, P. G.; HUSBAND, B. C. (Eds.). **Practical pollination biology**. Cambridge: Enviroquest Ltd., 2005. P. 157-196.
- CHITTKA, L.; RAINE, N. E. Recognition of 52 voluti by pollinators. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 9, p. 428-435, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2006.05.002>.
- CLEMENT, T. P.; KIM, Y. C.; GAUTAM, T. R.; LEE, K. K. Experimental and numerical investigation of DNAPL dissolution processes in a laboratory aquifer model. **Groundwater Monitoring & Remediation**, v. 24, n. 4, p. 88-96, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1745-6592.2004.tb01295.x>.
- DAFNI, A. Mimicry and deception in pollination. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 15, p. 259-278, 1984. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.15.110184.001355>.

- DAFNI, A. **Pollination ecology: A practical approach**. New York: Oxford University Press, 1992.
- DOBSON, H. E. M.; BERGSTRÖM, G. The ecology of pollen odors. **Plant Systematics and Evolution**, v. 222, p. 63-87, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF00984096>.
- FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 3. Ed. Oxford: Pergamon Press, 1979.
- FOURY, A. P. As matas do nordeste brasileiro e sua importância econômica. **Boletim de Geografia**, v. 31, p. 14-131, 1972.
- FRANKIE, G. W.; HABER, W. A.; OPLER, P. A.; BAWA, K. S. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. **Journal of Ecology**, p. 411-447, 1983.
- GENTRY, A. H. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. **Biotropica**, v. 6, p. 64-68, 1974. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2989688>.
- GRANT, C. **Delors: Inside the house that Jacques built**. London: Nicholas Brealey Publishing, 1994
- HOWELL, A. D.; ALARCÓN, R. *Osmia* bees (Hymenoptera: Megachilidae) can detect lower-rewarding 53voluti. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 274, n. 1617, p. 1909-1914, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rspb.2007.0501>.
- JACQUES, E. L. Estudos taxonômicos das espécies brasileiras do gênero *Begonia* L. (Begoniaceae) com placenta partida. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, 2002.
- JACQUES, E. L.; MAMEDE, M. C. H. Notas nomenclaturais em *Begonia* L. (Begoniaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 579-588, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042005000300010>.
- KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. **Techniques for pollination biologists**. University Press of Colorado, 1993.
- LINS, R. C. As áreas de exceção do agreste de Pernambuco. Recife: Sudene, 1989.
- LLOYD, D. G.; WEBB, C. J. The avoidance of interference between the presentation of pollen and stigmas in angiosperms I. Dichogamy. **New Zealand Journal of Botany**, v. 24, n. 1, p. 135-162, 1986. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0028825X.1986.10409725>.
- 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. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/aob/mch156>.
- MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001.

PEITSCH, D. Et al. The spectral input systems of hymenopteran insects and their receptor-based colour vision. **Journal of Comparative Physiology A**, v. 170, p. 23-40, 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF00190398>.

PEIXOTO, G. L. Et al. Composição florística do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica na Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 18, n. 1, p. 151-160, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000100013>.

PRIMACK, R. B. Longevity of individual 54voluti. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 16, p. 15-37, 1985. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.16.110185.000311>.

RADFORD, A. E. Et al. **Vascular plant systematics**. New York: Harper & Row, 1974.

RAGUSO, R. A. Wake up and smell the roses: The ecology and 54volution of floral scent. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 39, p. 549-569, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095601>.

RAINE, N. E.; CHITTKA, L. The adaptive significance of sensory bias in a foraging 54volutio: Floral colour preferences in the bumblebee *Bombus 54volution54*. **PloS One**, v. 2, n. 6, e556, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000556>.

RAJU, A. J. S.; EZRADANAM, V. Pollination ecology and fruiting behaviour in a monoecious species, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Current Science**, v. 83, p. 1395-1398, 2002.

RECH, A. R. Et al. **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Projeto, 2014.

RENNER, S. S. Rewardless 54voluti in the angiosperms and the role of insect cognition in their 54volution. In: WASER, N. M.; OLLERTON, J. (Eds.). **Plant–pollinator interactions: From specialization to generalization**. University of Chicago Press, 2006. P. 123-144.

ROBINSOHN, I. Die Färbungsreaktion der Narbe, Stigmatochromie, als morpho-biologische Blüten Untersuchungs Methode. **Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe. Abteilung**, v. 1, n. 132, p. 181-211, 1924.

RODAL, M. J. N.; SALES, M. F.; MAYO, S. J. **Florestas serranas de Pernambuco: localização e conservação dos remanescentes dos brejos de altitude**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 1998.

RODRIGUES, R. R.; NAVES, A. G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Orgs.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2001. P. 45-71.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

SAZIMA, I.; SAZIMA, M. Mamangavas e flores (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e consequências para polinização do maracujá (Passifloraceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 33, n. 1, p. 109-118, 1989.

SCHEMSKE, D. W.; ÅGREN, J. Deceit pollination and selection on female flower size in *Begonia involucrata*: An experimental approach. **Evolution**, v. 49, n. 1, p. 207-214, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1995.tb05977.x>.

SCHIESTL, F. P.; JOHNSON, S. D. Pollinator-mediated selection on floral signals. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 28, p. 307-315, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.01.019>.

SHIVANNA, K. R.; RANGASWAMY, N. S. **Pollen biology: A laboratory manual**. New York: Springer-Verlag, 1992.

SILVA, S. J. G.; MAMEDE, M. C. H. Begoniaceae da Mata Atlântica na Serra do Mar do Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica**, v. 15, p. 1-61, 2001.

SPRENGEL, C. K. **Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen**. Berlin: Vieweg, 1793.

STEPHENSON, A. G. Flower and fruit abortion: Proximate causes and ultimate functions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 12, p. 253-279, 1981. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.12.110181.001345>.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. Os brejos de altitude e as matas serranas. In: VASCONCELOS SOBRINHO, J. (Ed.). **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização**. Recife: Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco, 1971. P. 79-86.

VOGEL, S. **The role of scent glands in pollination**. New Delhi: Amerind Publishing, 1990.

WIENS, D. Mimicry in plants. In: **Evolutionary biology**. Springer, Boston, MA, 1978. P. 365-403.

WILLSON, M. F.; ÅGREN, J. Differential floral rewards and pollination by deceit in *Begonia* species. **Oikos**, v. 54, n. 1, p. 23-29, 1989. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/3565862>.

WYATT, G. E.; SAZIMA, M. Pollination and reproductive biology of thirteen species of *Begonia* in the Serra do Mar State Park, São Paulo, Brazil. **Journal of Pollination Ecology**, v. 6, n. 14, p. 95-107, 2011. Disponível em: [https://doi.org/10.26786/1920-7603\(2011\)5](https://doi.org/10.26786/1920-7603(2011)5).

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. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2388135>.

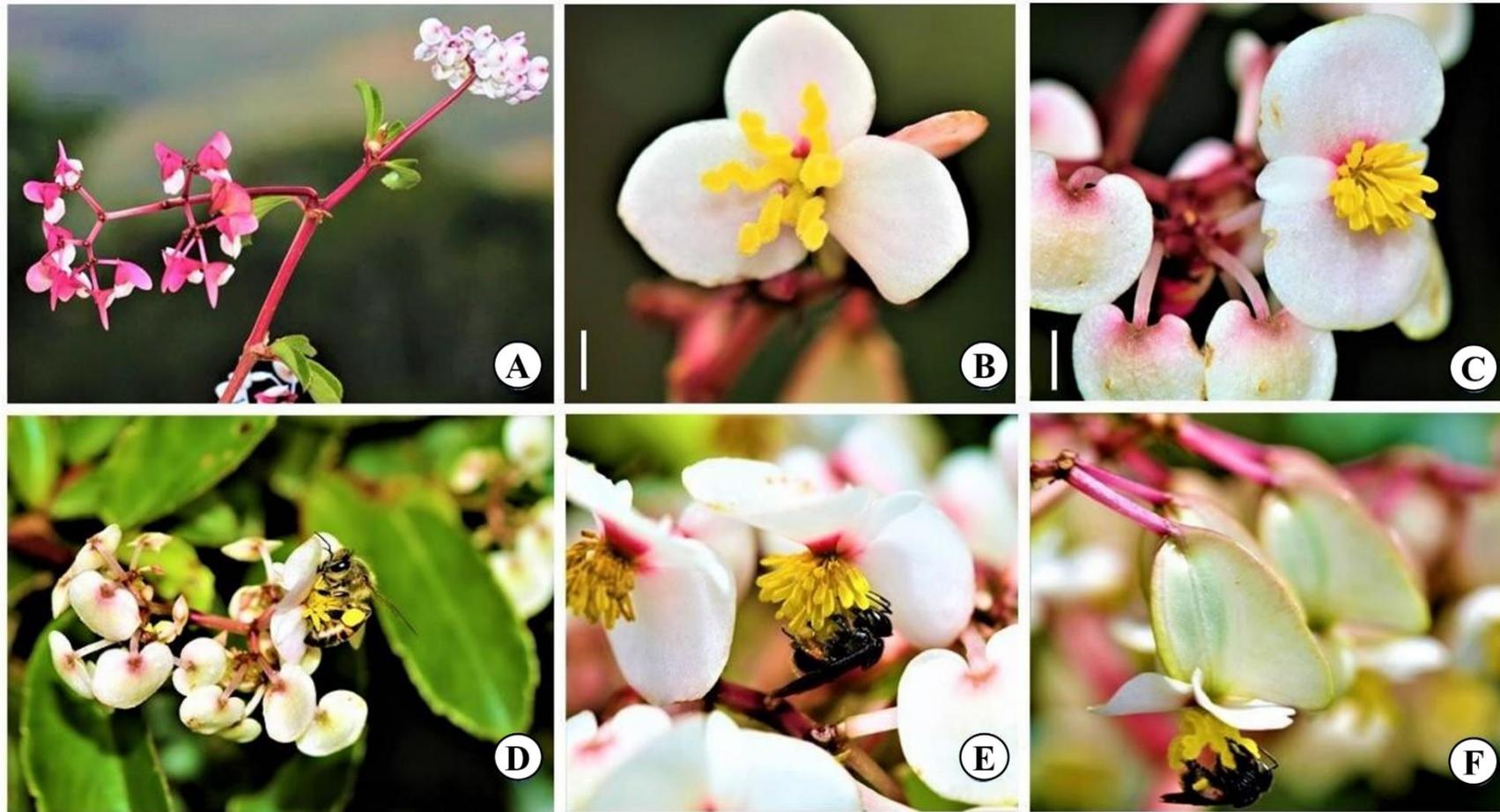


Figura 1. *Begonia saxicola* (Begoniaceae) e seus polinizadores, no Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, Brasil. A. Inflorescência cimosa do tipo dicásio; B. Flor pistilada; C. Flor estaminada; D. *Apis mellifera* (Apidae) visitando a flor masculina; E. *Trigona spinipes* (Apidae) visitando a flor masculina; F. *Trigona spinipes* visitando a flor feminina. Barra=12 mm

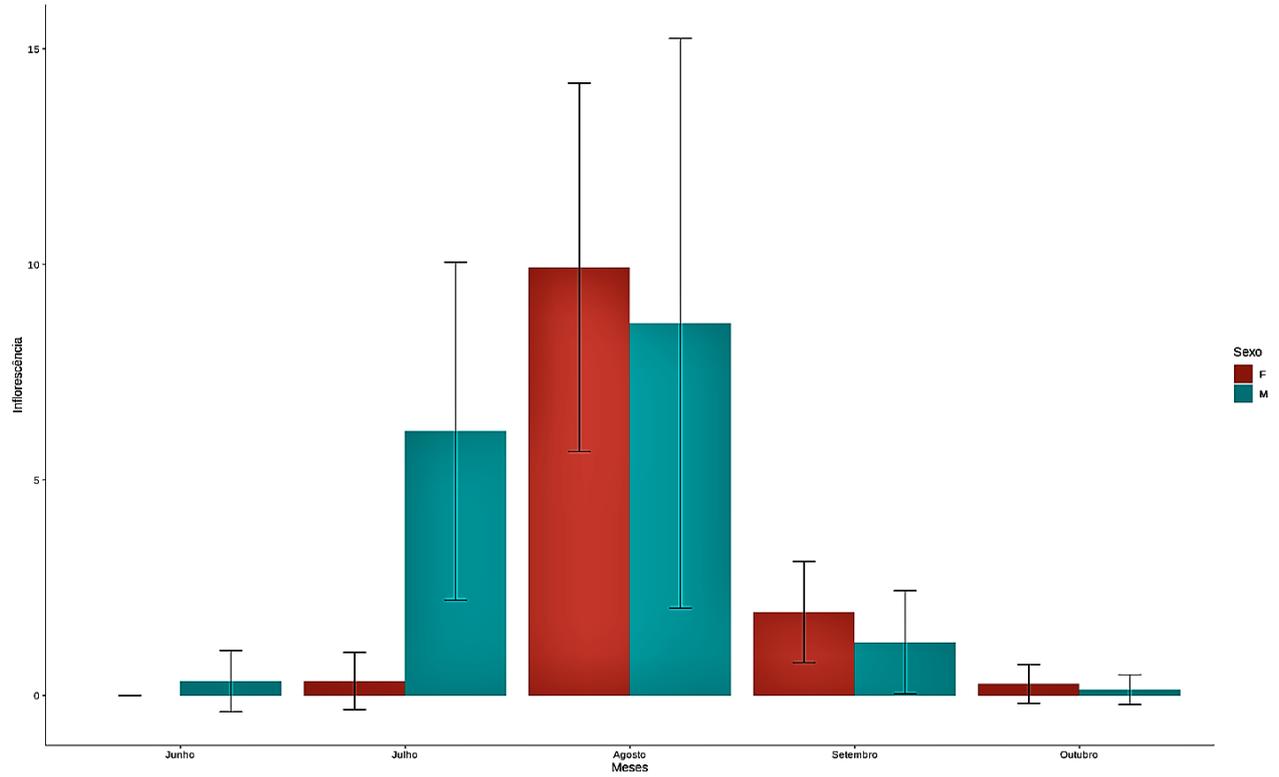


Figura 2. Quantidade de flores femininas e masculinas em trinta inflorescência de *Begonia saxicola* (Begoniaceae) no Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, Brasil no ano de 2017.

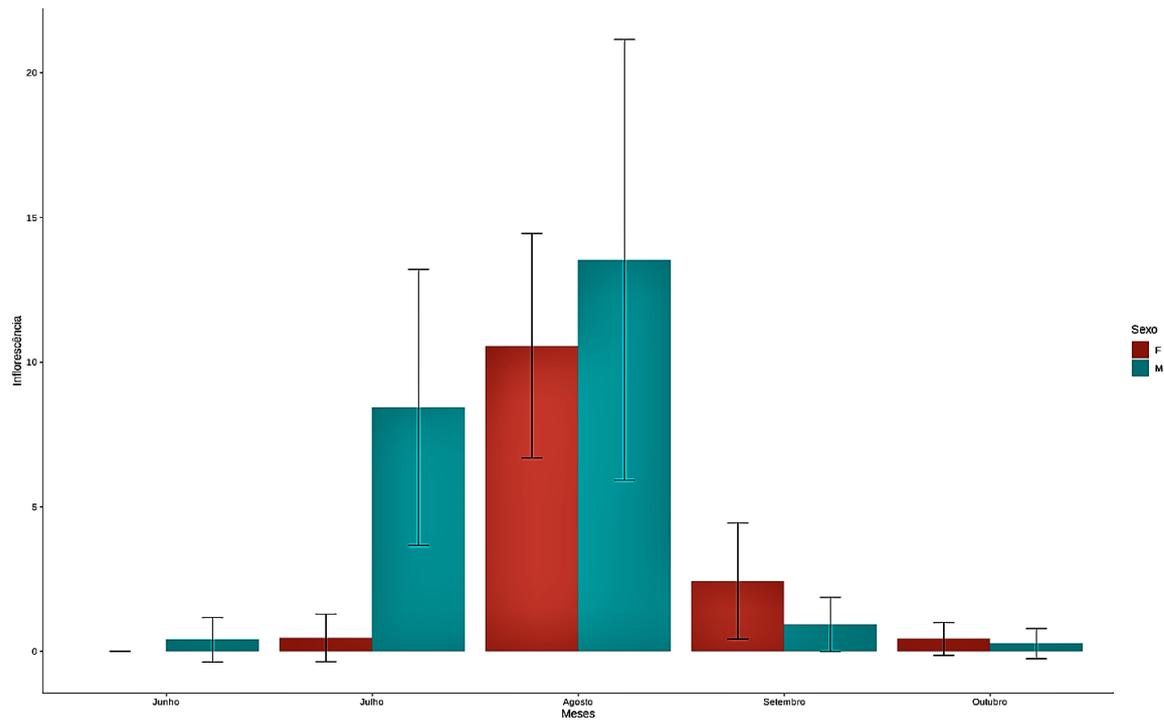


Figura 3. Quantidade de flores femininas e masculinas em trinta inflorescência de *Begonia saxicola* (Begoniaceae) no Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, Brasil no ano de 2018.

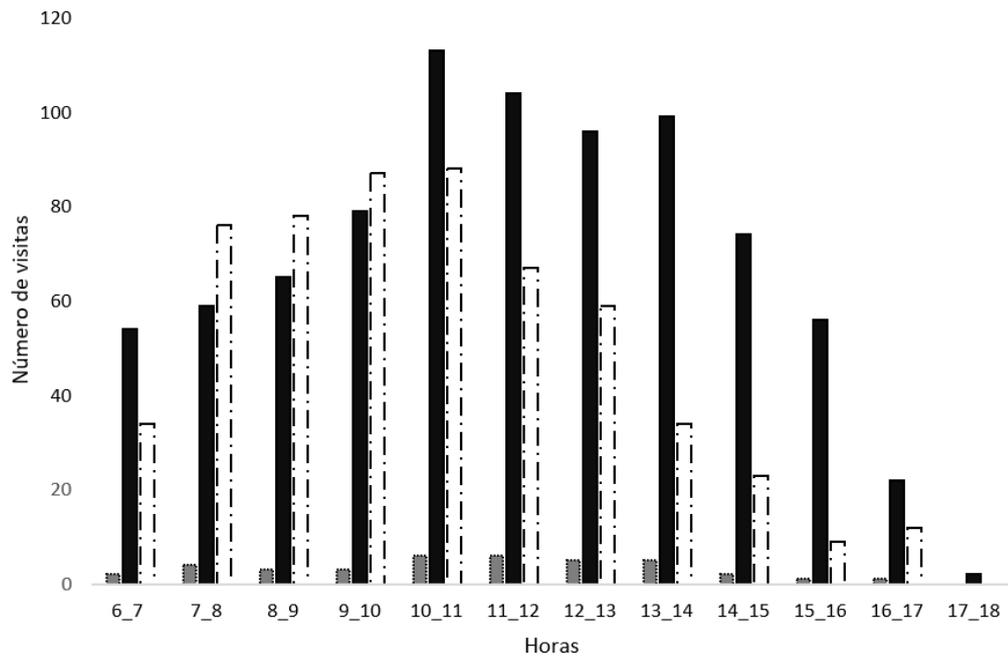


Figura 4. Número de visitas às flores de *Begonia saxicola* (Begoniaceae) ao longo do dia de (□) *Apis mellifera* em flores masculinas; ( ) *Trigona spinipes* em flores femininas (■) *Trigona spinipes* em flores masculinas, do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, Brasil

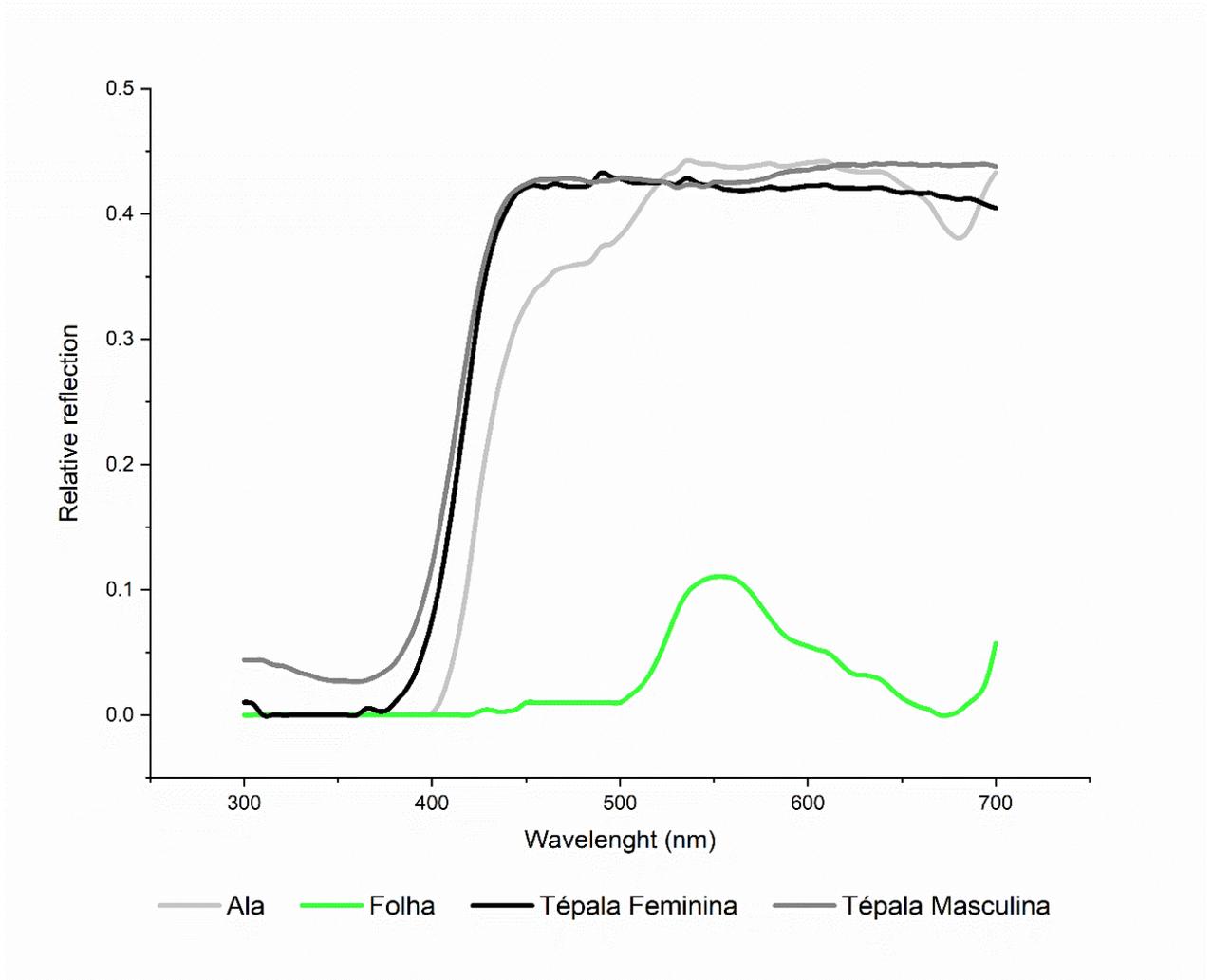


Figura 5. Espectro de cores refletido pelas Alas, Folhas, Tépalas Femininas e Masculinas de *Begonia saxicola* (Begoniaceae) do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, Brasil.

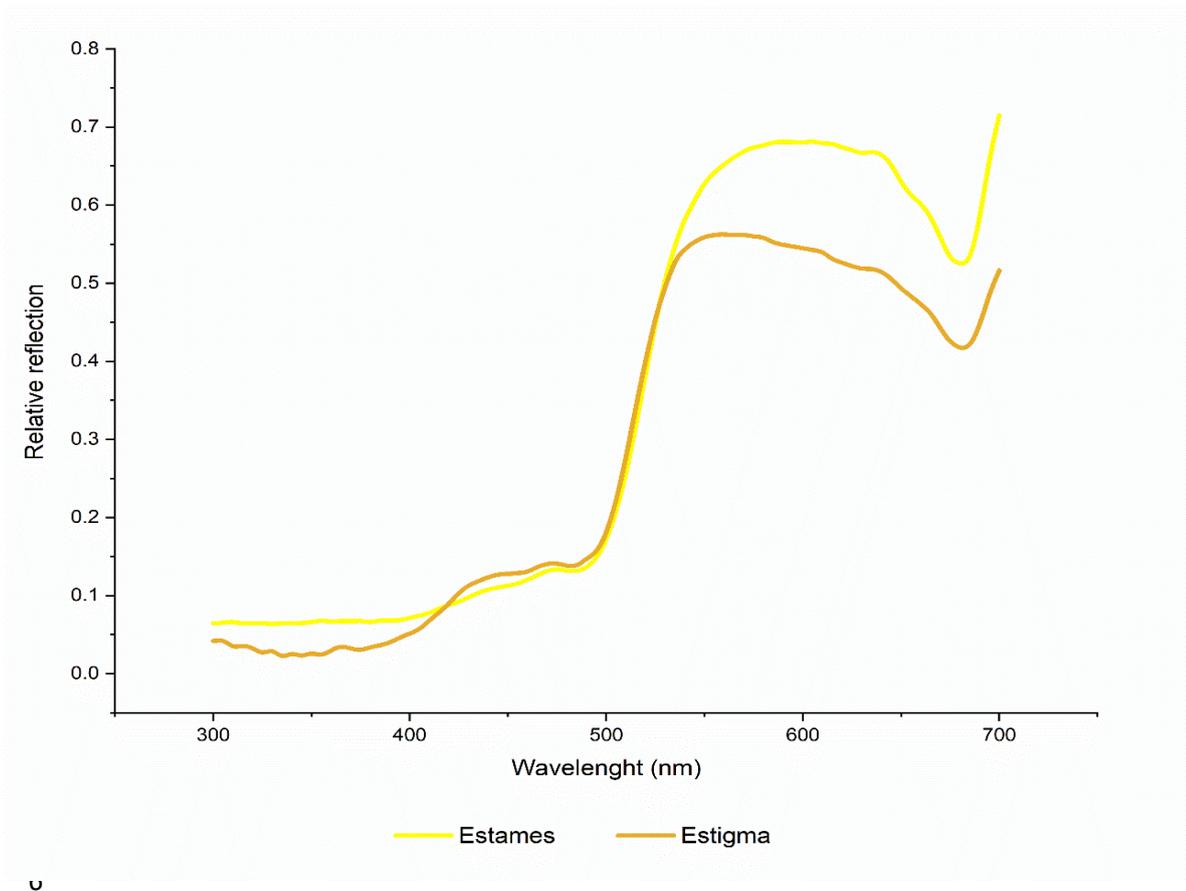


Figura 6. Espectro de cores refletido pelos estames e estigmas de *Begonia saxicola* (Begoniaceae) do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, Brasil.

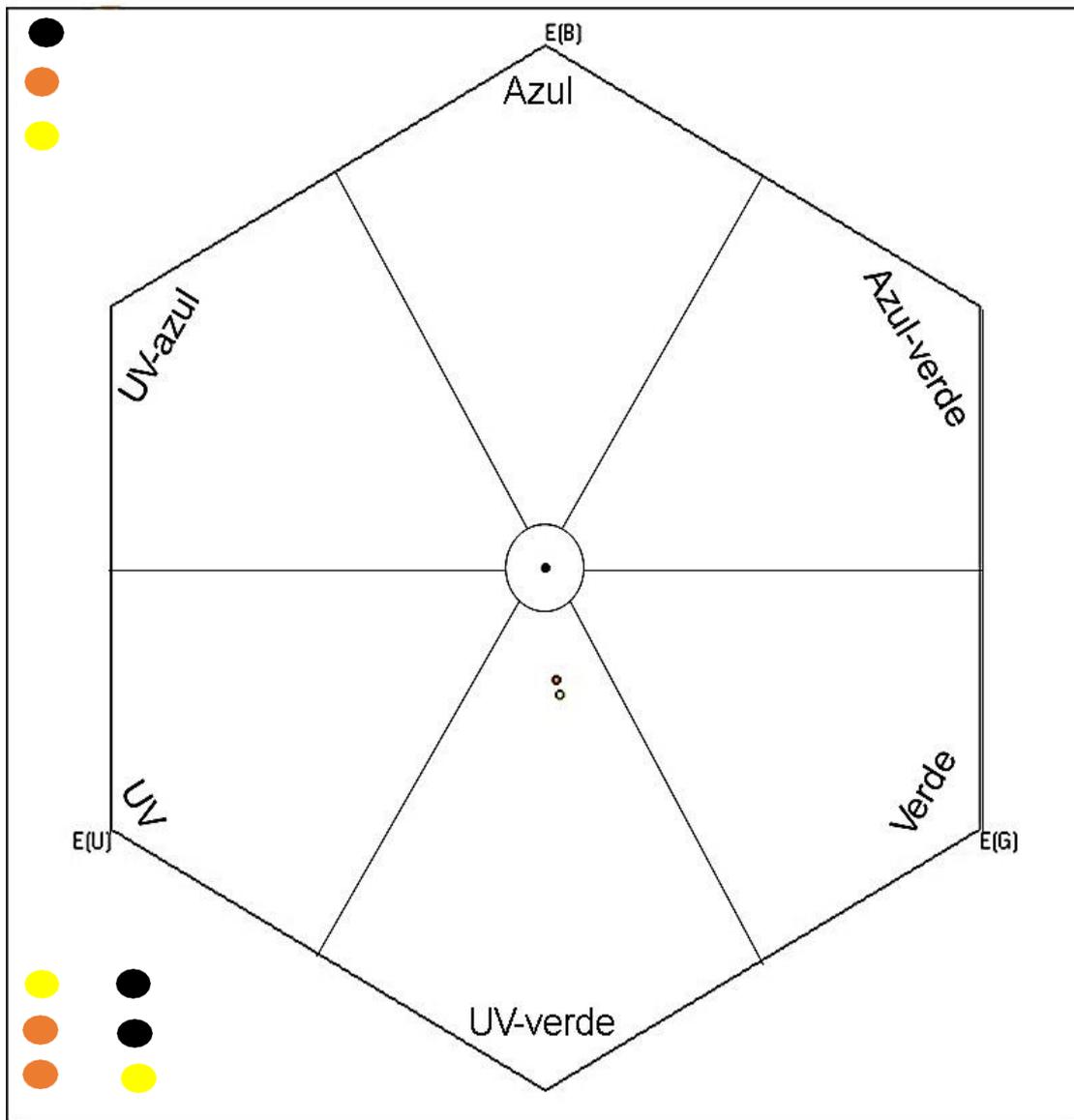


Figura 7. Modelo hexagonal para visão de abelhas; o centro indica espaço não visível. As distâncias euclidianas entre estruturas (estigma e estame) são representadas por círculos coloridos. As estruturas podem ser discriminadas pelas abelhas somente se a distância euclidiana for  $> 0,1$ .

Tabela 1 – Média e desvio padrão dos dados de inflorescência para flores masculinas e femininas de *Begonia saxicola* (Begoniaceae) do Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco, Brasil, nos anos de 2017 e 2018.

	2017		2018	
	F	M	F	M
Junho	0	0,333±0,7111	0	0,400±0,770
Julho	0,333±0,660	6,133±3,919	0,466±0,819	8,433±4,775
Agosto	9,933±4,274	8,633±6,609	10,566±3,883	13,533±7,619
Setembro	1,933±1,172	1,233±1,194	2,433±2,011	0,933±0,944
Outubro	0,266±0,449	1,333±0,345	0,433±0,568	0,266±0,520

Tabela 2. Quantidade e cor das estruturas florais de *Begonia saxicola* A.DC. (Begoniaceae), de acordo com flores estaminadas (♂) e pistiladas (♀). Medidas feitas em uma população no Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros, Pernambuco.

Caracteres florais	Quantidade		Cor
	♂	♀	
Tépalas	4	5	Branca
Estames	32	-	Amarelo
Estilete	-	6	Amarelo
Grãos de pólen/flor	2.452	-	Esbranquiçado
Gineceu (lóculos)	-	3	Esbranquiçado

Tabela 3. Número de Frutos formados por inflorescência e sucesso reprodutivo de *Begonia saxicola* (Begoniaceae) resultantes dos experimentos de polinização cruzada e sob condições naturais em uma população no Parque ecológico da Serra Negra, município 790 de Bezerros, Pernambuco.

Tratamento	Inflorescências	Flores/Frutos	Sucesso (%)
Apomixia	10	50/0	-
Polinização natural	30	641/498	77
Polinização cruzada (polén exógeno)	15	93/82	88
Polinização cruzada (geitonogamia)	10	50/0	-
Anemofilia	10	50/0	-
Eficácia reprodutiva	-	-	0,8

Tabela 4. Número de sementes e medidas dos Frutos de *Begonia saxicola* (Begoniaceae) resultantes dos experimentos de polinização cruzada e sob condições naturais em uma população no Parque ecológico da Serra Negra, município de Bezerros.

Frutos	Dimensões/N°			Dimensões/N°		
	Polinização Cruzada			Condições Naturais		
	Largura (mm)	Comprimento (mm)	N° de sementes	Largura (mm)	Comprimento (mm)	N° de sementes
Fruto 1	7.40	14.89	1.799	11.64	22.80	1.997
Fruto 2	7.63	15.49	1.992	12.01	23.32	3.903
Fruto 3	6.59	12.44	3.686	12.13	20.88	4.349
Fruto 4	6.82	9.68	1.448	11.32	21.32	2.242
Fruto 5	6.89	13.96	1.444	22.86	12.00	4.677

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As duas abordagens por nós realizadas nesta dissertação nos permitiram tirar uma série de conclusões importantes sobre como as flores de Begoniaceae se relacionam com diferentes polinizadores.

Verificou-se que flores de *Begonia saxicola*, apresentam várias características florais que induzem os visitantes ao engano, caracterizando um mecanismo recente de polinização, corroborando expectativas sobre a modelagem das propriedades de refletância no hexágono de cor das abelha, indicando que a cor dos estigmas e estames são bastante semelhantes de modo que a abelha não consiga discriminar entre as estruturas florais, ratificando o mecanismo de polinização por engano em *B. saxicola*.

Novas perspectivas são expostas em relação aos padrões fenológicos de *B. saxicola* e suas relações com fatores abióticos (precipitação, temperatura e umidade relativa) em um brejo de altitude no nordeste do Brasil. Assim como demonstrar que mesmo o número de visitas as flores femininas sejam menores, são suficientes para o sucesso reprodutivo da espécie, se considerarmos a alta produção de frutos em condições naturais.

Este trabalho também representa uma importante contribuição para a flora de Pernambuco.

## APÊNDICE A - GUIA PARA AUTORES ACTA BOTANICA BRASILICA

A **Acta Botanica Brasilica**, publica artigos originais, comunicações curtas e resumos de dissertações e teses voltados para biologia vegetal (abrangendo algas) em Português, Inglês e Espanhol.

Normas gerais para publicação de artigos na Acta Botanic

1. Os resumos devem apresentar-se escritos de forma sucinta, usando a fonte Times New Roman, tamanho 12, com espaçamento entre linhas 1,5 e numeração contínua de linhas, desde a primeira página. As margens ajustadas para 1,5 cm, com tamanho de página de papel A4. Podendo apresentar até 25 laudas. Caso ocorra um excedente de páginas o(os) autor(es) necessita arcar com o custeio das despesas, a critério do Corpo Editorial, mediante entendimentos prévios.

2. O texto precisa estar escrito de forma corrida, sem quebra de páginas. Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, *et al.* deverão estar grafadas em itálico.

3. O título informativo, sintetizado com a primeira letra em maiúscula, sem abreviações. Caso tenha nomes científicos e próprios devem estar completos e em maiúsculo respectivamente.

4. Nome(s) do(s) autor(es) com iniciais maiúsculas, com números sobrescritos que indicaram o rodapé, a afiliação Institucional. Autores deverão fornecer os email completos, sem abreviações. O autor que submeter o artigo será o indicado para receber e-mails de correspondências. Créditos de financiamento devem vir em agradecimentos.

5. Para a estruturação, os seguintes tópicos devem ser seguidos:

- **Resumo e abstract:** Ambos devem apresentar texto corrido, com as letras maiúsculas e em negrito, sem referências bibliográficas, com no máximo 200 palavras. Ao final citar até 5 (cinco) palavras-chaves que não podem estar presentes no texto. O resumo deve ser em português o abstract em inglês ou Resumen em Espanhol.

- **Introdução:** O texto deverá conter alguns pontos: a) abordagem e contextualização do problema; b) O que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho; c) conhecimentos atuais no campo específico do assunto abordado; d) objetivos.

- **Material e métodos:** Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá conter descrições breves. Técnicas já publicadas deverão ser apenas citadas. Nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. No item Material e métodos deve constar todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise

de dados em Resultados.

- **Resultados e discussão:** Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas), se citados, deverão ser estritamente necessários à compreensão do texto. Não fornece imagens em arquivos Microsoft® PowerPoint, geralmente geradas com baixa resolução, nem inseridas em arquivos DOC. Arquivos contendo imagens em formato Adobe® PDF não serão aceitos. Figuras ou tabelas não devem ser inseridas no texto. Os mesmos deverão ser enviados como documentos suplementares. As figuras deverão ser numeradas sequencialmente, com algarismos arábicos, colocados no canto inferior direito, legenda detalhada, com até 300 caracteres (incluindo espaços). Legendas das figuras necessitam conter nomes dos táxons com respectivos autores, informações da área de estudo ou do grupo taxonômico. Todas as figuras apresentadas deverão, obrigatoriamente, ter chamada no texto. Itens da tabela, que estejam abreviados, devem ter suas explicações na legenda. As ilustrações devem respeitar a área útil da revista, devendo ser inseridas em coluna simples ou dupla, sem prejuízo da qualidade gráfica, com resolução de pelo menos 300 dpi (ideal em 600 dpi). Para pranchas ou fotografias - usar números arábicos, do lado direito das figuras ou fotos. Para gráficos - usar letras maiúsculas do lado direito. Na editoração final, a largura máxima das figuras será de: 175 mm, para duas colunas, e de 82 mm, para uma coluna. **Figuras coloridas poderão ser aceitas, a critério do Corpo Editorial, que deverá ser previamente consultado. O(s) autor(es) deverão se responsabilizar pelos custos de impressão.**

- Em trabalhos taxonômicos, o material botânico examinado deverá ser selecionado de maneira a citarem-se apenas aqueles representativos do táxon em questão, na seguinte ordem e obedecendo o tipo de fonte das letras: **PAÍS. Estado:** Município, data, fenologia, coletor(es) número do(s) coletor(es) (sigla do Herbário). Exemplo: **BRASIL. São Paulo:** Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., Milanez 435 (SP). No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de et al. Ex.: Silva et al.

As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, deverão ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Usar abreviaturas das unidades de medida de acordo com o Sistema Internacional de Medidas (por exemplo 11 cm, 2,4 µm). O número deverá ser separado da unidade, com exceção de porcentagem, graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas (90%, 17°46'17" S, por exemplo).

Escrever por extenso os números de zero a nove (não os maiores), a menos que sejam acompanhados de unidade de medida. Exemplo: quatro árvores; 10 árvores; 6,0 mm; 1,0- 4,0

mm; 125 exsiccatas.

Chaves de identificação deverão ser, preferencialmente, indentadas. Nomes de autores de táxons não deverão aparecer. Os táxons da chave, se tratados no texto, deverão ser numerados seguindo a ordem alfabética.

Exemplo:

1. Plantas terrestres
2. Folhas orbiculares, mais de 10 cm diâm..... 2. S.

*orbicularis*

2. Folhas sagitadas, menos de 8 cm compr. .... 4.

*S. sagittalis*

1. Plantas aquáticas
3. Flores brancas..... 1.

*S. albicans*

3. Flores vermelhas. .... 3.

*S. Purpurea*

O tratamento taxonômico no texto deverá reservar o itálico e o negrito simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basiônimo e sinonímia aparecerão apenas em itálico. Autores de nomes científicos deverão ser citados de forma abreviada, de acordo com o índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para fanerógamas).

Exemplo:

1. *Sepulveda albicans* L., Sp. pl. 2: 25. 1753.

*Pertencia albicans* Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870.

Fig. 1-12

Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados e/ou Discussão deverão ser grafadas com a primeira letra em maiúsculo, seguida de um traço (-) e do texto na mesma linha.

Exemplo: Área de estudo - localiza-se ...

- **Agradecimentos:** Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá ser sucinto. Nomes de pessoas e Instituições deverão ser escritos por extenso, explicitando o motivo dos agradecimentos.

- **Referências bibliográficas:** Título com primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Se a referência bibliográfica for citada ao longo do texto, seguir

o esquema autor, ano (entre parênteses). Por exemplo: Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva et al. (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997).

-Ao final do artigo: em caixa alta e baixa, deslocado para a esquerda; seguir ordem alfabética e cronológica de autor(es); **nomes dos periódicos e títulos de livros devem ser grafados por extenso e em negrito**. Exemplos:

Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em Juncaceae. Pp. 5-22. In: **Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica**. Aracaju 1992. São Paulo, HUCITEC Ed. v.I.

Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. Amaranthaceae. **Hoehnea** **33**(2): 38-45.

Silva, A. & Santos, J. 1997. Rubiaceae. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). **Flora Brasílica**. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

Para maiores detalhes consulte os últimos fascículos rescentes da Revista, ou os links da mesma na internet: [www.botanica.org.br](http://www.botanica.org.br). ou ainda artigos on line por intermédio de [www.scielo.br/abb](http://www.scielo.br/abb).

**Não serão aceitas** Referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações de **simples** resumos simples de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses **devem ser evitadas ao máximo; se necessário, citar no corpo do texto**. Ex.: J. Santos, dados não publicados ou J. Santos, comunicação pessoal.

## APÊNDICE B - GUIA PARA AUTORES FLORA

### DESCRIÇÃO

A FLORA, a revista científica botânica com a mais longa sequência ininterrupta de publicações (desde 1818), considera manuscritos em várias áreas da botânica que atraem um amplo número de leitores científicos internacionais. A revista publica contribuições originais e artigos de revisão sobre estrutura vegetal (morfologia e anatomia), biologia do desenvolvimento vegetal (ontogenia), fitogeografia (incluindo filogeografia), genética de populações de plantas, ecologia funcional das plantas (incluindo ecofisiologia), ecologia de populações de plantas, interações bióticas entre plantas e outros organismos, ecologia de comunidades vegetais e ecologia de ecossistemas. Sugestões para edições especiais são bem-vindas, assim como compilações de manuscritos (artigos originais e de revisão) para recursos especiais sobre um tópico específico.

### PÚBLICO

Botânicos, ecologistas, ecofisiologistas, especialistas em ciências da vegetação, ecologia da vegetação, geografia de plantas, biologia da conservação, morfologistas de plantas

### GUIA PARA AUTORES

#### *Lista de verificação de envio*

Você pode usar esta lista para realizar uma verificação final do seu envio antes de enviá-lo ao periódico para revisão. Consulte a seção relevante neste Guia para autores para obter mais detalhes. Verifique se os seguintes itens estão presentes: Um autor foi designado como o autor correspondente, com detalhes de contato: • Endereço de e-mail

- Endereço postal completo Todos os arquivos necessários foram enviados:  
Manuscrito:

- Incluir palavras-chave • Todos os números (incluem legendas relevantes) • Todas as tabelas (incluindo títulos, descrição, notas de rodapé) • Verifique se todas as citações de figuras e tabelas no texto correspondem aos arquivos fornecidos • Indique claramente se a cor deve ser usada para quaisquer figuras impressas Arquivos de resumos gráficos

/ destaques (quando aplicável) Arquivos suplementares (quando aplicável) Considerações adicionais • O manuscrito foi 'ortográfico' e 'gramatical' • Todas as referências mencionadas na lista de referências são citadas no texto e vice-versa • Foi obtida permissão para uso de material protegido por direitos autorais de outras fontes (incluindo a Internet) • Uma declaração de interesses concorrentes é fornecida, mesmo que os autores não tenham interesses concorrentes para declarar • As políticas do periódico detalhadas neste guia foram revisadas • Sugestões de

árbitros e detalhes de contato fornecidos, com base nos requisitos do diário Para mais informações, visite nosso Centro de Suporte.

## **ANTES DE VOCÊ COMEÇAR**

### *Ética na publicação*

Consulte nossas páginas de informações sobre ética na publicação e diretrizes éticas para publicação em periódicos.

### *Declaração de interesse*

Todos os autores devem divulgar quaisquer relações financeiras e pessoais com outras pessoas ou organizações que possam influenciar (viés) inadequadamente seu trabalho. Exemplos de possíveis conflitos de interesse incluem emprego, consultoria, propriedade de ações, honorários, testemunhos pagos de especialistas, pedidos / registros de patentes e concessões ou outros financiamentos. Os autores devem concluir a declaração de interesse usando esse modelo e fazer o upload para o sistema de envio na etapa anexar

/ Fazer upload de arquivos. Se não houver interesse a declarar, escolha: 'Declarações de interesse: nenhuma' no modelo. Esta declaração será publicada dentro do artigo, se aceita. Mais Informações.

### *Declaração e verificação de envio*

A submissão de um artigo implica que o trabalho descrito não tenha sido publicado anteriormente (exceto na forma de resumo, palestra publicada ou tese acadêmica, consulte 'Publicação múltipla, redundante ou simultânea' para obter mais informações), que não está sendo considerado para publicação em outro lugar, que sua publicação seja aprovada por todos os autores e tácita ou explicitamente pelas autoridades responsáveis por onde o trabalho foi realizado e que, se aceito, não será publicado em outro lugar da mesma forma, em inglês ou em qualquer outro idioma, inclusive eletronicamente, sem o consentimento por escrito do titular dos direitos autorais. Para verificar a originalidade, seu artigo pode ser verificado pelo serviço de detecção de originalidade Crossref Similarity Check.

### *Preprints*

Observe que as pré-impressões podem ser compartilhadas em qualquer lugar a qualquer momento, de acordo com a política de compartilhamento da Elsevier. Compartilhar suas pré-impressões, por exemplo em um servidor de pré-impressão não contará como publicação prévia (consulte 'Publicação múltipla, redundante ou simultânea' para obter mais informações).

### *Uso de linguagem inclusiva*

A linguagem inclusiva reconhece a diversidade, transmite respeito a todas as pessoas, é sensível às diferenças e promove a igualdade de oportunidades. Os artigos não devem fazer

suposições sobre as crenças ou compromissos de qualquer leitor, não devem conter nada que implique que um indivíduo seja superior a outro por motivos de raça, sexo, cultura ou qualquer outra característica e deve usar linguagem inclusiva. Os autores devem garantir que a escrita esteja livre de preconceitos, por exemplo, usando "ele ou ela", "ele / ela" em vez de "ele" ou "dele" e utilizando títulos de trabalho livres de estereótipos (por exemplo, "presidente 'em vez de' presidente 'e' comissária de bordo 'em vez de' aeromoça ').

#### *Contribuições do autor*

Para maior transparência, incentivamos os autores a enviar um arquivo de declaração do autor descrevendo suas contribuições individuais ao trabalho, usando as funções relevantes do CRediT: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise formal; Aquisição de recursos; Investigação; Metodologia; Administração de projetos; Recursos; Programas; Supervisão; Validação; Visualização; Funções / Redação - rascunho original; Redação - revisão e edição. As declarações de autoria devem ser formatadas com os nomes dos autores primeiro e as funções de CRediT a seguir.

#### *Mudanças na autoria*

Espera-se que os autores considerem cuidadosamente a lista e a ordem dos autores antes de enviar seu manuscrito e forneçam a lista definitiva de autores no momento da submissão original. Qualquer adição, exclusão ou reorganização de nomes de autores na lista de autorias deve ser feita somente antes da aceitação do manuscrito e somente se aprovado pelo Editor da revista. Para solicitar tal alteração, o Editor deve receber o seguinte do autor correspondente: (a) o motivo da alteração na lista de autores e (b) confirmação por escrito (e-mail, carta) de todos os autores de que eles concordam com a adição, remoção ou reorganização. No caso de adição ou remoção de autores, isso inclui a confirmação do autor que está sendo adicionado ou removido.

Somente em circunstâncias excepcionais o Editor considerará a adição, exclusão ou reorganização de autores após a aceitação do manuscrito. Enquanto o Editor considerar a solicitação, a publicação do manuscrito será suspensa. Se o manuscrito já tiver sido publicado em uma edição on-line, quaisquer solicitações aprovadas pelo Editor resultarão em uma retificação.

#### *Serviço de transferência de artigos*

Este periódico faz parte do nosso Serviço de transferência de artigos. Isso significa que, se o Editor considerar que seu artigo é mais adequado em um de nossos outros periódicos participantes, você poderá ser solicitado a transferir o artigo para um deles. Se você concordar, seu artigo será transferido automaticamente em seu nome, sem a necessidade de reformatar.

Observe que seu artigo será revisado novamente pela nova revista. Mais Informações.

#### *Direito autoral*

Após a aceitação de um artigo, os autores serão solicitados a preencher um 'Contrato de Publicação de Revista' (veja mais informações sobre isso). Um e-mail será enviado ao autor correspondente, confirmando o recebimento do manuscrito, juntamente com um formulário 'Journal Publishing Agreement' ou um link para a versão online deste contrato.

Os assinantes podem reproduzir índices ou preparar listas de artigos, incluindo resumos para circulação interna dentro de suas instituições. É necessária permissão do Publicador para revenda ou distribuição fora da instituição e para todos os outros trabalhos derivados, incluindo compilações e traduções. Se trechos de outras obras protegidas por direitos autorais forem incluídos, o (s) autor (es) deverá obter permissão por escrito dos proprietários dos direitos autorais e creditar a (s) fonte (s) do artigo. A Elsevier pré- imprimiu formulários para uso dos autores nesses casos.

Para artigos de acesso aberto em ouro: Após a aceitação de um artigo, os autores deverão preencher um 'Contrato de Licença Exclusivo' (mais informações). A reutilização permitida por terceiros de artigos de acesso aberto em ouro é determinada pela escolha do autor da licença do usuário.

#### *Direitos de autor*

Como autor, você (ou seu empregador ou instituição) tem certos direitos para reutilizar seu trabalho. Mais Informações.

Elsevier suporta compartilhamento responsável

Descubra como você pode compartilhar sua pesquisa publicada nas revistas Elsevier.

#### *Papel da fonte de financiamento*

Você é solicitado a identificar quem forneceu apoio financeiro para a condução da pesquisa e / ou preparação do artigo e a descrever brevemente o papel do (s) patrocinador (es), se houver, no desenho do estudo; na coleta, análise e interpretação dos dados; na redação do relatório; e na decisão de submeter o artigo para publicação. Se a (s) fonte (s) de financiamento não teve esse envolvimento, isso deve ser declarado.

#### *Acesso livre*

Visite nossa página de acesso aberto na página inicial da revista para obter mais informações.

#### *Idioma (serviços de uso e edição)*

Por favor, escreva seu texto em bom inglês (o uso americano ou britânico é aceito, mas não uma mistura deles). Os autores que sentirem seus manuscritos no idioma inglês poderão

precisar de edição para eliminar possíveis erros gramaticais ou ortográficos e que estejam em conformidade com o inglês científico correto.

#### *Submissão*

Nosso sistema de envio on-line orienta você passo a passo no processo de inserir os detalhes do seu artigo e fazer o upload dos seus arquivos. O sistema converte seus arquivos de artigos em um único arquivo PDF usado no processo de revisão por pares. Arquivos editáveis (por exemplo, Word, LaTeX) são necessários para digitar seu artigo para publicação final. Toda a correspondência, incluindo a notificação da decisão do Editor e os pedidos de revisão, é enviada por e-mail.

#### *Envie seu artigo*

Envie seu artigo por <https://www.editorialmanager.com/flora/default.aspx>

Submissão de trabalhos com alunos de graduação ou pós-graduação como autores principais

A FLORA iniciou uma nova seção em seu diário dedicada a destacar publicações de pesquisa originais e excepcionais que fazem parte de teses de estudantes de graduação ou pós-graduação e levam o nome do aluno como autor principal.

Os artigos desta categoria serão publicados sob o título "Pesquisa Destacada de Alunos" e serão marcados de acordo com a tabela de conteúdo do volume em que são publicados.

Esta iniciativa visa honrar a pesquisa de estudantes da mais alta qualidade, e os trabalhos devem ser recomendados para essa honra pelos Editores de Manuseio da FLORA, seguindo o processo normal de revisão por pares.

Os estudantes que desejarem que seus trabalhos sejam considerados para a honra devem explicar na carta de apresentação as principais razões pelas quais o trabalho representa uma contribuição notável para o campo e indicar esse desejo marcando a caixa apropriada para o trabalho de Pesquisa de Estudantes Destacados da FLORA durante o online processo de envio.

#### *Árbitros*

Envie os nomes e os endereços de email institucionais de vários árbitros em potencial. Para mais detalhes, visite nosso site de Suporte. Observe que o editor se reserva o direito exclusivo de decidir se os revisores sugeridos serão ou não utilizados.

### **PREPARAÇÃO**

#### *Revisão por pares*

Esta revista opera um processo de revisão cego único. Todas as contribuições serão avaliadas inicialmente pelo editor quanto à adequação à revista. Os artigos considerados adequados são normalmente enviados a um mínimo de dois revisores especialistas

independentes para avaliar a qualidade científica do artigo. O Editor é responsável pela decisão final em relação à aceitação ou rejeição de artigos. A decisão do editor é final. Mais informações sobre os tipos de revisão por pares.

#### *Uso de software de processamento de texto*

É importante que o arquivo seja salvo no formato nativo do processador de texto usado. O texto deve estar no formato de coluna única. Mantenha o layout do texto o mais simples possível. A maioria dos códigos de formatação será removida e substituída no processamento do artigo. Em particular, não use as opções do processador de texto para justificar texto ou hifenizar palavras. No entanto, use negrito, itálico, subscritos, sobrescritos etc. Ao preparar tabelas, se você estiver usando uma grade de tabela, use apenas uma grade para cada tabela individual e não uma grade para cada linha. Se nenhuma grade for usada, use tabulações, não espaços, para alinhar colunas. O texto eletrônico deve ser preparado de maneira muito semelhante à dos manuscritos convencionais (consulte também o *Guide to Publishing with Elsevier*). Observe que os arquivos de origem de figuras, tabelas e gráficos de texto serão necessários, independentemente de você incorporar ou não suas figuras no texto. Veja também a seção *Arte eletrônica*.

Para evitar erros desnecessários, é altamente recomendável usar as funções 'verificação ortográfica' e 'gramática' do seu processador de texto.

Numere páginas e linhas consecutivamente ao longo do manuscrito.

**Estrutura do artigo** Subdivisão - seções numeradas Divida seu artigo em seções claramente definidas e numeradas. As subseções devem ser numeradas como 1.1 (depois 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (o resumo não está incluído na numeração da seção). Use esta numeração também para referência cruzada interna: não se refira apenas ao 'texto'. Qualquer subseção pode receber um breve cabeçalho. Cada cabeçalho deve aparecer em sua própria linha separada.

**Introdução** Declare os objetivos do trabalho e forneça um histórico adequado, evitando um levantamento detalhado da literatura ou um resumo dos resultados. **material e métodos** Forneça detalhes suficientes para permitir que o trabalho seja reproduzido por um pesquisador independente. Os métodos já publicados devem ser resumidos e indicados por uma referência. Se estiver citando diretamente de um método publicado anteriormente, use aspas e também cite a fonte. Quaisquer modificações nos métodos existentes também devem ser descritas. **Teoria / cálculo** uma seção de Teoria deve estender, sem repetir, os antecedentes do artigo já tratado na **Introdução** e estabelecer as bases para novos trabalhos. Por outro lado, uma seção de **Cálculo** representa um desenvolvimento prático a partir de uma base teórica. **Resultados** Os resultados devem ser claros e concisos. **Discussão** Isso deve explorar a importância dos resultados do

trabalho, não repeti-los. Uma seção combinada de resultados e discussão é geralmente apropriada. Evite citações extensas e discussão da literatura publicada. Conclusões As principais conclusões do estudo podem ser apresentadas em uma seção curta de Conclusões, que pode ser isolada ou formar uma subseção de uma seção Discussão ou Resultados e Discussão. Apêndices Se houver mais de um apêndice, eles devem ser identificados como A, B etc. Fórmulas e equações nos apêndices devem receber numeração separada: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc. .; em um apêndice subsequente, Eq. (B.1) e assim por diante. Da mesma forma para tabelas e figuras: Tabela A.1; Fig. A.1, etc.

#### *Informações essenciais da página de rosto*

**Título.** Conciso e informativo. Os títulos são frequentemente usados em sistemas de recuperação de informações. Evite abreviações e fórmulas sempre que possível.

- **Nomes e afiliações de autores.** Indique claramente os nomes e sobrenomes de cada autor e verifique se todos os nomes estão escritos com precisão. Você pode adicionar seu nome entre parênteses em seu próprio script por trás da transliteração em inglês. Apresente os endereços de afiliação dos autores (onde o trabalho real foi realizado) abaixo dos nomes. Indique todas as afiliações com uma letra minúscula sobrescrita imediatamente após o nome do autor e na frente do endereço apropriado. Forneça o endereço postal completo de cada afiliação, incluindo o nome do país e, se disponível, o endereço de e-mail de cada autor.

- **Autor correspondente.** Indique claramente quem irá lidar com a correspondência em todas as etapas da arbitragem e publicação, também após a publicação. Essa responsabilidade inclui responder a quaisquer perguntas futuras sobre Metodologia e Materiais. Verifique se o endereço de email é fornecido e se os detalhes de contato são mantidos atualizados pelo autor correspondente.

- **Endereço atual / permanente.** Se um autor se mudou desde que o trabalho descrito no artigo foi concluído ou estava visitando na época, um 'Endereço atual' (ou 'Endereço permanente') pode ser indicado como uma nota de rodapé para o nome desse autor. O endereço em que o autor realmente fez o trabalho deve ser mantido como o principal endereço de afiliação. Números arábicos sobrescritos são usados para essas notas de rodapé.

#### *Luzes*

Os destaques são obrigatórios para esta revista, pois ajudam a aumentar a descoberta do seu artigo por meio de mecanismos de pesquisa. Eles consistem em uma pequena coleção de tópicos que capturam os novos resultados de sua pesquisa, bem como novos métodos usados durante o estudo (se houver). Veja os exemplos aqui: exemplo Destaques.

Os destaques devem ser enviados em um arquivo editável separado no sistema de envio

on-line. Use 'Destaques' no nome do arquivo e inclua 3 a 5 pontos de marcador (máximo de 85 caracteres, incluindo espaços, por ponto de marcador;

#### *Abstract*

É necessário um resumo conciso e factual. O resumo deve indicar brevemente o objetivo da pesquisa, os principais resultados e as principais conclusões. Um resumo é frequentemente apresentado separadamente do artigo, portanto, ele deve poder ser autônomo. Por esse motivo, as referências devem ser evitadas, mas se essencial, cite o

(s) autor (es) e ano (s). Além disso, abreviações não padronizadas ou incomuns devem ser evitadas, mas, se essenciais, devem ser definidas na primeira menção no próprio resumo.

#### *Resumo gráfico.*

Embora um resumo gráfico seja opcional, seu uso é incentivado, pois chama mais atenção o artigo on-line. O resumo gráfico deve resumir o conteúdo do artigo de forma concisa e pictórica, projetada para capturar a atenção de um público amplo. Os resumos gráficos devem ser enviados como um arquivo separado no sistema de envio on-line. Tamanho da imagem: forneça uma imagem com no mínimo  $531 \times 1328$  pixels (h  $\times$  w) ou proporcionalmente mais. A imagem deve ser legível no tamanho de  $5 \times 13$  cm, usando uma resolução de tela regular de 96 dpi. Tipos de arquivos preferidos: arquivos TIFF, EPS, PDF ou MS Office. Você pode ver resumos gráficos de exemplo em nosso site de informações. Os autores podem fazer uso dos serviços de ilustração da Elsevier para garantir a melhor apresentação de suas imagens e de acordo com todos os requisitos técnicos.

#### *Palavras-chave*

Imediatamente após o resumo, forneça no máximo 6 palavras-chave, usando a ortografia britânica e evitando termos gerais e plurais e vários conceitos (evite, por exemplo, 'e', 'de'). Seja poupador de abreviações: somente as abreviações firmemente estabelecidas no campo podem ser elegíveis. Essas palavras-chave serão usadas para fins de indexação. Abreviações Defina abreviações que não são padrão neste campo em uma nota de rodapé a ser colocada na primeira página do artigo. Tais abreviaturas inevitáveis no resumo devem ser definidas na sua primeira menção lá, bem como na nota de rodapé. Garanta a consistência das abreviações ao longo do artigo.

#### *Nomenclatura e referência taxonômica*

Se você tiver um pequeno número de espécies (ou unidades de vegetação), indique nomes completos e autorias na primeira aparição no texto e pule os autores a seguir. No caso de um grande número de nomes de espécies (ou unidades de vegetação), consulte uma fonte padrão de nomenclatura, como uma lista de verificação ou uma flora. As referências (no formato

FLORA) podem ser adicionadas seguindo as palavras-chave, veja o exemplo abaixo. Não use a citação do autor para nomes no texto se eles forem fornecidos na fonte da nomenclatura.

Nomenclatura: Stace (2010) para plantas vasculares; Hill et al. (2006) para musgos

#### *Reconhecimentos*

Agrupe os agradecimentos em uma seção separada no final do artigo antes das referências e, portanto, não os inclua na página de título, como uma nota de rodapé do título ou de outra forma. Liste aqui as pessoas que forneceram ajuda durante a pesquisa (por exemplo, fornecendo ajuda ao idioma, assistência por escrito ou prova de leitura do artigo etc.).

#### *Formatação de fontes de financiamento*

Liste as fontes de financiamento dessa maneira padrão para facilitar a conformidade com os requisitos do financiador:

Financiamento: Este trabalho foi financiado pelos Institutos Nacionais de Saúde [números de concessão xxxx, aaaa]; a Fundação Bill & Melinda Gates, Seattle, WA [número de concessão zzzz]; e os Institutos de Paz dos Estados Unidos [número da concessão aaaa].

Não é necessário incluir descrições detalhadas sobre o programa ou tipo de subsídios e prêmios. Quando o financiamento for proveniente de uma concessão em bloco ou de outros recursos disponíveis para uma universidade, faculdade ou outra instituição de pesquisa, envie o nome do instituto ou organização que forneceu o financiamento.

Se nenhum financiamento foi fornecido para a pesquisa, inclua a seguinte frase:

Esta pesquisa não recebeu nenhum subsídio específico de agências de fomento nos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

#### *Obra de arte*

##### Arte eletrônica Pontos gerais

- Certifique-se de usar letras e tamanhos uniformes do trabalho artístico original.
- Incorpore as fontes usadas se o aplicativo fornecer essa opção.
- Procure usar as seguintes fontes em suas ilustrações: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol ou use fontes parecidas.
- Numere as ilustrações de acordo com a sequência no texto.
- Use uma convenção de nomenclatura lógica para seus arquivos de ilustrações.
- Forneça legendas para ilustrações separadamente.
- Dimensione as ilustrações próximas às dimensões desejadas da versão publicada.
- Envie cada ilustração como um arquivo separado.
- Certifique-se de que as imagens coloridas sejam acessíveis a todos, inclusive àqueles com visão de cores prejudicada.

Um guia detalhado sobre arte eletrônica está disponível.

Você deve visitar este site; alguns trechos das informações detalhadas são fornecidos aqui. Formatos

Se a arte eletrônica for criada em um aplicativo do Microsoft Office (Word, PowerPoint, Excel), forneça 'como está' no formato de documento nativo.

Independentemente do aplicativo usado que não seja o Microsoft Office, quando a arte final eletrônica for finalizada, 'Salvar como' ou converta as imagens em um dos seguintes formatos (observe os requisitos de resolução para desenhos de linhas, meios-tons e combinações de linhas / meios-tons indicados abaixo):

EPS (ou PDF): desenhos vetoriais, incorpore todas as fontes usadas.

TIFF (ou JPEG): fotografias coloridas ou em escala de cinza (meios-tons), mantenha no mínimo 300 dpi.

TIFF (ou JPEG): os desenhos de linha de bitmap (pixels em preto e branco puro) mantêm um mínimo de 1000 dpi. TIFF (ou JPEG): combinações de linha / meio-tons de bitmap (cores ou escala de cinza), mantenha um mínimo de 500 dpi.

*Não pode:*

- Forneça arquivos otimizados para uso na tela (por exemplo, GIF, BMP, PICT, WPG); estes geralmente possuem um número baixo de pixels e um conjunto limitado de cores; Forneça arquivos com resolução muito baixa;
- Envie gráficos desproporcionalmente grandes para o conteúdo.

*Arte colorida*

Verifique se os arquivos de arte-final estão em um formato aceitável (TIFF (ou JPEG), EPS (ou PDF) ou arquivos do MS Office) e com a resolução correta. Se, juntamente com o artigo aceito, você enviar figuras coloridas utilizáveis, a Elsevier garantirá, sem custo adicional, que essas figuras apareçam coloridas on-line (por exemplo, ScienceDirect e outros sites), independentemente de essas ilustrações serem ou não reproduzidas em cores. na versão impressa. Para a reprodução de cores impressas, você receberá informações da Elsevier sobre os custos após o recebimento do artigo aceito. Indique sua preferência por cores: impressa ou online. Mais informações sobre a preparação de obras de arte eletrônicas.

*Serviços de ilustração*

Os Serviços para autores da Elsevier oferecem serviços de ilustração para autores que se preparam para enviar um manuscrito, mas preocupados com a qualidade das imagens que acompanham seu artigo. Os ilustradores especialistas da Elsevier podem produzir imagens científicas, técnicas e de estilo médico, além de uma ampla gama de tabelas, tabelas e gráficos.

O 'polimento' da imagem também está disponível, onde nossos ilustradores levam suas imagens e as aprimoram para um padrão profissional. Por favor, visite o site para saber mais.

#### *Legendas das figuras*

Verifique se cada ilustração tem uma legenda. Forneça as legendas separadamente, não anexadas à figura, e adicione-as no final do arquivo do manuscrito. Uma legenda deve incluir um título breve (não na figura) e uma descrição da ilustração. Mantenha o texto nas ilustrações em si, no mínimo, mas explique todos os símbolos e abreviações usadas.

#### *Tabelas*

Envie as tabelas como texto editável e não como imagens. As tabelas podem ser colocadas ao lado do texto relevante no artigo ou em páginas separadas no final. Numere as tabelas consecutivamente de acordo com sua aparência no texto e coloque as notas da tabela abaixo do corpo da tabela. Seja poupador no uso de tabelas e verifique se os dados apresentados nelas não duplicam os resultados descritos em outras partes do artigo. Evite usar regras verticais e sombreamento nas células da tabela.

#### *Referências*

Citação no texto Certifique-se de que todas as referências citadas no texto também estejam presentes na lista de referências (e vice-versa). Todas as referências citadas no resumo devem ser fornecidas na íntegra. Resultados não publicados e comunicações pessoais não são recomendados na lista de referências, mas podem ser mencionados no texto. Se essas referências forem incluídas na lista de referências, elas devem seguir o estilo de referência padrão da revista e incluir uma substituição da data de publicação por 'Resultados não publicados' ou 'Comunicação pessoal'. A citação de uma referência como 'no prelo' implica que o item foi aceito para publicação e que uma cópia da página de título do artigo relevante deve ser enviada. Referências da Web No mínimo, o URL completo deve ser fornecido e a data em que a referência foi acessada pela última vez. Qualquer informação adicional, se conhecida (DOI, nomes de autores, datas, referência a uma publicação de origem, etc.), também deve ser fornecida. As referências da Web podem ser listadas separadamente (por exemplo, após a lista de referências) em um cabeçalho diferente, se desejado, ou podem ser incluídas na lista de referências. Referências de dados este diário incentiva você a citar conjuntos de dados subjacentes ou relevantes em seu manuscrito, citando-os em seu texto e incluindo uma referência de dados em sua Lista de Referência. As referências de dados devem incluir os seguintes elementos: nome (s) do autor, título do conjunto de dados, repositório de dados, versão (quando disponível), ano e identificador persistente global. Adicione [conjunto de dados] imediatamente antes da referência para que possamos identificá-lo adequadamente como uma referência de

dados. O identificador [conjunto de dados] não aparecerá no seu artigo publicado. Referências em uma edição especial Certifique-se de que as palavras 'esta edição' sejam adicionadas a todas as referências na lista (e quaisquer citações no texto) a outros artigos na mesma edição especial.

#### *Software de gerenciamento de referência*

A maioria dos periódicos da Elsevier tem seu modelo de referência disponível em muitos dos mais populares produtos de software de gerenciamento de referência. Isso inclui todos os produtos que suportam estilos de linguagem de estilo de citação, como Mendeley. Usando plugins de citação desses produtos, os autores precisam apenas selecionar o modelo de periódico apropriado ao preparar seu artigo, após o qual citações e bibliografias serão formatadas automaticamente no estilo da revista. Se ainda não houver um modelo disponível para este periódico, siga o formato das referências e citações de amostra, conforme mostrado neste Guia. Se você usar o software de gerenciamento de referência, remova todos os códigos de campo antes de enviar o manuscrito eletrônico. Mais informações sobre como remover códigos de campo de diferentes softwares de gerenciamento de referência.

Os usuários do Mendeley Desktop podem instalar facilmente o estilo de referência deste diário clicando no seguinte link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/flora>

Ao preparar seu manuscrito, você poderá selecionar esse estilo usando os plugins Mendeley para Microsoft Word ou LibreOffice.

#### *Estilo de referência*

Texto: Todas as citações no texto devem se referir a:

1. Autor único: nome do autor (sem iniciais, a menos que exista ambiguidade) e o ano de publicação;
2. Dois autores: nome dos autores e ano de publicação;
3. Três ou mais autores: nome do primeiro autor seguido por 'et al.' e o ano de publicação. Citações podem ser feitas diretamente (ou entre parênteses). Grupos de referências podem ser listados primeiro em ordem alfabética, depois cronologicamente ou vice-versa.

Exemplos: 'como demonstrado (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan e Jones, 1999)... Ou, como demonstrado (Jones, 1999; Allan, 2000) ... Kramer et al. (2010) mostraram recentemente ... 'Lista: As referências devem ser organizadas primeiro em ordem alfabética e depois ordenadas cronologicamente, se necessário. Mais de uma referência do (s) mesmo (s) autor (es) no mesmo ano deve ser identificada pelas letras 'a', 'b', 'c' etc., inseridas após o ano de publicação.

Exemplos: Referência a uma publicação em periódico: Van der Geer, J., Hanraads, J.A.

J., Lupton, R.A., 2010. A arte de escrever um artigo científico. *J. Sci. Comum.* 163, 51-

59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>. Referência a uma publicação de revista com um número de artigo: Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2018. A arte de escrever um artigo científico. *Heliyon.* 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>. Referência a um livro: Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, quarta ed. Longman, Nova Iorque. Referência a um capítulo em um livro editado: Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. Como preparar uma versão eletrônica de seu artigo, em: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introdução à Era Eletrônica*. E-Publishing Inc., Nova York, pp. 281-304. Referência a um site: Cancer Research UK, 1975. Relatórios de estatísticas de câncer para o Reino Unido. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (acessado em 13 de março de 2003). Referência a um conjunto de dados: [conjunto de dados] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Dados de mortalidade para doenças da murcha do carvalho japonês e composições florestais circundantes. *Mendeley Data*, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>. Fonte de abreviações do periódico. Os nomes dos periódicos devem ser abreviados de acordo com a lista de abreviações de palavras do título.

#### *Vídeo*

A Elsevier aceita material de vídeo e seqüências de animação para apoiar e aprimorar sua pesquisa científica. Os autores que possuem arquivos de vídeo ou animação que desejam enviar com o artigo são fortemente encorajados a incluir links para eles no corpo do artigo. Isso pode ser feito da mesma maneira que uma figura ou tabela, consultando o conteúdo do vídeo ou da animação e anotando no texto do corpo onde ele deve ser colocado. Todos os arquivos enviados devem ser devidamente rotulados para que se relacionem diretamente com o conteúdo do arquivo de vídeo. Para garantir que seu material de vídeo ou animação seja diretamente utilizável, forneça o arquivo em um dos nossos formatos de arquivo recomendados com um tamanho máximo preferido de 150 MB por arquivo, 1 GB no total. Os arquivos de vídeo e animação fornecidos serão publicados on-line na versão eletrônica do seu artigo nos produtos da Elsevier Web, incluindo o ScienceDirect. Forneça seus arquivos estáticos: você pode escolher qualquer quadro do vídeo ou da animação ou criar uma imagem separada. Eles serão usados em vez de ícones padrão e personalizarão o link para seus dados de vídeo. Para instruções mais detalhadas, visite nossas páginas de instruções em vídeo. Nota: como o vídeo e a animação não podem ser incorporados na versão impressa da revista, forneça texto para a versão eletrônica e impressa para as partes do artigo que se referem a este conteúdo. Visualização de dados inclua visualizações de dados interativas em sua publicação e deixe seus leitores interagirem e se envolverem mais de perto com sua pesquisa. Siga as instruções aqui para saber mais sobre as

opções de visualização de dados disponíveis e como incluí-las em seu artigo.

#### *Material complementar*

Material suplementar, como aplicativos, imagens e clipes de som, pode ser publicado com o seu artigo para aprimorá-lo. Os itens suplementares enviados são publicados exatamente como são recebidos (os arquivos Excel ou PowerPoint aparecerão como tais online). Envie seu material juntamente com o artigo e forneça uma legenda concisa e descritiva para cada arquivo suplementar. Se você deseja fazer alterações no material suplementar durante qualquer etapa do processo, forneça um arquivo atualizado. Não anote correções em uma versão anterior. Desative a opção 'Rastrear alterações' nos arquivos do Microsoft Office, pois eles aparecerão na versão publicada.

#### *Dados de pesquisa*

Este periódico incentiva e permite que você compartilhe dados que suportam sua publicação de pesquisa, quando apropriado, e permite interligar os dados com seus artigos publicados. Os dados da pesquisa se referem aos resultados de observações ou experimentações que validam os resultados da pesquisa. Para facilitar a reprodutibilidade e a reutilização de dados, este periódico também o incentiva a compartilhar seu software, código, modelos, algoritmos, protocolos, métodos e outros materiais úteis relacionados ao projeto.

Abaixo estão algumas maneiras pelas quais você pode associar dados ao seu artigo ou fazer uma declaração sobre a disponibilidade dos dados ao enviar seu manuscrito. Se você estiver compartilhando dados de uma dessas maneiras, incentive-o a citar os dados em seu manuscrito e lista de referências. Por favor, consulte a seção "Referências" para obter mais informações sobre citação de dados. Para obter mais informações sobre depósito, compartilhamento e uso de dados de pesquisa e outros materiais de pesquisa relevantes, visite a página de dados de pesquisa.

#### *Ligação de dados*

Se você disponibilizou seus dados de pesquisa em um repositório de dados, pode vincular seu artigo diretamente ao conjunto de dados. A Elsevier colabora com vários repositórios para vincular artigos no ScienceDirect com repositórios relevantes, oferecendo aos leitores acesso aos dados subjacentes, o que lhes proporciona uma melhor compreensão da pesquisa descrita.

Existem diferentes maneiras de vincular seus conjuntos de dados ao seu artigo. Quando disponível, você pode vincular diretamente o conjunto de dados ao artigo, fornecendo as informações relevantes no sistema de envio. Para mais informações, visite a página de vinculação do banco de dados.

Para repositórios de dados suportados, um banner do repositório aparecerá

automaticamente ao lado do artigo publicado no ScienceDirect.

Além disso, você pode vincular dados ou entidades relevantes por meio de identificadores no texto do seu manuscrito, usando o seguinte formato: Banco de dados: xxxx (por exemplo, TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

#### *Mendeley Data*

Este diário suporta o Mendeley Data, permitindo que você deposite quaisquer dados de pesquisa (incluindo dados brutos e processados, vídeo, código, software, algoritmos, protocolos e métodos) associados ao seu manuscrito em um repositório de acesso aberto e de uso livre. Durante o processo de envio, após o upload do seu manuscrito, você terá a oportunidade de enviar seus conjuntos de dados relevantes diretamente para o Mendeley Data. Os conjuntos de dados serão listados e diretamente acessíveis aos leitores ao lado do seu artigo publicado online.

Para mais informações, visite a página Mendeley Data for journal.

#### *Dados resumidos*

Você tem a opção de converter uma ou todas as partes de seus dados brutos adicionais ou adicionais em um ou vários artigos de dados, um novo tipo de artigo que hospeda e descreve seus dados. Os artigos de dados garantem que seus dados sejam revisados, organizados, formatados, indexados, com base em DOI e disponibilizados publicamente a todos após a publicação. Recomendamos que você envie seu artigo para Data in Brief como um item adicional diretamente ao lado da versão revisada do seu manuscrito. Se o seu artigo de pesquisa for aceito, seu artigo de dados será automaticamente transferido para o Data in Brief, onde será revisado e publicado editorialmente no diário de dados de acesso aberto, Data in Brief. Observe que uma taxa de acesso aberto de 600 USD é paga pela publicação no Data in Brief. Detalhes completos podem ser encontrados no site Data in Brief. Por favor, use este modelo para escrever seus dados em resumo.

#### *Método sX*

Você tem a opção de converter protocolos e métodos relevantes em um ou vários artigos de MethodsX, um novo tipo de artigo que descreve os detalhes de métodos de pesquisa personalizados. Muitos pesquisadores gastam uma quantidade significativa de tempo desenvolvendo métodos para atender às suas necessidades ou configurações específicas, mas geralmente sem obter crédito por essa parte do trabalho. O MethodsX, um periódico de acesso aberto, agora publica essas informações para torná-las pesquisáveis, revisadas por pares, citáveis e reproduzíveis. Os autores são incentivados a enviar seu artigo MethodsX como um item adicional diretamente ao lado da versão revisada de seu manuscrito. Se o seu artigo de pesquisa

for aceito, o artigo de métodos será automaticamente transferido para o MethodsX, onde será revisado editorialmente. Observe que uma taxa de acesso aberto é paga pela publicação no MethodsX. Detalhes completos podem ser encontrados no site da MethodsX. Por favor, use este modelo para preparar o seu artigo MethodsX.

#### *Declaração de dados*

Para promover a transparência, recomendamos que você indique a disponibilidade de seus dados em seu envio. Isso pode ser um requisito do seu organismo ou instituição de financiamento. Se seus dados estiverem indisponíveis para acessar ou inadequados para postagem, você terá a oportunidade de indicar o motivo durante o processo de envio, por exemplo, afirmando que os dados da pesquisa são confidenciais. A declaração aparecerá com seu artigo publicado no ScienceDirect. Para mais informações, visite a página Data Statement.

A revista FLORA exige que os autores depositem os dados associados aos trabalhos aceitos em um arquivo público. Para dados de sequência de genes e árvores filogenéticas, é necessária a deposição no GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>) ou TreeBASE (<http://www.treebase.org>), respectivamente. Existem muitos arquivos possíveis que podem se adequar a um conjunto de dados específico, incluindo o repositório Dryad para dados de biologia ecológica e evolutiva (<http://datadryad.org>). Todos os números de acesso para GenBank, TreeBASE e Dryad devem ser incluídos nos manuscritos aceitos antes de irem para Produção.

#### **APÓS A ACEITAÇÃO**

Correção de prova online para garantir um rápido processo de publicação do artigo, solicitamos aos autores que forneçam suas correções de prova em dois dias. Os autores correspondentes receberão um e-mail com um link para o nosso sistema de provas on-line, permitindo anotação e correção de provas on-line. O ambiente é semelhante ao MS Word: além de editar o texto, você também pode comentar sobre figuras / tabelas e responder perguntas do Editor de Cópias. A revisão baseada na Web fornece um processo mais rápido e menos propenso a erros, permitindo que você digite diretamente suas correções, eliminando a possível introdução de erros. Se preferir, você ainda pode optar por fazer anotações e fazer upload de suas edições na versão PDF. Todas as instruções para provas serão fornecidas no e-mail que enviamos aos autores, incluindo métodos alternativos à versão online e PDF. Faremos todo o possível para publicar seu artigo com rapidez e precisão. Use esta prova apenas para verificar a composição, edição, integridade e correção do texto, tabelas e figuras. Alterações significativas no artigo, como aceito para publicação, serão consideradas apenas nesta fase com a permissão do Editor. É importante garantir que todas as correções sejam enviadas de volta em uma única comunicação. Verifique cuidadosamente antes de responder, pois a inclusão de quaisquer

correções subsequentes não pode ser garantida. A revisão é de sua exclusiva responsabilidade.

**Offprints** O autor correspondente receberá, sem nenhum custo, um link de compartilhamento personalizado com 50 dias de acesso gratuito à versão final publicada do artigo no ScienceDirect. O link de compartilhamento pode ser usado para compartilhar o artigo por qualquer canal de comunicação, incluindo e-mail e mídia social. Por um custo extra, as impressões em papel podem ser solicitadas através do formulário de pedido de impressão, enviado assim que o artigo for aceito para publicação. Os autores e os co-autores correspondentes podem solicitar impressões a qualquer momento através dos Serviços de autor da Elsevier. Os autores correspondentes que publicaram o acesso aberto em ouro do artigo não recebem um Link de compartilhamento, pois sua versão final publicada do artigo está disponível como acesso aberto no ScienceDirect e pode ser compartilhada através do link DOI do artigo.

### **INQUÉRITOS DO AUTOR**

Visite o Centro de suporte da Elsevier para encontrar as respostas necessárias. Aqui você encontra tudo, desde Perguntas frequentes até maneiras de entrar em contato. Você também pode verificar o status do seu artigo enviado ou descobrir quando o seu artigo aceito será publicado.