



Occurrence of florivory in edge species in an Atlantic Forest fragment

Ocorrência de florivoria em espécies de borda em fragmento de Floresta Atlântica

VASQUES, Agrícia Gabriella Estevam Barros Correia ⁽¹⁾; PRAZERES, Ranuzia Gabriela Lúcia Amaral ⁽²⁾; COSTA, Karine de Matos ⁽³⁾; LEITE, Ana Virgínia ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ 0000-0002-4277-0316; Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, Pernambuco (PE), BRASIL, agriciagv@gmail.com;

⁽²⁾ 0009-0001-2355-313X; Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, Pernambuco (PE), BRASIL, ranuziagabriela@gmail.com;

⁽³⁾ 0000-0002-9212-8903; Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Pernambuco (PE), BRASIL, karinecostabio@gmail.com;

⁽⁴⁾ 0000-0001-7120-384X; Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, Pernambuco (PE), BRASIL, avleite@yahoo.com.br

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

ABSTRACT

The relationship between flowers and floral visitors can be mutualistic or antagonistic. Florivory is defined as floral damage to reproductive and/or sterile attributes. Some studies claim that floral attractants for pollinators also attract florivores. Therefore, the objective of this study is to analyze the occurrence of florivory in species from the edge of the Atlantic Forest, identifying the possible floral attributes associated with the attractiveness to florivores. Seven species were analyzed: *Tridax procumbens*, *Sphagneticola trilobata*, *Turnera subulata*, *Richardia grandiflora*, *Momordica charantia*, *Chrysanthellum* and *Commelina erecta*. Through direct observation, information was collected on floral attributes: color, shape, resource, symmetry and pollination unit. Visits were made to record the number of damaged flowers. All damaged flowers were photographed and the images submitted to the ImageJ program to calculate the consumed floral area. Flowers with inflorescences arranged in capitulum, yellow placement and UV reflection were more attractive to florivores. There was a weak correlation between the size of the flowers and the damaged floral area, in addition to a weak correlation between the number of flowers in the patches and the number of flowers damaged by the florivores. These data demonstrate the inefficiency of the display effect in reducing florivory and evidence that other traits besides floral size are attracting herbivores to the studied species.

RESUMO

A relação entre as flores e visitantes florais pode ocorrer de forma mutualística ou antagonista. A florivoria consiste em danos florais aos atributos reprodutivos e/ou estéreis, causados por animais. Alguns estudos afirmam que os atrativos florais para polinizadores, também atraem os florívoros. Diante disso, o objetivo deste estudo consiste em analisar a ocorrência da florivoria em espécies de borda de floresta Atlântica, identificando os possíveis atributos florais associados na atratividade aos florívoros. Foram analisadas sete espécies: *Tridax procumbens*, *Sphagneticola trilobata*, *Turnera subulata*, *Richardia grandiflora*, *Momordica charantia*, *Chrysanthellum* e *Commelina erecta*. Através de observação direta, foram coletadas informações sobre os atributos florais: cor, forma, recurso ofertado, simetria e unidade de polinização. Foram realizadas visitas para registro do número de flores danificadas. Todas as flores danificadas foram fotografadas e as imagens submetidas ao programa ImageJ para cálculo da área floral consumida. Flores com inflorescências dispostas em capítulo, colocação amarela e reflexão UV se mostraram mais atraentes para os florívoros. Houve correlação fraca entre o tamanho das flores e a área floral danificada, além de correlação fraca entre o número de flores nas manchas e o número de flores danificadas pelos florívoros. Esses dados demonstram a ineficiência do efeito display na redução da florivoria e evidenciam que outros atributos, além do tamanho floral, estão atraindo os herbívoros para as espécies estudadas.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Submetido: 23/04/2023

Aprovado: 23/03/2025

Publicação: 27/03/2025



Keywords:

Floral antagonism, Floral attractiveness, Floral herbivory.

Palavras-Chave:

Antagonismo Floral, Atratividade Floral, Herbivoria Floral.

Introdução

A dinâmica entre plantas e animais corresponde a uma rede ecológica bem estruturada e construída ao longo de centenas de anos (Dáttilo et al., 2009). Estudos com base em fósseis relacionam a radiação das angiospermas ao período de diversificação de vários insetos que atuam como visitantes florais (Coleoptera, Diptera, Hymenoptera e Lepidoptera), mostrando assim a importância desses animais na evolução desse importante grupo vegetal (Grimaldi, 1999; Van De Kooi & Ollerton, 2020). A rede de comunicação entre espécies distintas pode ocorrer de forma mutualística, ou seja, com troca de benefícios entre os envolvidos, como ocorre no processo de polinização (Dáttilo, et al., 2009) ou de forma antagônica, onde apenas um dos agentes é beneficiado, como visto em casos de florivoria (Costa et al., 2022). A interconexão inseto-planta sofreu refinamentos ao longo da passagem do tempo e a comunicação entre os agentes atuantes pode envolver defesa ou polinização (Ribeiro et al., 1994; Bagchi et al., 2014).

A florivoria consiste em um subtipo de herbivoria, definida como qualquer dano parcial ou total em componentes florais reprodutivos e/ou estéreis causados por animais (Malo et al., 2001; Mccall, 2008; Palacios-Mosquera et al., 2019). Esses animais utilizam as flores para suprir uma ou mais de suas demandas básicas: local para reprodução, alimentação dos tecidos florais (quando este não é ofertado) ou abrigo (Ribeiro et al., 1994; Malo et al., 2001; Bagchi et al., 2014). Os florívoros de mesma espécie podem ser encontrados em diferentes fases da vida na mesma planta, por isso, as plantas consumidas podem estar relacionadas aos seus ciclos de vida (Malo et al., 2001; Costa et al., 2022). Há indícios de coevolução das espécies vegetais evidenciados pela promoção de respostas aos eventos de consumação floral, como produção de toxinas, tricomas e espinhos na planta (Opitz & Müller, 2009). Entretanto, os insetos buscam burlar essas defesas, podendo metabolizar ou assimilar certos componentes químicos das plantas, consistindo em uma vantagem competitiva em relação aos demais florívoros, uma vez que esses componentes não os impedem de se alimentar das flores (Mello & Silva-Filho, 2002).

Como as flores são sésseis, a maioria das angiospermas necessitam de animais que atuem como vetores no transporte do gametófito masculino às partes femininas de outra flor de mesma espécie (Faegri & Pijl, 1971; Schiestl & Johnson, 2013). Nessa dinâmica chamada de polinização, as flores exibem atrativos que atuam como pistas sensoriais para que os animais se interessem pela flor e realizem o serviço de polinização (Faegri & Pijl, 1971; Schiestl & Johnson, 2013). Esses atrativos podem ser primários quando estão relacionados a necessidade fisiológica dos animais, como o néctar, ou secundários quando envolvem os sentidos dos visitantes florais, como por exemplo a cor das flores (Faegri & Pijl, 1971). Por isso, quando os atributos florais, como as brácteas, sépalas ou pétalas são danificados, pode haver diminuição

na visitação de polinizadores pela redução ou ausência das pistas sensoriais (Mccall & Irwin, 2006). Com a exclusão dos atrativos florais, as chances de haver o serviço de polinização são reduzidas, o que tem como consequência uma menor formação de frutos e/ou sementes (Krupnick & Weis, 1999).

Quando as estruturas reprodutivas (estame, pistilos, pólen e óvulo) são o alvo dos florívoros, as flores podem se tornar inviáveis reprodutivamente (Krupnick & Weis, 1999; Mccall & Irwin, 2006; Gorden & Adler, 2016). Por isso, enquanto, os danos às partes estéreis promovem impacto negativo na atratividade floral, o consumo de partes reprodutivas e dos gametas prejudica a capacidade fisiológica da flor formar o fruto (Cunningham, 1995). O arranjo da florivoria está correlacionado com a identidade do inseto causador dos danos e o tipo de planta associada (Mccall & Irwin 2006; Mccall, 2008). Os dois grupos de insetos mais comuns nos estudos de florivoria são os sugadores e os mastigadores e eles podem atuar de diferentes formas no sucesso reprodutivo da planta, seja reduzindo a atratividade floral ou tornando as flores inviáveis para formar fruto (Ribeiro et al., 1994; Fernandes et al. 2005; Del-Claro & Torezan-Silingardi, 2009).

Há diversas pesquisas mencionando danos às plantas causados por florívoros, tendo como consequência um efeito negativo no sucesso reprodutivo da planta (e.g. Krupnick & Weis, 1999; Mccall, 2008; Marquis, 2012; Ferreira, 2013; Costa et al., 2022). Estudos realizados em borda de floresta Atlântica demonstraram maior sucesso reprodutivo evidenciado pela formação de frutos, em espécies que não sofreram danos por formigas cortadeiras (Barbosa, 2009; Ribeiro, 2009). Como os atributos florais que atuam como pistas sensoriais para os polinizadores também podem atrair os florívoros, ainda é necessário investigar a relação entre os atrativos florais e a florivoria (Barreto & Freitas, 2007; Tunes, 2017). Conhecer essa relação contribui para compreender sobre a predileção dos florívoros (Barreto & Freitas, 2007; Tunes, 2017). O objetivo deste estudo consiste em analisar a ocorrência da florivoria em espécies de borda de floresta Atlântica, identificando os possíveis atributos florais associados na atratividade aos florívoros.

Metodologia

Área de estudo

O estudo foi realizado em uma área às margens da mata no Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI) (8°7'30"S e 34°52'30"W) e no Campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) (8°1'1.42" S e 34°56'47") em uma área conhecida popularmente como "transrural". Ambas as áreas de estudo estão situadas no bairro Dois Irmãos, Recife - PE. As visitas ocorreram semanalmente no intervalo de novembro de 2021 a janeiro de 2022 e abril a junho de 2022. As duas áreas são vizinhas e consistem em áreas ruderais remanescentes de floresta Atlântica. Atualmente, esses remanescentes fragmentados formam pequenas ilhas

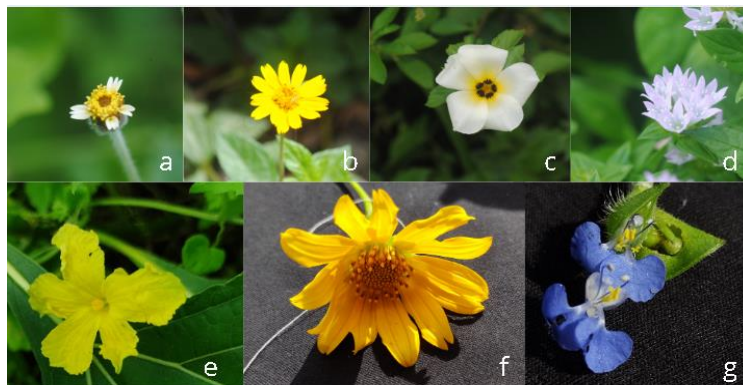
verdes, revelando perdas substanciais territoriais para a urbanização, expansão agrícola e grandes empreendimentos do âmbito das empresas particulares ou instituições públicas (Lima & Corrêa, 2008; Dantas et al., 2017). Em muitas áreas de bordas cercadas pela paisagem urbana, é comum a ocorrência de espécies vegetais conhecidas como ruderais (Haigh, 1980), comuns nas áreas aqui estudadas. Essas espécies estão submetidas a diferentes condições de estresse, como temperaturas mais elevadas, incidência de radiação solar, compactação do solo, e componentes orgânicos em condições extremas (Haigh, 1980).

Espécies selecionadas

As espécies foram selecionadas considerando a ocorrência de florivoria, determinada através de observação direta. Foram analisadas quatro espécies localizadas no PEDI: *Tridax procumbens* L. (8°00'51.5" S e 34°56'42.84" W), *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski (8°00'40.06" S e 34°56'48.36"W), *Turnera subulata* Sm. (8°00'51.66" S e 34°56'42.94"W), *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltld.) Steud (8°00'51.6"S e 34°56'42.94"W), e três ao longo da "transrural": *Momordica charantia* L. (8°01'09.36" S e 34°56'46.32" W), *Chrysanthellum* Rich. (8°01'11,60" S e 34°56'52.84" W) e *Commelina erecta* L. (58°01'13.73" S e 34°56' 56.36" W) (Fig. 1). Os espécimes testemunhos estão depositados no Herbário Vasconcelos Sobrinho (PEURF/UFRPE) (N^os: 55889, 55890, 55891, 55892, 55935, 55936 e 55937). Para caracterização das espécies, foram realizadas buscas no site Flora do Brasil sobre gênero, espécie, nome comum, família, hábito (herbácea/subarbustiva/ arbustiva/arbórea), origem e endemismo (sim/não).

Figura 1.

Flores das espécies vegetais selecionadas para análise de florivoria. (a) *Tridax procumbens* L., (b) *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski, (c) *Turnera subulata* Sm., (d) *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltld.) Steud, (e) *Momordica charantia* L., (f) *Chrysanthellum* Rich e (g) *Commelina erecta* L.



Fonte: Os autores

Atrativos florais

Foi coletado através de observação direta, informações referentes aos atributos florais como cor (Araújo et al., 2019), forma (tubo ou disco etc.) (Weberling, 1992), recurso ofertado (pólen, néctar ou outro) (Rech et al., 2014), simetria (zigomorfa, actinomorfa ou assimétrica) (Gonçalves & Lorenzi 2007) e unidade de polinização (flor isolada ou inflorescência) (Ramirez et al., 1990). Com auxílio de uma régua foi medido o diâmetro da corola (n=15). Para cada espécie, em flores intactas (n=15) e florivoradas (n=15) foram realizados testes para identificação de áreas de reflexão ultravioleta, através de submissão das flores a vapores de hidróxido de amônio (Scogin et al., 1977).

Florivoria

As análises de florivoria ocorreram em uma parcela medindo 1,5 m x 1,5 m para as espécies: *Tridax procumbens*, *Sphagneticola trilobata*, *Turnera subulata* e *Richardia grandiflora* e em uma única mancha para as espécies: *Momordica charantia*, *Chrysanthellum* e *Commelina erecta*. Foram realizadas visitas durante cinco dias seguidos para registro do número de flores e botões danificados, e os locais onde ocorreram os danos (corola, estames, pistilo etc.). Durante cada visita, todas as flores florivoradas dentro das parcelas foram fotografadas. As fotos foram tomadas em uma visão superior das flores para fim de cálculo da área floral consumida, através do programa ImageJ (Rasband, 1997). Para a longevidade floral relacionada à florivoria, foram marcados os botões florais intactos (n=20/espécie) e acompanhados desde a abertura da flor, para registrar o número de flores florivoradas por hora, das 7h00min às 12h00min. Foi considerada essa janela de horário crítica porque corresponde ao período em que as flores estão mais atrativas para a visitação floral. As plantas observadas no registro de florivoria apresentavam características morfológicas que indicavam primeiro dia de antese no dia das visitas, ou seja, flores que mais velhas não foram consideradas para o registro.

Estatística

Foi realizado o teste de correlação de Pearson, onde valores de r (+ ou -) compreendem: 0,00 indicam ausência de correlação, 0,01 a 0,19 correlação muito fraca, 0,20 a 0,39 correlação fraca, 0,40 a 0,69 correlação moderada, 0,70 a 0,89 correlação forte, 0,90 a 0,99 correlação muito forte e 1,00 correlação perfeita. Nesta análise, foi realizada a relação entre as variáveis numéricas: 1) comprimento e largura da flor (diâmetro floral) e número de flores danificadas e 2) comprimento e largura da flor (diâmetro floral) e o percentual de área florivorada de cada espécie. Para verificar a influência do efeito display na florivoria, realizamos a relação entre: 1) número de flores danificadas para cada espécie, 2) a área floral danificada e o número total de flores nas parcelas de cada espécie analisada.

Resultados

Atrativos florais relacionados à florivoria

As espécies selecionadas pertencem às famílias Asteraceae (3), Turneraceae (1), Rubiaceae (1), Curcubitaceae (1) e Commelinaceae (1). A maioria possui porte herbáceo (4), arbustiva (2) e apenas uma espécie é trepadeira. Três são nativas e quatro são naturalizadas. Quatro das sete espécies analisadas apresentam cor amarela, enquanto uma possui flores de coloração branca, uma com flores na cor lilás e outra no tom de azul (ver Tabela 1). A morfologia floral predominante é a em disco (5), com apenas uma espécie apresentando tubo curto, e uma em formato de prato (ver Tabela 1). A espécie *T. procumbens* possui flores com diâmetro médio de $1,4 \pm 1,3$, *S. trilobata* com $1,4 \pm 2,7$; *T. subulata* com $4 \pm 5,1$; *R. grandiflora* que apresentou $1,6 \pm 1,7$; *M. charantia* com $3,126 \pm 3,2$; *Chrysanthellum* $7,1 \pm 6,98$ e *C. erecta* com $1,36 \pm 1,44$. A maioria das espécies apresenta simetria actinomorfa (6) com apenas uma zigomorfa, sendo que quatro delas oferecem o néctar como recurso e três, apenas o pólen (Tabela 1).

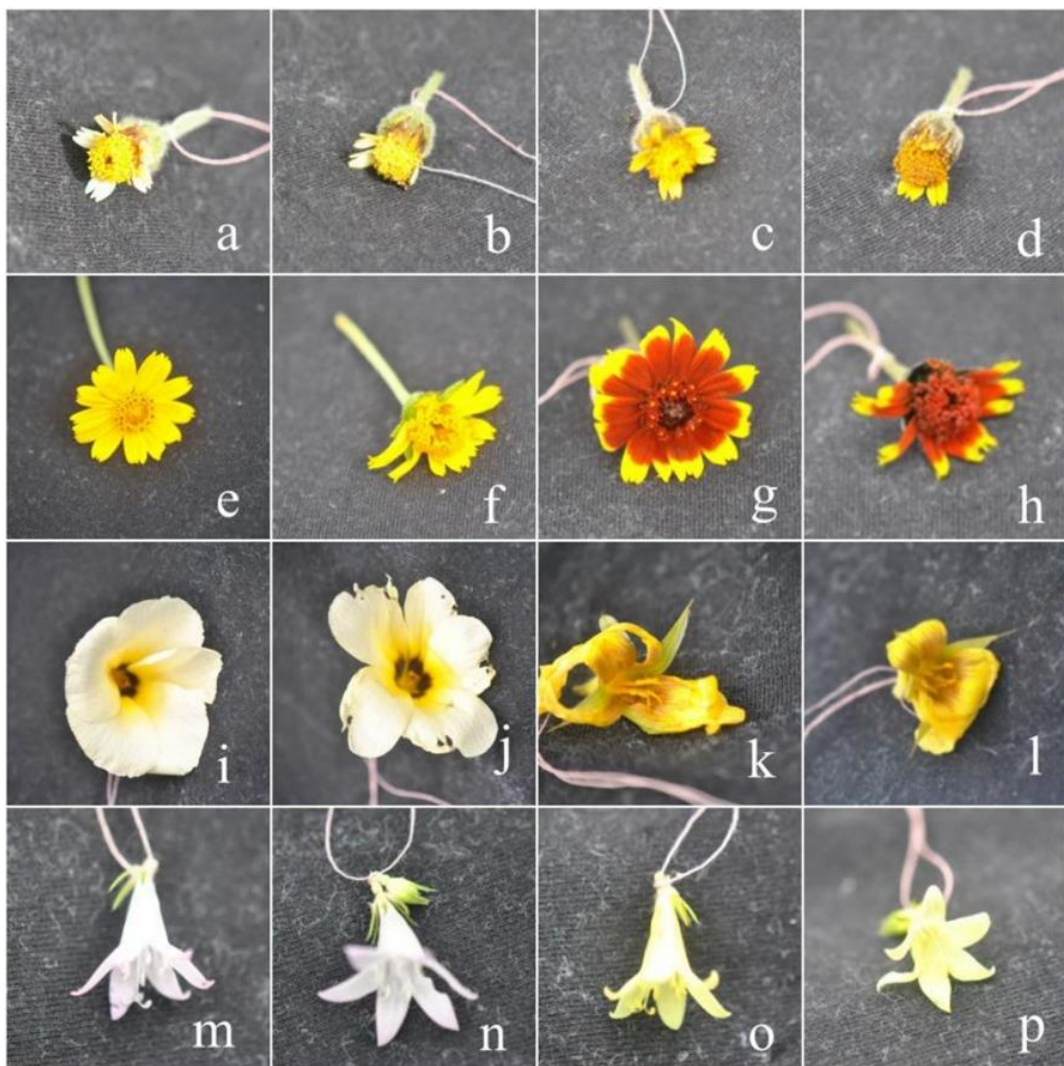
Quanto à unidade de polinização, seis apresentam flores dispostas em inflorescências e uma solitária (Tabela 1). O teste de reflexão ultravioleta indicou as brácteas e pétalas para a maioria das espécies (4), enquanto *R. grandiflora* e *C. erecta* mostrou reflexão para as estruturas reprodutivas (Tabela 1). Em *M. charantia* não houve mudança de coloração e em *Crysanthellum* sp. mudou levemente a coloração das brácteas e pétalas (do raio) para um tom claro de marrom. Não houve diferença nos resultados do teste realizado entre flores intactas e florivoradas (Figs. 2 e 3).

Tabela 1. Atributos florais das espécies analisadas no PEDI e no Campus da UFRPE

Espécie	Cor	Forma	Diâmetro floral (Média)	Simetria	Recurso	Unidade de Polinização	Áreas de Reflexão UV
<i>Tridax procumbens</i> L.	amarela	disco	$1,4 \pm 1,3$	actinomorfa	pólen	Inflorescência	Brácteas
<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	amarela	disco	$1,4 \pm 2,7$	actinomorfa	pólen	Inflorescência	Brácteas e pétalas (do raio)
<i>Turnera subulata</i> Sm.	branca	disco	$4 \pm 5,1$	actinomorfa	néctar	Inflorescência	Pétalas e guias de néctar
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud	lilás	tubo curto	$1,6 \pm 1,7$	actinomorfa	néctar	Inflorescência	Toda a flor
<i>Momordica charantia</i> L.	amarela	disco	$3,126 \pm 3,2$	actinomorfa	néctar	Solitária	Não houve mudança de coloração
<i>Chrysanthellum</i> Rich.	amarela	disco	$7,1 \pm 6,98$	actinomorfa	néctar	Inflorescência	Bráctea e pétalas (do raio)
<i>Commelina erecta</i> L.	azul	prato	$1,36 \pm 1,44$	zigomorfa	pólen	Inflorescência	Toda a flor

Figura 2.

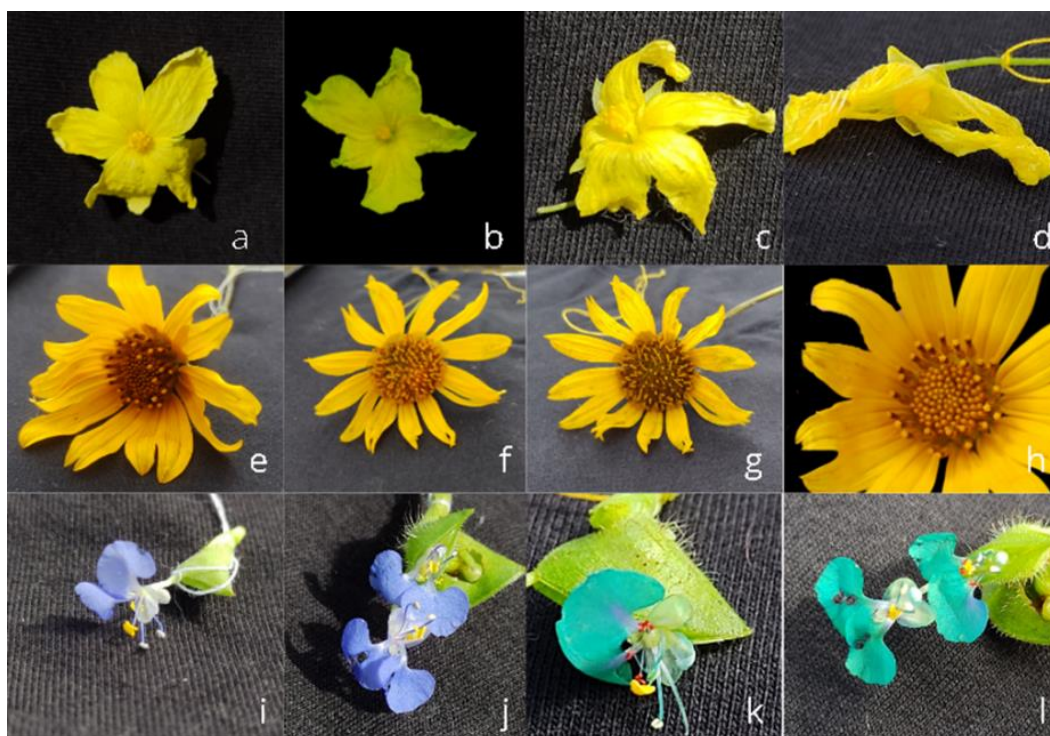
Teste de reflexão ultravioleta com exposição das flores ao hidróxido de amônio. a- Capítulo de *T. procumbens* intacto antes do teste, b- Capítulo de *T. procumbens* florivorado antes do teste, c-d - Capítulos de *T. procumbens* após o teste. e- Capítulo de *S. trilobata* intacto antes do teste, f- Capítulo de *S. trilobata* florivorada antes do teste, g-h - Capítulos de *S. trilobata* após o teste, i - Flor de *T. subulata* intacta antes do teste, j- Flor de *T. subulata* florivorada antes do teste, k-l - Flores de *T. subulata* após o teste. m- Flor de *R. grandiflora* intacta antes do teste, n- Flor de *R. grandiflora* florivorada antes do teste, o-p- Flores de *R. grandiflora* após o teste.



Fonte: Os autores

Figura 3.

Teste de reflexão ultravioleta com exposição das flores ao hidróxido de amônio. *a - Momordica charantia* intacta antes do teste, *b - Momordica charantia* florivorada antes do teste, *c-d - Momordica charantia* após o teste. *e - Capítulo de Chrysanthellum sp.* intacto antes do teste, *f - Capítulo de Chrysanthellum sp.* florivorado antes do teste, *g-h - Capítulos de Chrysanthellum sp.* após o teste, *i - Flor de Commelina erecta* intacta antes do teste, *j - Flor de Commelina erecta* florivorada antes do teste, *k-l - Flores de Commelina erecta* após o teste.



Fonte: Os autores

Número de flores e área floral danificada por florívoros

As espécies *T. procumbens* e *T. subulata*, apresentaram maior número de flores florivoradas (ver Tabela 2). Quatro das sete espécies analisadas, *T. procumbens*, *Chrysanthellum* sp. e *M. charantia*, não apresentaram florivoria na fase de botão, nas demais tanto os botões quanto as flores são danificados. Os botões danificados permaneceram fechados durante a antese floral. Quatro das sete espécies analisadas, *T. subulata*, *R. grandiflora*, *Chrysanthellum* sp. e *C. erecta*, também apresentaram herbivoria foliar. Foram encontrados diferentes órgãos florais como alvo da florivoria nas espécies analisadas, sendo em *T. procumbens*, as brácteas, em *S. trilobata* e *Chrysanthellum* sp. todo o capítulo, em *T. subulata*, *R. grandiflora* e *C. erecta* as pétalas e estames, e em *M. charantia* apenas as pétalas (ver Tabela 2).

Tabela 2.

Dados de florivoria para as espécies analisadas no PEDI e UFRPE durante cinco dias seguidos.

Espécie	Nº de flores na parcela (total)	Nº de flores floriforadas (Total)	Nº de botões floriforados (Total)	Parte floral florivorada	Área florivorada (ImageJ) – Média	Ordem dos florívoros
<i>Tridax procumbens</i> L.	600	81	0	brácteas	18%	Orthoptera
<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	83	47	10	capítulo	21%	Coleoptera
<i>Turnera subulata</i> Sm.	172	81	10	pétalas e estames	15%	Coleoptera, Orthoptera e Hemiptera
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud	2.794	72	1	pétalas e estames	14%	Coleoptera e Orthoptera
<i>Momordica charantia</i> L.	57	32	0	pétalas	4,7%	Coleoptera
<i>Chrysanthellum</i> Rich.	101	13	0	capítulo	7,52%	Orthoptera
<i>Commelina erecta</i> L.	351	17	1	pétalas e estames	8,87%	Coleoptera

Foi observado em *T. procumbens* e *Chrysanthellum* sp., florívoros da ordem Orthoptera. Já em *T. trilobata*, *M. charantia* e *C. erecta* os danos foram realizados por insetos pertencentes à Coleoptera e para *T. subulata* e *R. grandiflora*, foram observados insetos das ordens Coleoptera e Orthoptera, simultaneamente (Fig. 4). A espécie *T. procumbens* se mostrou como local de caça para aranhas, o que indica a presença de uma relação tritrófica: polinizadores, aranhas e florívoros (Fig. 4c). Florívoros da ordem Hemíptera foram observados apenas em *T. subulata*. Apesar de não possuírem aparelho bucal mastigador, os danos realizados por sucção dos fluidos do tecido floral comprometem a arquitetura e consequentemente a atratividade floral, por isso os hemípteros foram considerados como florívoros (Fig. 4d).

Figura 4.

Visitantes nas espécies analisadas. a - Orthoptera em *T. procumbens*, b- Coleoptera em *S. trilobata*, c- Aranha em *T. procumbens*, d - Hemiptera em *T. subulata*, e- Orthoptera em *R. grandiflora*.



Fonte: Os autores

As espécies *S. trilobata* e *T. subulata*, se mantiveram constantes no percentual de flores danificadas por florívoros, enquanto as demais espécies apresentaram variações ao longo dos dias observados (Fig. 5). As espécies pertencentes a Asteraceae, possuindo características como inflorescência em capítulo, oferta de pólen/néctar como recurso e reflexão UV nas brácteas, apresentaram os maiores percentuais de área florivorada e flores danificadas (21% e 18%), enquanto espécies com flores de cores mais claras e reflexão UV concentrada nas pétalas, mostraram os menores percentuais de florivoria (15% e 14%) (Fig. 6). Flores amarelas com pouca ou nenhuma área de reflexão violeta tiveram os menores índices de florivoria (4,7% e 7,52%) (ver Tabela 2).

A espécie com flores em capítulo, coloração amarela e reflexão ultravioleta em mais atributos florais, *Sphagneticola trilobata*, apresentou a maior porcentagem média de área de dano (21%) e número de flores danificadas, o que pode indicar uma maior predileção por parte dos herbívoros florais (Fig. 6). O teste estatístico mostrou correlação negativa muito fraca entre o comprimento das flores e número de flores danificadas ($r = -0.3854$, $(p) 0.3932$), houve correlação negativa muito fraca entre a largura das flores e número de flores danificadas ($r = -0.2937$, $(p) 0.5227$) (Fig.7). Também houve correlação negativa fraca entre o comprimento das flores e a área florivorada, $r = -0.4908$, $(p) = 0.2633$, e correlação negativa muito fraca entre a largura da flor e a área florivorada, $r = -0.3077$, $(p) = 0.5020$ (Fig. 8).

Figura 5.

Percentual de flores danificadas durante os cinco dias analisados para cada espécie.

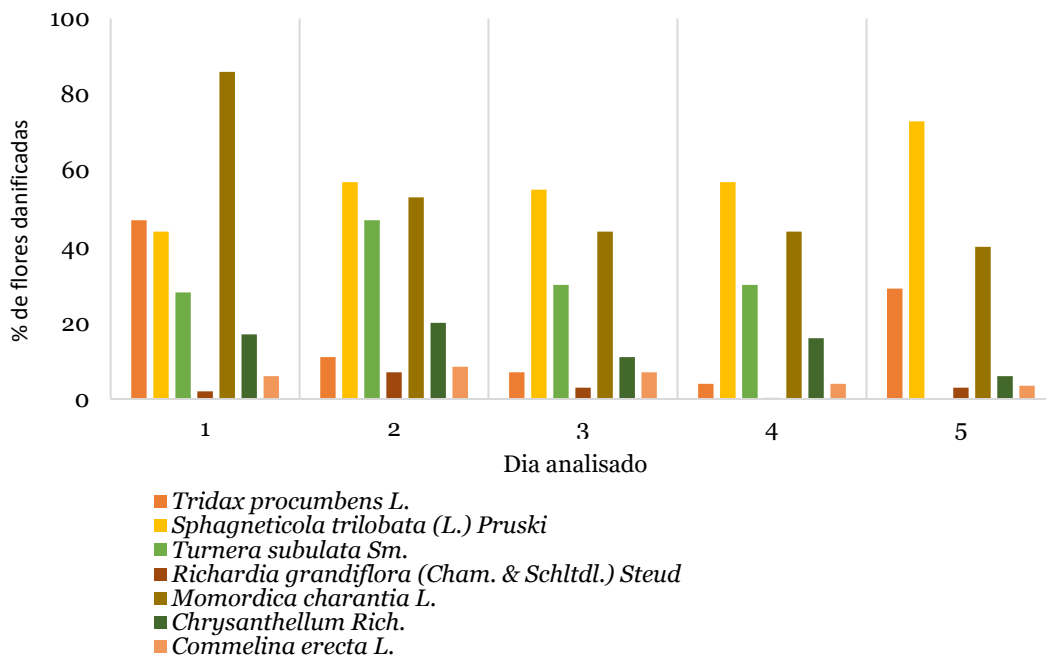
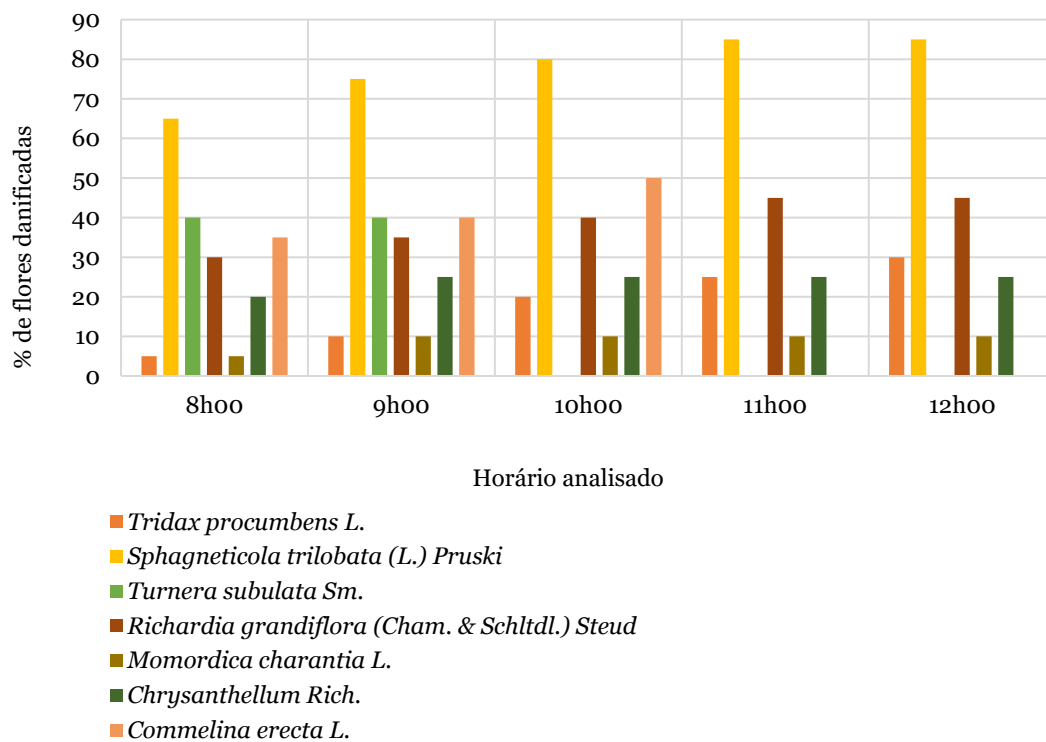


Figura 6.

Percentual de flores danificadas por espécie para o total de 20 flores marcadas previamente em um dia das 7h00 às 12h00.



Dessa forma, o aumento dessas variáveis implica no decréscimo da outra, assim: 1) o aumento no comprimento da flor está muito fracamente relacionado a um menor número de flores danificadas, 2) o aumento na largura da flor está muito fracamente relacionado a um menor número de flores danificadas, 3) o aumento no comprimento da flor está fracamente relacionado a uma redução de área floral danificada, 4) o aumento da largura da flor está muito fracamente relacionado a uma redução de área floral danificada. Além disso, houve uma fraca correlação positiva entre número de flores nas parcelas e o número de flores danificadas $r = 0.4180$, $(p) = 0.3506$, e entre o número de flores nas parcelas e o percentual de área floral danificada $r = 0.1557$, $(p) = 0.7388$. Dessa forma, o aumento no número de flores na parcela está fracamente relacionado ao aumento no número de flores danificadas e ao aumento de área floral danificada.

Discussão

Os resultados deste estudo mostram que: 1) a florivoria pode acometer diferentes órgãos florais que comprometem a atratividade floral, porém, as pétalas e brácteas são os principais alvos, 2) a maioria das espécies analisadas apresentaram danos tanto nos atributos reprodutivos como nos estéreis, 3) há uma relação fraca entre o tamanho da flor e número de flores e área floral danificada, 4) há uma relação fraca entre o display floral e o número de flores danificadas, 5) espécies com inflorescências dispostas em capítulos apresentaram maior número de flores danificadas e área floral consumida, 6) flores com reflexão ultravioleta em vários atributos florais, incluindo as brácteas, mostraram maior percentual de área floral consumida e 7) o fato de não haver mudança no padrão de reflexão UV entre flores intactas e florivoradas demonstra que a florivoria causa a perda de área floral relacionada à reflexão UV, comprometendo o reconhecimento das flores pelos polinizadores.

A florivoria pode modificar a morfologia da flor, tornando-a menos atrativas aos visitantes florais, o que pode resultar em um baixo número de visitas e conseqüentemente, menor sucesso reprodutivo (Penet et al., 2009; Tsuji & Ohgushi, 2018). Diversos estudos comprovam que visitantes florais tendem a evitar flores danificadas (Mccall, 2008; SÖBER et al., 2010; Gorden & Adler, 2018; Vega-Polanco et al., 2020). Isso ocorre porque os atrativos estão relacionados ao reconhecimento da flor pelos polinizadores (Costa et al., 2022). O impacto da florivoria relacionada à redução de visitas dos polinizadores pode chegar a 75% de redução na formação de frutos (Tsuji & Ohgushi, 2018). As espécies analisadas neste estudo com maior número de flores danificadas e área floral consumida, apresentam reflexão UV em vários atributos florais e flores de menor tamanho, dispostas em capítulo, mostrando que os atrativos direcionados aos polinizadores também estão direcionados aos florívoros.

A intensidade de florivoria pode não estar relacionada a um maior tamanho floral, dessa forma, flores menores podem exibir maiores taxas de florivoria quando comparadas a flores maiores (Oliveira et al., 2021). Exibições reprodutivas custosas, como a disposição das flores em inflorescências apresentam maior risco de serem alvo de florívoros, esta afirmação corrobora com Lim e Ragusso (2017). A florivoria pode causar perda total da inflorescência e ocasiona baixa formação de frutos mesmo que a espécie seja auto compatível (Orozco-Ibarrola et al., 2015). Além disso, a redução na frequência dos polinizadores, favorece a autogamia, o que compromete o fluxo gênico da espécie, favorecendo o estabelecimento de populações com baixa variabilidade genética (Penet et al., 2009).

Ainda, a florivoria pode causar diferentes consequências para os apêndices florais acometidos, sendo eles estéreis ou reprodutivos, considerando o fato de corresponderem à parte masculina ou feminina da flor (Carper et al., 2016). Para a maioria das espécies analisadas, os danos acometem diretamente as estruturas reprodutivas, o que pode tornar as flores inviáveis para a reprodução como mencionado por Lim e Ragusso (2017) para *Tacca cristata*. No presente estudo, as principais estruturas danificadas foram as pétalas e brácteas. Nesse caso, quando os danos ocorrem apenas em estruturas relacionadas à atratividade, a florivoria pode causar redução direta no número de visitas dos polinizadores (Penet et al., 2009; Tsuji & Ohgushi, 2018).

A maior incidência de flores danificadas ao invés de botões neste estudo demonstra a preferência dos florívoros pela flor quando aberta, como encontrado por Cotarelli e Vieira (2009) e Cotarelli e Almeida (2015). O maior número de flores predadas e de coleópteros observados no período entre 10h00 e 12h00 horas pode ter uma relação direta com a sua atividade, pois os picos de atividade desses insetos ocorrem em temperaturas mais elevadas (Southgate, 1979). As aranhas podem ser atraídas para as plantas que estão sofrendo florivoria, como observado neste estudo para *T. procumbens*. As aranhas são atraídas por voláteis que a planta libera quando está sofrendo florivoria, e esses aracnídeos podem atuar defendendo a planta à medida que se alimentam dos florívoros (ver Knauer et al., 2018). Porém, ainda de acordo com o estudo anterior, as aranhas também podem atuar consumindo os polinizadores, estabelecendo assim uma relação tritrófica que também compromete o sucesso reprodutivo da planta.

O efeito display consiste no aumento na produção de botões e flores, que acabam mantendo a planta como um todo atraente para os polinizadores e dessa forma mantendo a visitação floral e conseqüentemente o sucesso reprodutivo (Cotarelli & Almeida, 2015). Neste estudo encontramos uma relação fraca entre o efeito display e o número de flores danificadas, mostrando uma baixa influência desse efeito na redução da florivoria. Um estudo para várias espécies de *Tillandsia*, confirma a eficiência do efeito display com o registro de uma menor taxa de florivoria para uma das espécies analisadas (Orozco-Ibarrola et al., 2015). Porém,

alguns estudos questionam a eficiência deste efeito, mostrando não haver diferença entre a abundância floral e as taxas de florivoria (Cotarelli & Almeida, 2015; Orozco-Ibarrola et al., 2015). O efeito display pode não funcionar para algumas espécies, porque o mesmo “chamariz” de atração de polinizadores, pode funcionar para atração dos herbívoros (Lim & Raguso, 2017).

Conclusões

As espécies com flores em capítulos e de cor amarela apresentaram o maior número de flores danificadas e área floral consumidas, o que pode indicar preferência dos florívoros. As pétalas e as brácteas foram os atributos florais mais consumidos, demonstrando que os mesmos atrativos direcionados aos polinizadores, também estão atraindo os florívoros. O consumo desses órgãos, geralmente relacionados à emissão UV, causa redução de área floral para emissão, podendo comprometer o reconhecimento das flores pelos polinizadores. Os dados obtidos neste estudo demonstram que o comprimento, largura e o número de flores em um agrupamento influenciam de forma fraca, no número de flores danificadas e na área floral consumida pelos florívoros, mostrando ineficiência do efeito display na redução da florivoria.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao Parque Estadual Dois Irmãos, pela autorização à realização da pesquisa nas dependências do Parque; ao CNPq (UFRPE) pela bolsa de Iniciação concedida à Agrícia G.E.B.C. Vasques.

REFERÊNCIAS

- (CNUC). Cadastro nacional de Unidades de Conservação. Departamento de Áreas Protegidas. <https://antigo.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs.html>
- Araújo, A. C. D., Gadelha Neto, P. D. C., Quirino, Z. G. M., & Araújo, J. D. L. O. (2009). Síndromes de polinização ocorrentes em uma área de Mata Atlântica, Paraíba, Brasil. <https://repositorio.ufrn.br/handle/1/3119>
- Bagchi, R., Gallery, R. E., Gripenberg, S., Gurr, S. J., Narayan, L., Addis, C. E., ... & Lewis, O. T. (2014). Pathogens and insect herbivores drive rainforest plant diversity and composition. *Nature*, 506 (7486), 85-88. <https://doi.org/10.1038/nature12911>
- Barbosa, V. S. (2009). Influência da herbivoria de formigas cortadeiras no sucesso reprodutivo de espécies arbustivo-arbóreas da Floresta Atlântica Nordestina [Tese de doutorado, Universidade Federal de Pernambuco]. https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/524/1/arquivo4339_1.pdf
- Barreto, A. D. A., & Freitas, L. (2007). Atributos florais em um sistema de polinização especializado: *Calathea cylindrica* (Roscoe) K. Schum. (Marantaceae) e abelhas

- Euglossini. *Brazilian Journal of Botany*, 30 (3), 421-431.
<https://doi.org/10.1590/S0100-84042007000300008>
- Carper, A. L., Adler, L. S., & Irwin, R. E. (2016). Effects of florivory on plant-pollinator interactions: Implications for male and female components of plant reproduction. *American Journal of botany*, 103(6), 1061-1070.
<https://doi.org/10.3732/ajb.1600144>
- Costa, K., Santos, B. Y., de Almeida, N. M., Santos, A. M. M., Buriel, M. T., & Leite, A. V. (2022). The effects of florivory on floral attractiveness and fruit production in *Daustinia montana* (Convolvulaceae). *Flora*, 294, 152122.
<https://doi.org/10.1016/j.flora.2022.152122>
- Cotarelli, V. M., & De Almeida, A. N. M. (2015). Florivoria em *Senna macranthera* var. *pudibunda* (Benth.) HS Irwin & Barneby (Caesalpinioideae-Fabaceae). *NatLine*, 13 (1), 45-49.
http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/07_Cotarelli&Almeida_45-49.pdf
- Cotarelli, V. M., & Vieira, A. O. S. (2009). Herbivoria floral em *Chamaecrista trachycarpa* (Vog.) HS Irwin & Barneby, em uma área de campo natural (Telêmaco Borba, Pr, Brasil). *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, 30 (1), 91-98.
https://www.researchgate.net/profile/Ana-Vieira-11/publication/47658674_Floral_herbivory_in_Chamaecrista_trachycarpa_Vog_HS_Irwin_Barneby_in_an_area_of_campo_natural_Telemaco_Borba_Pr_Brazil_Herbivoria_floral_em_Chamaecrista_trachycarpa_Vog_HS_Irwin_Barneby_em_uma_area_de/links/56965e8608ae1c427903c04f/Floral-herbivory-in-Chamaecrista-trachycarpa-Vog-HS-Irwin-Barneby-in-an-area-of-campo-natural-Telemaco-Borba-Pr-Brazil-Herbivoria-floral-em-Chamaecrista-trachycarpa-Vog-HS-Irwin-Barneby-em-uma.pdf
- Cunningham, S. A. (1995). Ecological constraints on fruit initiation by *Calyptronyne ghiesbreghtiana* (Arecaceae): floral herbivory, pollen availability, and visitation by pollinating bats. *American Journal of Botany*, 82(12), 1527-1536.
<https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1995.tb13855.x>
- Dantas, M., Almeida, N. V., dos Santos Medeiros, I., & da Silva, M. D. (2017). Diagnóstico da vegetação remanescente de Mata Atlântica e ecossistemas associados em espaços urbanos. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, 2 (1), 87-97.
<https://doi.org/10.24221/jeap.2.1.2017.1128.87-97>
- Dáttilo, W., da Costa Marques, E., de Faria Falcão, J. C., & de Oliveira Moreira, D. D. (2009). Interações mutualísticas entre formigas e plantas. *EntomoBrasilis*, 2(2), 32-36.
<https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v2i2.44>

- Del-Claro, K., & Torezan-Silingardi, H. M. (2009). Insect-plant interactions: new pathways to a better comprehension of ecological communities in Neotropical savannas. *Neotropical Entomology*, 38, 159-164.
<https://www.scielo.br/j/ne/a/VTbxSt7yNNJFcmtMQHZfDrQ/?format=pdf&lang=en>
- Faegri, K., & Van Der Pijl, L. (2013). *Principles of pollination ecology*. Pergamon Press.
- Fernandes, G. W., Fagundes, M., Greco, M. K. B., Barbeitos, M. S., & Santos, J. C. (2005). Ants and their effects on an insect herbivore community associated with the inflorescences of *Byrsonima crassifolia* (Linnaeus) HBK (Malpighiaceae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 49 (2), 264-269. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262005000200011>
- Ferreira, C. A. (2013). Polinização e herbivoria floral no gênero *Banisteriopsis* (Malpighiaceae) em área de cerrado de Uberlândia, MG [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Uberlândia]. <https://doi.org/10.14393/ufu.di.2013.77>
- Gonçalves, E. G., & Lorenzi, H. J. (2007). *Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares* (p. 416p). São Paulo: Instituto Plantarum de estudos da flora.
- Gorden, N. L., & Adler, L. S. (2016). Florivory shapes both leaf and floral interactions. *Ecosphere*, 7 (6), e01326. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1326>
- Gorden, N. L., & Adler, L. S. (2018). Consequences of multiple flower–insect interactions for subsequent plant–insect interactions and plant reproduction. *American Journal of Botany*, 105 (11), 1835-1846. <https://doi.org/10.1002/ajb2.1182>
- Grimaldi, D. (1999). The co-radiations of pollinating insects and angiosperms in the Cretaceous. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 86 (2), 373-406.
<https://doi.org/10.2307/2666181>
- Haigh, M. J. (1980). Ruderal communities in English cities. *Urban Ecology*, 4(4), 329-338.
[https://doi.org/10.1016/0304-4009\(80\)90004-2](https://doi.org/10.1016/0304-4009(80)90004-2)
- Knauer, A. C., Bakhtiari, M., & Schiestl, F. P. (2018). Crab spiders impact floral-signal evolution indirectly through removal of florivores. *Nature communications*, 9(1), 1367. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03792-x>
- Krupnick, G. A., & Weis, A. E. (1999). The effect of floral herbivory on male and female reproductive success in *Isomeris arborea*. *Ecology*, 80(1), 135-149.
[https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1999\)080\[0135:TEOFHO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1999)080[0135:TEOFHO]2.0.CO;2)
- Lim, G. S., & Raguso, R. A. (2017). Floral visitation, pollen removal, and pollen transport of *Tacca cristata* Jack (Dioscoreaceae) by female *ceratopogonid* midges (Diptera):

- Ceratopogonidae). *International Journal of Plant Sciences*, 178(5), 341-351.
<https://doi.org/10.1086/691696>
- Lima, M. G. C., & Corrêa, A. C. B. (2008). Apropriação de uma unidade de conservação de mata atlântica no espaço urbano de Recife–PE: o caso da reserva de Dois Irmãos. *Revista de Geografia (Recife)*, 22(1), 67-77.
<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/download/228638/23061>
- Malo, J. E., Leirana-Alcocer, J., & Parra-Tabla, V. (2001). Population Fragmentation, Florivory, and the Effects of Flower Morphology Alterations on the Pollination Success of *Myrmecophila tibicinis* (Orchidaceae), 33(3), 529-534.
[https://doi.org/10.1646/0006-3606\(2001\)033\[0529:PFFATE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1646/0006-3606(2001)033[0529:PFFATE]2.0.CO;2)
- Marquis, R. J. (2012). Uma abordagem geral das defesas das plantas contra a ação dos herbívoros. In: *Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológica-evolutiva*. Technical Books, 55-66.
- McCall, A. C. (2008). Florivory affects pollinator visitation and female fitness in *Nemophila menziesii*. *Oecologia*, 155(4), 729-737. <https://doi.org/10.1007/s00442-007-0934-5>
- McCall, A. C., & Irwin, R. E. (2006). Florivory: the intersection of pollination and herbivory. *Ecology letters*, 9(12), 1351-1365. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00975.x>
- Mello, M. O., & Silva-Filho, M. C. (2002). Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 14, 71-81. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202002000200001>
- Oliveira, A. C. S., Souza, J. T., de Brito, V. L. G., & Almeida, N. M. (2021). Attraction of florivores and larcenists and interaction between antagonists in *Senna rugosa* (Fabaceae). *Arthropod-Plant Interactions*, 15(4), 535-544.
<https://doi.org/10.1007/s11829-021-09843-3>
- Opitz, S. E., & Müller, C. (2009). Plant chemistry and insect sequestration. *Chemoecology*, 19, 117-154. <https://doi.org/10.1007/s00049-009-0018-6>
- Orozco-Ibarrola, O. A., Flores-Hernández, P. S., Victoriano-Romero, E., Corona-López, A. M., & Flores-Palacios, A. (2015). Are breeding system and florivory associated with the abundance of *Tillandsia* species (Bromeliaceae)? *Botanical Journal of the Linnean Society*, 177(1), 50-65. <https://doi.org/10.1111/boj.12225>
- Palacios-Mosquera, Y., Mondragón, D., & Santos-Moreno, A. (2018). Florivores vertebrados de epífitas vasculares: o caso de uma bromélia. *Brazilian Journal of Biology*, 79, 201-207. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.176023>

- Penet, L., Collin, C. L., & Ashman, T. L. (2009). Florivory increases selfing: an experimental study in the wild strawberry, *Fragaria virginiana*. *Plant Biology*, 11(1), 38-45.
<https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2008.00141.x>
- Ramirez, N., Gil, C., Hokche, O., Seres, A., & Brito, Y. (1990). Biologia floral de una comunidad arbustiva tropical en la Guayana Venezolana. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 77 (2) 383-397. <https://doi.org/10.2307/2399554>
- Rasband, Wayne S. (1997). ImageJ. US national institutes of health.
- Rech, A. R., Agostini, K., Oliveira, P. E., & Machado, I. C. (Eds.). (2014). *Biologia da polinização* (p. 524). Projecto Cultural.
- Ribeiro, F. (2009). Efeito da herbivoria por saúvas sobre a fenologia, sobrevivência, crescimento e conteúdo nutricional de árvores do Cerrado [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Uberlândia].
<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/13303>
- Ribeiro, S. P., Pimenta, H. R., & Fernandes, G. W. (1994). Herbivory by chewing and sucking insects on *Tabebuia ochracea*. *Biotropica*, 26 (3), 302-307.
<https://doi.org/10.2307/2388851>
- Schiestl, F. P., & Johnson, S. D. (2013). Pollinator-mediated evolution of floral signals. *Trends in ecology & evolution*, 28(5), 307-315.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.01.019>
- Scogin, R., Young, D. A., & Jones Jr, C. E. (1977). Anthochlor pigments and pollination biology. II. The ultraviolet floral pattern of *Coreopsis gigantea* (Asteraceae). *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 155-159. <https://doi.org/10.2307/2484361>
- Southgate, B. J. (1979). Biology of the Bruchidae. *Annual review of entomology*, 24(1), 449-473. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.24.010179.002313>
- Tsuji, K., & Ohgushi, T. (2018). Florivory indirectly decreases the plant reproductive output through changes in pollinator attraction. *Ecology and Evolution*, 8(5), 2993-3001.
<https://doi.org/10.1002/ece3.3921>
- Tunes, P. (2017). Influência da florivoria sobre a polinização de espécies ornitófilas. [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho].
<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/149921>
- Vallejo, L. R. (2002). Unidade de conservação: uma discussão teórica à luz dos conceitos de território e políticas públicas. *Geographia*, 4(8), 57-78.
<https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2002.v4i8.a13433>
- Van Der Kooi, C. J., & Ollerton, J. (2020). The origins of flowering plants and pollinators. *Science*, 368(6497), 1306-1308. <https://doi.org/10.1126/science.aay3662>

- Vega-Polanco, M., Rodríguez-Islas, L. A., Escalona-Domenech, R. Y., Cruz-López, L., Rojas, J. C., & Solís-Montero, L. (2020). Does florivory affect the attraction of floral visitors to buzz-pollinated *Solanum rostratum*?. *Arthropod-plant interactions*, 14, 41-56.
<https://doi.org/10.1007/s11829-019-09723-x>
- Weberling, F. (1992). *Morphology of flowers and inflorescences*. CUP Archive.
- Zaú, A. S. (1998). Fragmentação da Mata Atlântica: aspectos teóricos. *Floresta e ambiente*, 5 (1), 160-170.
<https://www.academia.edu/download/11534626/Fragmentacao%20Mata%20Atlantica%20Floresta%20e%20Ambiente.pdf>